

STUDI
ALGOLOGICI

STUDI
ALGOLOGICI

SAGGIO DI RICERCHE

SULLA

BIOLOGIA DELLE ALGHE

DI

ANTONINO BORZI

PROF. DI BOTANICA NELLA R. UNIVERSITÀ DI MESSINA

FASCICOLO I.

CON IX TAVOLE.

MESSINA

GAETANO CAPRA E C.^o EDITORI

MDCCCLXXXIII.

BINF B.

4221

Messina — Tipografia del Foro.

1, 1

PREFAZIONE.

RACCOLGO nelle seguenti pagine i risultamenti di ricerche algologiche, alle quali ho atteso in questi ultimi anni di mia dimora in Messina. Iniziate nei difficili momenti della fondazione di un Laboratorio presso la Università, questo lavoro non avrebbe preso che assai più modeste proporzioni, se gli sperimentati benefici del mio soggiorno in una stazione marittima, come questa, tanto favorevole a indagini si fatte, non avessero tuttodi cresciuto in me vaghezza di seguitare in questa maniera di studi, traendone conforto grandissimo e incoraggiamento a perseverare nelle intraprese ricerche. Ebbi poscia, — e talora con gravi sacrifici — di che avvantaggiarmi quanto a materiali mezzi di indagine. Sicché, quasi senza avvedermene, trovo oggi, dopo quattro anni di continuato lavoro, aumentata la mole dei miei studi, ed ultimato, con esito soddisfacente, lo esame di parecchie quistioni, che mi si erano spesso affacciate nel corso delle mie ricerche. Questa ragione e, più che mai, il proponimento che mi son fatto di attendere a nuovi studi, se non altro a complemento di quelli già iniziati, mi danno la speranza di aggiungere, a questo primo, altri fascicoli che verranno alla luce, quanto più presto mi sarà possibile.

Per quello che spetta l'ordine e l'indole della materia presa a trattare, non mi resta che poco da dire. Allo stato presente delle nostre cognizioni lo studio delle Alghe offre interesse grandissimo sotto qualsiasi punto di vista esso venga fatto. E questo bisogno di indagini, comunque non ugualmente intenso, può ritenersi generale di qualunque forma si tratti: dappertutto il campo dell'Algologia presenta lacune

più o meno vaste da colmare, nuove conquiste da aggiungere ai domini della scienza. In tal guisa il mio libro sarebbe destinato ad accogliere svariati argomenti dedotti dalla Storia Naturale delle Alghe, e di preferenza relativi allo sviluppo ed alla Morfologia delle Cloroficee, senza seguire in questo un ordine determinato quanto alla trattazione delle quistioni prese in esame.

Le indagini, delle quali riferirò, potranno, io credo, riuscire anche di qualche utile alla determinazione del valore sistematico di talune forme poco note, al pari di qualsiasi ricerca intesa alla conoscenza dello sviluppo di esseri come questi, dei quali è parola, così morfologicamente semplici. Quivi, per quel singolarissimo contrasto che esiste fra la vita e la organizzazione, la morfologica entità dell'organismo non puossi abbracciare che attraverso le fasi diverse, che ne compongono la esistenza. Sgraziatamente le nostre conoscenze sulla vita di tali esseri sono ancora molto imperfette: quel poco che ci è noto, non rappresenta che un insieme di sparsi frammenti staccati dalla storia filogenetica dell'intiero gruppo. Allo avvenire della Scienza è servato di rintracciare e coordinare le fila di questa intrigatissima trama. I risultamenti delle ricerche, di cui è oggetto questo lavoro, saranno quindi piccolo ma utile contributo alla conoscenza di tali organismi considerati anche dal punto di vista sistematico.

È questo dunque l'indirizzo seguito nel mio libro. Quanto alla scelta del materiale debbo alla Flora delle acque dolci e marine di Sicilia il più valido aiuto. E però questi studi, comunque estesi a pochi gruppi di Alghe, basteranno anche a darci una idea, per quanto imperfetta, delle ricchezze algologiche di questo paese. Mi sarebbe invero parso far cosa utile il premettere a queste pagine alcune considerazioni statistiche intorno alle Alghe siciliane. Questo lavoro, specie per quel che spetta alle forme terrestri, non è stato finora oggetto di particolare studio: le esplorazioni botaniche in Sicilia non sono state quasi mai rivolte a questo fine ed immensi tesori rimangono tuttora ignoti. Le mie ricerche stesse, da questo lato riguardate, sono troppo manchevoli. Nonostante parmi di qualche interesse lo apprendere dalle pagine seguenti i nomi di parecchie forme interamente nuove, od anche, non ancora rinvenute dentro i confini della Flora italiana, senza dire di altre, non poche, comuni al continente e che la Sicilia altresì possiede. E tutto questo dovrà certo incoraggiarci a far più o meglio, se queste ricerche non rispondono che troppo imperfettamente o male, al fine che mi son proposto.

Messina, 3 Settembre 1882.

A. BORZI.

CHLOROPHYCEAE.

STUDI ALGOLOGICI

ULVA Linn.

LA sessualità delle Ulvacee è stata argomento di parecchie pubblicazioni. Ad J. E. Areschoug (1) dobbiamo il primo cenno intorno a si fatto importante processo. Secondo questo botanico, le zoospore dell'*Enteromorpha compressa* L. sono suscettive di copolazione: la sessualità avrebbe quivi piena applicazione nella forma la più elementare. I dubbî mossi da Janczewski e Rostafinski (2) sulla verità del fatto accennato, inducevano l'illustre algologo svedese a nuovi studî, i quali, pienamente confermando le precedenti conclusioni, ristabilivano su basi più salde il principio della sessualità delle Ulvacee (3).

TAV. I.

Sebbene ad Areschoug non fosse sfuggito di osservare la necessità che intervenga la conjugazione dei due germi sessuali mobili per lo sviluppo ulteriore della pianta, rimaneva tuttora da indagare, nelle sue più minute particolarità, la germinazione delle zigospore e di estendere le nostre conoscenze sino alla genesi delle nuove frondi.

In un lavoro, pregevole per molti riguardi, testè pubblicato dal Prof. J. Reinke (4), troviamo colmata questa lacuna, specie per

(1) *Observationes Phycologicae II. de Urospora mirabili, Aresch et de Chlorozoosporarum copulatione*, negli *Nova acta reg. soc. sc. upsal.*, ser. III, vol. IX, con 2 Tav.

(2) *Observations sur quelques Algues possédant des Zoospores dimorphes*, nelle *Mém. de l'acad. de Cherb.* 1874, T. XIX.

(3) *De copulatione Microzoosporarum Enteromorphae compressae L.* nel *Botaniska Notiser*, N. 5, 1876, pag. 129-136.

(4) *Ueber Monostroma bullosum und Tetraspora lubrica Kg.* negli *Pringsheim's Jahrb. für wiss. Botan.*, XI.

TAV. I. quello che riguarda il *Monostroma bullosum*, forma diversa della precedente e d'acqua dolce. Le osservazioni di questo botanico sono di grande importanza, poichè ci porgono bastevole lume sull'intero processo di sviluppo sessuale di quest'altra Ulvacea.

La copulazione delle zoospore è stata altresì osservata in una altra specie del genere *Enteromorpha* — la *E. clathrata* — dal Dott. Arnold Dodel (5); ma le ricerche di questo botanico si riferiscono soltanto alla conjugazione delle spore mobili, restandoci tuttora ignote le ulteriori fasi dello sviluppo sessuale di tale alga.

Quanto al genere *Ulva* inteso nel senso Thuretiano (6), eccetto che per qualche forma già indicata ed appartenente all'antico genere *Enteromorpha* (Linn.) rimane tuttora insoluta la quistione. Dobbiamo bensì al Thuret molte ed importanti notizie biologiche relative all'*Ulva Lactuca* (Linn.) Le Jolis (7). Il cenno del Thuret e gli eleganti disegni che lo accompagnano ci lasciano il sospetto che l'illustre Autore non sia stato bastevolmente fortunato nella ricerca dell'ufficio fisiologico delle zoospore, e perciò abbia attribuito a zoospore provviste di quattro ciglia (indicate da lui col nome di macrozoospore) la funzione di riproduzione in via agamica. A quello esperto osservatore non poteva di certo passare inosservato il fatto della costante sterilità delle zoospore a due ciglia (microzoospore), senza intravedere il vero ufficio di queste. Tal dubbio ci è chiaramente manifestato dalle seguenti parole, colle quali il Dottor Bornet, testimone alle osservazioni del Thuret, conchiude il breve cenno esplicativo alle citate ricerche intorno all'*Ulva Lactuca*:

“ Quant aux zoospores à deux cils, il nous a toujours été im-
 “ possibles d'en obtenir la germination. Le plus souvent ils se dé-
 “ composent au bout de quelques jours: mais parfois on obtient un
 “ très-petit nombre de germinations. D'où proviennent-elles? C'est
 “ ce que nous n'avons jamais pu déterminer avec certitude. Nous
 “ ignorons si elles sortent de macrozoospores accidentellement mêlés

(5) Nei *Sitzungsb. der Vers. der Naturf.* etc. München, 1877.

(6) *Note sur la synonymie des Ulva Lactuca et latissima L.* p. 13 nelle *Mém. de la soc. des Sc. nat. de Cherbourg*, 1854, Tav. II, p. 29.

(7) *Etudes Phycologiques* pubblicati dal D.^r E. BORNET, Paris 1878, pag. 6-9. Tav. II-III.

“ aux microzoospores, de quelques-uns de ces zoospores bi-ciliés
 “ exceptionnellement gros, comme on en trouve çà et là parmi les
 “ microzoospores ordinaires, ou bien enfin de la copulation de deux
 “ microzoospores. „

Astrazion fatta da tali considerazioni, per quanto bastevoli a giustificare il nostro vivissimo interesse di tentare nuove indagini, la enunciata quistione va considerata come un problema di generale importanza, la cui soluzione potrebbe servire ad illuminarci intorno ad alcuni fatti in apparenza contraddittori, relativi alla storia dello sviluppo sessuale delle Ulvacee. Intendo fare allusione ad un recente lavoro del Dott. E. Bornet (8), nel quale è descritto lo sviluppo di una forma marina del genere *Monostroma* — il *M. Wittrockii* Born. — procedente esclusivamente da zoospore agamiche bicigliate, laddove identico processo evolutivo è stato osservato dal Reinke presso il *M. bullosum*, e soltanto quivi avente come punto di partenza germi derivati dalla copulazione di due zoospore. Così, mentre in una specie dello stesso genere l'atto sessuale si manifesta come essenziale ed esclusiva condizione per la riproduzione, nell'altra, siffatta condizione non è di alcun valore e manca addirittura. Per tale considerazione la sessualità dell'*Ulva Lactuca*, studiata nei suoi rapporti colle conoscenze finora acquisite su tale argomento, estesa alle altre Ulvacee, parmi possa meritare tutta la nostra attenzione.

Le mie ricerche si riferiscono all'*Ulva Lactuca* L. (9). La fronda di quest'alga, come è noto, si espande in ampio corpo fogliaceo, membranoso, lucido, d'un verde gajo, a contorno talora intiero, a volte variamente frastagliato e diviso in seni o lobi tondeggianti, o fenditure

(8) ED. BORNET ET G. THURET, *Notes Algologiques*, 2° fasc., Paris 1880, pag. 176-178, Tav. XLV.

(9) Una diligentissima rassegna sistematica delle forme marine spettanti a questo genere leggesi a pagina 33 e seg. del noto libro di Le Jolis (*Liste des Algues marines de Cherbourg*, Paris, 1880). Attenendomi a questo lavoro, la pianta da me esaminata corrisponde precisamente alla specie indicata col nome di *Ulva Lactuca* (Linn.). Nelle mie ricerche ebbi parecchie volte tra mano alcune delle numerose varietà riferite dal Le Jolis a siffatta forma. I risultati ottenuti sono stati sempre gli stessi.

TAV. I. più o meno profonde, non di rado allungato in forma di nastro di larghezza assai variabile. Per mezzo della base assottigliata a mo' di stipite e di consistenza quasi cartilaginea, la pianta si attacca agli scogli sommersi, ai sassi dei bassifondi, formandovi densi ed eleganti cespuglietti lungo la costa, i quali spesso scomposti e travolti dal ripercuotere delle onde si staccano e disperdono per lungo tratto nuotanti sul ciglio bagnato dall'alta marea.

Quanto alla struttura della fronda, nulla saprei aggiungere ai preziosi dettagli contenuti nei classici *Etudes Phycologiques* del Thuret (10). Noterò soltanto brevemente come essa sia formata da un doppio strato di cellule poligonali, immerse in una ganga mucilaginosa, trasparente, la quale è però solo visibile lungo i margini, sotto forma di tenue contorno jalino, che completamente cinge il corpo della pianta. Del resto le cellule stanno strettamente addossate, comprimendosi mutuamente colle contigue nella direzione della superficie, divenendo perciò lateralmente poliedriche, mentre il loro vertice libero sollevasi un po' rigonfiato e tondeggiante sul livello della fronda. I due strati onde il tallo è di ordinario formato, aderiscono quasi perfettamente tra di loro, o tutto al più interponesi fra essi una sottile lamella mucilaginosa dovuta alla sostanza fondamentale dentro cui, come dissi, stanno immersi gli elementi della fronda. Progredendo però verso la base, siffatta lamella accrescesi gradatamente sempre più in spessore, restando i due strati infine separati da un notevole intervallo del tutto scolorato. In questa regione la consistenza della fronda è cartilaginea ed aumenta sempre più in durezza verso il punto di aderenza. L'analisi microscopica ci rivela essere codesto ampio intervallo costituito da innumerevoli fibre jaline conglutinate insieme dalla mucilagine fondamentale della fronda, formando un tutto assai consistente. Dette fibre corrispondono poi in fatto ai lati interni delle cellule, già considerevolmente allungati e protesi in giù verso la base della fronda.

Come è noto dalle osservazioni del Thuret (11), le zoospore hanno origine per successiva divisione del contenuto di ogni cellula in 4-16

(10) Loc. cit.

(11) Loc. cit. e *Rech. sur les zoosp. des Algues*, negli *Ann. de Scienc. nat.*, 1851.

parti. Questo fenomeno manifestasi negli elementi di qualsiasi fronda, qualunque sia l'età ed il volume della medesima, spesso a partire dalla regione apicale o periferica del tallo; di rado procede dalla regione interna della fronda verso i margini. La uscita delle zoospore ha luogo attraverso un'apertura circolare praticata nella parete cellulare. Le cellule già vuotate dalle zoospore, costituiscono delle regioni aventi l'apparenza di una sottile pellicola trasparente, la quale sciogliesi lentamente nell'acqua. TAV. I

Favorevoli condizioni evidentemente influiscono perché il fenomeno abbia luogo. In specie pare che il calorico vi eserciti una decisiva azione. In gennaio, essendo la temperatura ambiente compresa fra 7° e 9°, ho notato formarsi le zoospore in iscarsissima copia, laddove nei mesi seguenti, mantenendosi la temperatura esterna a circa 15° C., il fenomeno effettuavasi con grande frequenza e le frondi in pochi giorni scioglievansi in miriadi di zoospore. Su questo proposito è degno di considerazione il fatto dell' assoluta difficoltà di promuovere emissione di zoospore presso frondi in apparenza sviluppate e vegete, ma, esposte ad una temperatura ambiente di 34° a 36° C., come talora avviene in Messina nelle giornate più calde dell'està. È quindi possibile arguire che la formazione delle zoospore si attui dentro determinati estremi di calorico, e che l'*optimum* di siffatta scala termometrica corrisponde alla media temperatura giornaliera delle stagioni di mezzo. Per questa ragione, in Messina, il fenomeno mi è parso frequentissimo nella primavera ed in autunno.

Le zoospore, esaminate nel momento della loro uscita, sono di forma tipicamente ovale; la loro estremità anteriore si assottiglia in un rostro di sostanza omogenea ed jalino, mentre l'estremità opposta è tonda, ottusa; raramente termina in una brevissima punta. Quivi scorgesi sotto forti ingrandimenti un piccolo corpo sferoide a mo' di nucleo, che il cloruro di zinco jodato tinge in violetto. Detto nucleo amilaceo è sovente investito e mascherato dalla clorofilla fondamentale del corpo della zoospora. Fig. 7.

Notasi altresì verso la periferia del polo posteriore una piccola macchietta od ocello tondo od oblungo, colorato in rosso più o meno intenso, i cui contorni, sovente mascherati dalla materia clorofillacea, non risaltano con perfetta distinzione. Il rostro è di lunghezza assai Fig. 2.

TAV. I
Fig. 3-4. variabile; talora brevissimo, a volte lungo o lunghissimo, tanto da superare una o una volta e mezza la regione posteriore del corpo della zoospora, alterando la forma ovale fondamentale di questa e trasformandola in quella di un cuneo o di una clave.

Alla estremità del rostro si legano due delicatissimi cigli, la cui lunghezza è sempre in relazione con quella del rostro stesso. Questo numero è costante; giammai ho rinvenuto zoospore con numero maggiore di ciglia, a meno che non si fosse trattato di zoospore a copulazione compiuta. Nelle zoospore molto allungate le ciglia superano circa due volte l'intero corpo della zoospora stessa; in quelle ovali lo uguagliano.

Le zoospore sono assai variabili nelle dimensioni secondo che derivano da divisione del contenuto in 4 oppure in 8, od anco in 16 parti. Ciononostante è ovvia la distinzione di esse in macrozoospore ed in microzoospore, stantechè siffatte differenze di volume non hanno di certo alcun significato funzionale diverso, nè a tali variazioni di grandezza corrispondono altre, relative al numero delle ciglia, onde ciascuna zoospora è provvista. Evidentemente il Thuret, descrivendo delle grosse zoospore con quattro ciglia, distinguendole col nome di macrozoospore dalle comuni più piccole e munite di due ciglia, è stato tratto in errore dalle zigospore mobili. Lo stesso dicasi di Areschoug, scopritore della copulazione delle zoospore presso l'*Enteromorpha compressa* e di Rostanfiski e di Janczewski, i quali hanno pure essi perfettamente seguito l'opinione del Thuret. In ogni modo le dimensioni in larghezza delle più piccole oscillano fra i 3 e 5 micr. e quelle delle più grandi non superano gli 8 micr.

Fig. 5-6. Fra mezzo a miriadi di zoospore ebbi ripetutamente l'occasione di osservare di quelle, sebbene rarissime, aventi una conformazione affatto mostruosa. Presso alcune l'estremità posteriore si era allungata in punta esilissima quasi in forma di mucrone, terminando questo all'apice in una piccola massula sferoide di sostanza in apparenza mucilaginosa e scolorata; a volte detta massa appariva posta immediatamente in contatto al polo posteriore della zoospora. Notavansi altresì delle spore mobili provviste di un solo ciglio e l'altro trasformato in una analoga massula globosa, o questa stava inserita alla estremità di uno dei due cigli divenuto più corto dell'ordinario.

Siffatte particolarità trovano identico riscontro in zoospore di altre alghe (1). TAV. I.

Come sulla emissione, così anche sull'intensità del moto il calorico potrà di certo esercitare non lieve influenza, ritardando ovvero accelerando i movimenti delle zoospore. La luce stessa, come è stato benissimo notato dal Thuret, influisce sulle zoospore dirigendole verso i punti più illuminati. Nei vasi di vetro e di porcellana, di cui mi servivo per le ricerche sull' *Ulva Lactuca*, le zoospore emesse in grande quantità, riunivansi sulle pareti più prossime alla finestra del laboratorio, formando sui margini del liquido uno spesso strato d'un verde intenso. Più tardi costituivano quei caratteristici aggruppamenti, che sono stati descritti dal Thuret.

Allo scopo di accertarmi della durata del movimento solevo introdurre una certa quantità di zoospore in una piccola camera umida, esaminandole a varie riprese. Così ho potuto rilevare che una gran parte di zoospore, emesse verso le 11 del mattino, erano suscettive di continuare il loro moto fino alle ore antimeridiane del giorno successivo; a volte il movimento cessava al sopraggiungere della notte.

Il calorico, come dianzi notai, esercita una notevole influenza sulla intensità del moto; esso agisce egualmente sulla durata dello stesso, imperocchè riducendo artificialmente la temperatura ambiente a circa 7° C. le zoospore muovonsi assai lentamente ed il moto cessa ben presto. Fra 4° e 0° C. non ha più luogo movimento, ed intatte, colle ciglia protese, le zoospore rimangono come irrigidite. Ho notato altresì che zoospore siffatte possono riprendere la loro attività se poco dopo la temperatura si elevi di alcuni gradi; mentre persistendo ancora pochi minuti di più le medesime condizioni ambienti di prima, il ritorno a vita attiva non era più possibile. Elevando del pari la temperatura oltre 40° C. le zoospore cessano di vivere, disorganizzandosi lentamente. I limiti termici, entro cui le zoospore dell' *Ulva Lactuca* possono adempiere la loro funzione, sono approssimativamente l'8° ed il 36° C., e tali condizioni di calorico corrispondono precisamente a quelle, a cui esse trovansi normalmente esposte in natura.

(1) Veggansi p. es. le figure 7, b, c, e d, f, g, della Tav. I della Memoria del sig. WILLE: *Om Svaermecellerne og deres Copulation hos Trentepohlia*, nel *Botaniska notiser*, 1878, pag. 165.

TAV. I. Appena emesse, le zoospore possiedono la facoltà di accoppiarsi. Questo fatto non influisce per nulla sulla intensità del moto; imperocché due zoospore coniugate e fuse in un corpo solo muovonsi colla stessa vivacità di prima. Quanto alla durata del moto, par che il seguito accoppiamento agisca abbreviando il normale periodo del moto stesso.

Fig. 7. La coniugazione ha luogo per fusione laterale del corpo delle due zoospore venute in contatto, precisamente nel modo stesso come è stato descritto dal Dodel per i germi sessuati della *Ulothrix zonata* ed in particolare come osservasi presso il *Monostroma bullosum* e nell' *Entero-morpha clathrata*, secondo è stato riferito dal Reinke e dal Dodel. Esaminando delle zoospore di fresco liberate dalle loro cellule madri e riunite in grande copia dentro una stessa gocciola, si osserva pronunziatissima in esse la tendenza di accostarsi a due a due, toccandosi mutuamente colle regioni rostrali; si direbbe quasi che le si cercano reciprocamente. Talora seguito l'urto, vivacemente si allontanano seguendo differenti direzioni, balzando e rivoltolandosi parecchie volte su sé medesime. Non di rado restano impigliate coi cigli agitandosi e dibattendosi, quasi tentando ogni sforzo per liberarsi: ma spesso ciò non riesce, e prima congiunte per mezzo dei cigli, vengono poi in contatto colle estremità rostrali. Allora comincia la fusione delle due zoospore in un corpo solo. Ciò avviene in brevissimo tempo; d'ordinario bastano 5 minuti perché si compia l'intero processo di copulazione. Congiunti

Fig. 8-12

insieme i rostri, le due zoospore pigliano a poco a poco una posizione convergente a mo' di V; il vertice di tale figure corrisponde al comune punto di contatto dei due germi. Intanto la copulazione procede oltre a partire dai rostri e a grado a grado i lati interni vengono ad accostarsi e si fondono insieme, e così di seguito la fusione si estende e completasi pervenuta alla estremità posteriore del corpo delle zoospore. In tal modo deriva una zigospora agilissima e somigliante perfettamente ad una semplice zoospora. Dei due germi coniugati non

Fig. 13.

rimane più alcuna traccia esteriore, all'infuori dei 4 cigli, i quali del resto non si rendono visibili se non quando il movimento della zigospora è divenuto lentissimo e sta per cessare affatto. Esaminando allora attentamente il contenuto, vi si scorgono due nuclei amilacei e due

ocelli appartenenti ciascheduno ai singoli germi coniugati. Il rostro è trasparente e pare abbia una struttura del tutto omogenea. TAV. I

Questi caratteri bastano agevolmente a distinguere le zigospore dalle semplici zoospore, anche quando non si sia stati *de visu* testimoni dell'avvenuta copulazione.

È intanto importante il notare, come soltanto una piccolissima parte di zoospore riescano ad accoppiarsi; le più, rimaste sterili e pervenute in istato inerte, lentamente si disfanno e scompaiono. Questa circostanza non è sfuggita alle osservazioni del Thuret, e, come ho notato, essa porgeva allo illustre algologo argomento di intravedere la sessualità dell'*Ulva Lactuca*.

La sterilità di un grande numero di zoospore potrebbe evidentemente dipendere da due condizioni: da materiali difficoltà perchè lo avvicinamento ed il contatto dei due germi abbia luogo; oppure dalla preponderanza di zoospore virtualmente e fisiologicamente differenziate in gonoplasti dell'uno dei due sessi. Quest'ultima circostanza non parmi di molto improbabile.

Si collochino dentro una piccola gocciola di acqua un grande numero di zoospore, preservandola dalla evaporazione allo interno di una camera umida. A capo di due giorni osserveremo che la copulazione si è compiuta fra pochissimi germi; i più sono quasi totalmente scomparsi od in via d'inoltrato deperimento. Evidentemente in siffatte condizioni non sapremmo scorgere materiali ostacoli intesi a impedire la coniugazione delle zoospore, le quali a miriadi si muovono in un mezzo così limitato, provviste come sono di parti molli e facili per il reciproco appulso, tali le ciglia ed il rostro. D'altronde l'eccessivo predominio di plasmidi dell'un sesso è provvidenziale disposizione a sicurtà e garentigia della funzione sessuale, anzi è questa una legge che regola la distribuzione dei sessi presso le Piantе tutte. Mi parrebbe quindi congruo il ritenere che tra le zoospore della *Ulva Lactuca* esistano delle differenze fisiologiche, mentre una differenziazione morfologica non rinviensi punto manifesta. Le stesse diversità di volume e di forma, dianzi accennate, non hanno alcun significato, potendo la coniugazione effettuarsi senza distinzione fra zoospore qualsiasi la loro dimensione e forma. La differenziazione sessuale, tanto profondamente accentuata dal punto di vista fisiologico presso l'*Ulva Lactuca*, parmi un primo indizio a

TAV. I. maggiori complicazioni, un primo passo al pieno conseguimento della legge della divisione del lavoro vitale, una prerogativa a petto ad altri, non pochi organismi dove la sessualità è nella maniera la più elementare accennata dalla fusione di mobili plasmidi morfologicamente identici, i quali altresì servono alla riproduzione agamica. Quivi la coniugazione avrebbe tutta l'apparenza di un accidentale fenomeno di fusione di parti da per sè libere, normalmente dotate della funzione moltiplicativa, alla quale esse, distinte o insieme congiunte, inevitabilmente adempiono. Il vero significato biologico di simili fenomeni ci è stato per la prima volta rivelato dal Pringsheim colla classica memoria sulla copulazione delle zoospore della *Pandorina Morum* (13); essi ci spiegano con quali mezzi e per quali vie si sia nei primordi della organizzazione stabilita la sessualità nelle piante. Sembrami altresì che tal fatto abbia un significato distintivo per la specie di cui è parola, in confronto agli altri congeneri rappresentanti, dove non è vii la menoma traccia di sessualità, e le zoospore, aventi l'ufficio sessuale presso l'*Ulva Lactuca*, servono esclusivamente alla moltiplicazione agamica (p. e. *Monostroma Wittrockii*, Born.), oppure senza venire meno a siffatto ufficio, hanno acquisito la proprietà di coniugarsi (*Monostroma bullosum*, secondo Reinke).

Secondo il Rostafinski e Janczewski (14), le macrozoospore dell'*Ulva Enteromorpha* (*Enteromorpha compressa*) sarebbero negativamente eliotropiche. Posto che col nome di macrozoospore si debba qui intendere le zoospore coniugate, ossia le zigospore, siccome io credo con tutta sicurezza, resterebbe a provare se egualmente comportansi le zigospore dell'*Ulva Lactuca*.

Ho già detto che le zoospore, emesse in grande copia da frondi collocate in un ampio recipiente di cristallo e ripieno di freschissima acqua marina, riunivansi in grande masse alla superficie del liquido, sulle pareti del vaso le più esposte alla luce. Dopo alcuni giorni, allontanati dalla vaschetta i residui delle frondi e rinnovata l'acqua, la colorazione verde, prodotta da siffatti accumulamenti di zoospore,

(13) Ueber Paarung von Schwärmsporen, die morphologische Grundform der Zeugung im Pflanzenreiche nei Monatsberichte der hgr. Akad. der Wissensch. zu Berlin, ott. 1869.

(14) Mem. cit.

persisteva tuttora, ma notevolmente scemata in intensità ed estensione e nei giorni seguenti quasi ne scompariva ogni traccia. Evidentemente siffatto fenomeno era dovuto alla disorganizzazione di un numero stragrande di germi rimasti sterili per mancata copulazione. Esaminando diligentemente le pareti del recipiente, vi si scorgevano appiccate un grande numero di zigospore e distribuite senza alcuna regola, tanto nelle regioni le più esposte alla luce, quanto sul lato opposto, mentre non poche giacevano deposte nel fondo. Perchè meglio decisive fossero le mie sperienze e più spiccata risultasse l'influenza della luce sul moto dei germi sessuali, credetti proficuo ricorrere ad altri metodi di ricerca. Scelta una piccola capsula di vetro a pareti sottilissime in modo da potere essere direttamente sottoposta ad una diligente analisi microscopica, vi furono disseminate un grande numero di zoospore non copulate dentro a bastevole copia di acqua. Nello stesso tempo chiudevo ermeticamente la vaschetta dentro un astuccio di spesso cartone annerito, praticandovi lateralmente una piccola apertura onde permettere lo accesso ai raggi luminosi. In tal guisa le differenze tra il lato positivo e quello negativo del recipiente erano divenute più spiccate. Così disposta la esperienza, le zoospore si sono nei primi giorni accumulate sulle pareti corrispondenti all'apertura, formandovi uno strato intensamente colorato in verde; la quale colorazione scompariva del tutto a capo d'una settimana. Allora, allontanata la fodera ed esaminate diligentemente le pareti del vaso, vi si scorgeva una grande quantità di zigospore in via di sviluppo, disseminate ora nel fondo, ora sulle pareti abbuiate; relativamente poche giacevano presso l'apertura, confuse fra mezzo l'informe detrito derivato dalla decomposizione dei germi non copulati. Ho ritentato nei giorni successivi analoghe esperienze, disponendo però sempre le cose in modo che le differenze fra il lato illuminato e quello meno influenzato dalla luce riuscissero in massimo grado pronunciate, ed i risultati sono stati sempre identici ai precedenti.

Così rimane chiaramente provato che i germi sessuali dell'*Ulva Lactuca*, da principio squisitamente sensibili all'azione positiva della luce, divengono, a copulazione compiuta, negativamente eliotropici, sfuggendo i punti più rischiarati; circostanza, la quale nelle naturali condizioni determina il loro appulso ad un solido e opaco substrato e ci rende ragione della costante presenza delle frondi di

TAV. I. *Uva* sulla superficie immensa degli scogli, sul fondo sassoso della piaga, dappertutto in contatto ad un mezzo opaco.

Pervenute in istato di riposo, le zigospore sono tosto pronte a riprodurre nuovi individui. Ciò accade in una maniera ben differente da quella stata descritta dal Thuret.

Fig. 15-16.

Scomparsi i cigli, ogni cellula tende insensibilmente ad accrescere il proprio volume; a capo di due o tre giorni le zigospore presentano una grandezza il doppio o triplo maggiore della primitiva. Intanto si sono coperte di una sottile, ma distinta parete, assumendo a poco a poco una forma ovale sempre più pronunziata. Allo interno si osservano tuttora immutati i due nuclei amilacei, spesso un po' mascherati dalla clorofilla, e lateralmente a questi, i due ocelli rossastri; tanto gli uni che gli altri stanno situati verso la metà superiore del corpo della zigospora germinante: siffatta regione corrisponde ai poli posteriori delle due zoospore coniugate. La opposta estremità, la quale è un po' ristrettita, presentasi affatto priva di contenuto clorofillaceo e ripiena di una sostanza assai refringente. La condensazione della materia verde è maggiore sulle pareti laterali superiori, in modo che nel mezzo resta visibile e scoperto un ampio spazio scolorato, il quale slargasi sempre più in basso e si confonde col contenuto della estremità inferiore del corpo della zigospora.

Fig. 17.

L'aumento in volume del germe continua nei giorni successivi. In questo momento in esso si distinguono nettamente due regioni: l'una apicale, corrispondente ai poli posteriori delle due zoospore copulate, provvista di un contenuto clorofillaceo parietale, ed includente i nuclei e gli ocelli; l'altra basale affatto scolorata e ristrettita in appendice corta e trasparente.

Fig. 18.

In uno stadio avanzato cotesta differenziazione apparisce più marcata: la regione superiore, accresciutasi ancor più in volume, conservando sempre la stessa forma di prima, e la medesima disposizione nel contenuto clorofillaceo, ha perduto ogni traccia di ocelli e di nuclei, e un solo corpo amilaceo soltanto spicca sul suo interno addossato verso la parete; la regione basale si è ancor maggiormente allungata conformandosi distintamente in una sorta di piede. Lo sviluppo in lunghezza di quest'appendice continuasi per certo tempo. Nel corso di 10 giorni

circa la zigospora assume la forma rappresentata dalla fig. 18. In tale stadio il diametro della regione superiore importa da 15 a 18 micr.

TAV. I

Secondo il Thuret (15), le zigospore pervenute in questo stadio, si svolgono direttamente a poco a poco in nuove frondi. Nelle mie colture invece lo sviluppo loro è stato ben differente, passando per tutte quelle fasi le quali sono state descritte dal Reinke (16) nella germinazione delle zigospore del *Monostroma bullosum*.

La cavità della zigospora, finora indivisa, si scinde tosto in due porzioni; la divisione ha soltanto luogo nella regione superiore; l'appendice basale rimane in perfetta continuità colla cellula inferiore derivata da siffatto processo. La cellula superiore prende tosto la forma di una calotta. I due elementi contengono un grosso nucleo amilaceo; la clorofilla è addensata contro le pareti superiori lasciando scoperto il centro. Le cellule si accrescono intanto in volume, la superiore diviene a poco a poco quasi globoide; la membrana spicca distinta dalla esterna parete e pare che ambe le cellule si trovino involte da un comune invoglio gelatinoso trasparente, i cui contorni in basso si restringono e poi si confondono con quelli del sostegno. La cellula superiore è dotata di rapidissimo incremento; in breve tempo essa s'ingrandisce, prendendo poi l'aspetto di una piccola vescica. Quivi la clorofilla non occupa che circa una terza parte dell'intera cavità cellulare, costituendo una sorta di fascia concava parietale sotto il vertice della cellula; il resto osservasi ripieno di limpidissima linfa.

Fig. 19.

Presso la cellula superiore è marcatissima la tendenza di prolungarsi alla base in una nuova appendice in forma di rizina, e tosto essa cellula prende una configurazione piriforme. Cotesta produzione manifestasi dapprima in forma di corta sporgenza papilloide trasparente; accrescesi poi rapidamente in lunghezza, ed in ultimo si foggia in fibra cilindroide assottigliata all'estremità e perfettamente jalina.

Cotesto processo è seguito dal completo isolamento delle due cellule. Ciò avviene tosto per lenta dissoluzione delle pareti della cellula madre; e se questa è in qualche guisa ritardata, la cellula superiore rimane alcun tempo obliquamente addossata sul vertice dell'altra,

(15) *Etudes Phycologiques*, pag. 9.

(16) Mem. cit.

TAV. 1. rivolgendo verso lo esterno la propria appendice basale. Seguita la
 Fig. 20. liquefazione della esterna parete, i due elementi restano accollati l'uno accanto all'altro senza alcun ordine apparente, come se si trattasse di due corpi separati sin dalla origine, i quali, per caso, sieno poi venuti in contatto. La loro indipendenza è perfettissima e pare che rappresentino due germi distinti provenienti da due diverse zoospore.

Coteste fasi si compiono in tempo brevissimo; ordinariamente basta una giornata perchè la scissione del germe primitivo abbia luogo e completamente si attui il processo descritto. Colla stessa rapidità pure continuasi lo sviluppo successivo. Allora intervengono nuove scissioni
 Fig. 21. trasversali, seguite poi dalla stessa forma d'incremento, da identica produzione di un'appendice rizoidea alla base dei nuovi elementi e dallo isolamento di questi. Così nascono un certo numero di piantine di *Ulva Lactuca*, ridotte alla forma la più semplice, cioè monocellulari, dove i futuri elementi costitutivi delle fronde adulte, — lo stipite ed il lembo — trovansi di già nettamente differenziati ed abbozzati.

Non di rado il successivo sviluppo della zigospora procede per vie differenti. Appena compiuta la scissione della regione superiore del germe, già prolungato alla base in fibra, la cellula del vertice s'ingrandisce e tosto divideasi longitudinalmente, generando due nuovi elementi, i quali, ora subiscono lo sviluppo sopra descritto, ora per reiterate nuove divisioni, tanto trasversali come longitudinali, si trasformano in un piccolo cumulo di elementi distinti, vescicoliformi e protesi alla base in rizina.

La rapidità colla quale siffatto sviluppo si compie, potrebbe facilmente indurci in errore quanto alla origine dei detti cumuli e al significato dei singoli elementi che li costituiscono; i quali parrebbe fossero derivati da altrettante zigospore germinanti e distinte, svoltesi sopra una superficie assai limitata. Questa considerazione può, a mio credere, giustificare la dianzi citata asserzione, poco esatta, del Thuret. Del resto tal fenomeno può con ogni verosimiglianza essere paragonato ad un processo di riproduzione in via agamica, avendo esso tutti i caratteri di una vera germinazione della quale troviamo perfettissimo riscontro nella germinazione delle zigospore del *Monostroma bullosum*. Secondo Bornet (17) identico modo di germinazione osservasi pure nello sviluppo primordiale del

(17) Mem. cit.

Monostroma Wittrockii, in questo caso però la cellula iniziale è una semplice zoospora non copulata. In ogni modo è importante il fatto che presso la *Ulva Lactuca* dalla germinazione delle zigospore hanno origine, per via agamica, un certo numero di piantine monocellulari. TAV. I

Lo sviluppo ulteriore di queste non presenta alcun che di notevole: Fig. 22. le due parti costituenti le future frondi esistono già rappresentati dall'appendice basale e dalla sommità slargata del germe, ricca di clorofilla, contenente un nucleo protoplasmatico, ed un corpuscolo discoide di sostanza amilacea. Il primo s'attacca al substrato, talora dilatandosi un po' alla base, e costituisce l'iniziale sostegno della pianta. La regione opposta invece si svolge prima per reiterate divisioni trasversali in un cortissimo filo di struttura confervacea, il quale poi, per sopraggiunte longitudinali scissioni, si sdoppia. In tal modo iniziata la futura fronda, mediante ulteriori partizioni essa si completa. Allora interviene un nuovo processo di moltiplicazione, onde la fronda rimane definitivamente costituita da due strati di cellule; qualche volta anche da uno strato soltanto, e l'incremento ha luogo semplicemente nel senso della superficie. Quest'ultimo non è caso raro, di modo che, se veramente lo essere il tallo formato da uno strato di cellule, sarà, secondo Wittrock (18), il solo carattere distintivo del genere *Monostroma*, avrei dalle mie osservazioni un argomento di più per convenire col Thuret, ritenendo come criterio assolutamente differenziale di questo genere la completa gelificazione delle pareti cellulari, e lo aprirsi degli zoosporangi per completa dissoluzione della membrana loro, qualora le ulteriori ricerche biologiche non aggiungeranno nuovi dati per la più esatta intelligenza delle forme spettanti a questi due gruppi.

(18) *Forsök till en monographi öfver Algslagtet Monostroma*, p. 10 e 12.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA I.

- Fig.* 1. — Alcune zoospore di forma normale $\left(\frac{630}{7}\right)$.
- » 2-4. — Forme differenti di zoospore $\left(\frac{630}{1}\right)$.
- » 5-6. — Zoospore di costituzione anomala $\left(\frac{720}{1}\right)$.
- » 7-12. — Fasi graduali di copulazione delle zoospore $\left(\frac{720}{1}\right)$.
- » 13. — Zigospore $\left(\frac{720}{1}\right)$.
- » 14. — Casi anomali di copulazione $\left(\frac{720}{1}\right)$.
- » 15-17. — Successivo sviluppo delle zigospore. Nell'interno della zigospora si osservano tuttora i due ocelli e i due nuclei amilacei: è appena accennata la formazione dell'appendice basale $\left(\frac{720}{1}\right)$.
- » 18. — Stadî inoltrati di germinazione delle zigospore: sono scomparsi i nuclei e gli ocelli: l'appendice basale si è maggiormente protesa $\left(\frac{720}{1}\right)$.
- » 19-21. — Fasi graduali di ulteriore sviluppo dei germi sessuali $\left(\frac{720}{1}\right)$.
- » 22. — Stadî iniziali di costituzione delle giovani piante $\left(\frac{720}{1}\right)$.



LEPTOSIRA, gen. nov.

Fila articulata, subdichotome ramosa, in pulvinulos exiguos amœne virides, aggregata. Ramuli ad apicem sensim attenuata, alii reptantes et appendice radiciformi destituti, alii erecto-adscendentes, ultimi erecto-patuli, breves v. brevissimi. Articuli ovato vel elliptico-cylindracei; contento viride, effuso, loculo achroo centrali notato et granulis minutis amylaceis farcto; membrana tenui, firma, hyalina, homogenca. Cellulæ vegetativæ vix intumescentes et in zoosporangiis trasmutatæ. Zoosporæ minimæ, 20-60 etiam plurimæ in quoque zoosporangio, contenti divisione simultanea ortæ, per cellulæ matricialis membranam poro laterali apertam, una cum vesicula communi hyalina includente erumpentes et vesicula ipsa post partum celeriter dilatata et evanescente, libere examinantes, ciliis binis et ocello laterali rubro præditæ. Propagatio aut sexualis hypnosporis zoosporis polo postico copulatis derivatis, aut agamica e zoosporis primum substrato adfixis et quiescentibus et denique, repetita divisione, in conidia 2-4-8 protococcoidea trasmutatis. Hypnosporarum evolutio ignota.

L. Mediciana. *n. sp.* Cfr. ch. gen. Diam. cell. veget. ad 20 micr.; zoosp. 0,5-2 micr. crassæ. Hypn. lat. 10 micr.

Habitat in stagnis circa Linguaglossa (Siciliæ) ubi detex. beat. G. De' Medici, febr. 1880.

Nel febbraio del 1880 il sig. Giorgio De' Medici mi comunicava dai dintorni di Linguaglossa (grossa borgata alle falde dell'Etna) alcune alghe d'acqua dolce e fra le quali in abbondanza dei saggi

TAV. II.

TAV II di *Chlamydomonas tingens* A. Br. del tutto freschi ed in istato di rigogliosa vegetazione. Il vaso contenente quest'alga, veniva tosto collocato presso la finestra del Laboratorio coll'aggiunta di un po' d'acqua. Dopo circa una settimana era cessato lo sviluppo vegetativo delle cellule, e gran parte di esse giacevano immobili sulle pareti del recipiente o deposte nel fondo e trasformate in zigospore. Così rimanevano tutta la primavera e la state seguente, durante il qual tempo, sopraffatte da copiosa vegetazione di Nostochinee e di Diatomacee il loro ulteriore sviluppo rimaneva dapprima inceppato, indi veniva completamente meno. Nel settembre, quando io ebbi la occasione di esaminare siffatte produzioni, le pareti del vaso apparivano intieramente rivestite da uno spesso strato di mucilagine giallastro-azzurrognola, fra mezzo alla quale, collo ajuto di una piccola lente, si scorgevano alcuni puntini verdi per lo più isolati e rari. I quali esaminati poi al microscopio, si rilevavano costituiti da gracili filamenti confervacei ramificati, di struttura presso a poco come quelle di una *Trentepohlia*, ma affatto verdi. Ben tosto mi accorsi trattarsi di un organismo tutt'ora ignoto agli algologi, lo sviluppo del quale io potei seguire poi per alcun tempo, pervenendo a questi risultati che ora riferirò.

Il generico appellativo di *Leptosira* allude alla delicatezza dei filamenti di cotesta piantina ed alla tenuità delle pareti cellulari; caratteri questi, i quali *a priori* bastano sufficientemente a distinguere tale alga dagli affini generi.

Fig. 1. La *Lept. Mediciana* forma dei densi cespuglietti, i quali si distinguono appena coll'ajuto di una lente sotto forma di puntini verdastri. Ogni cespuglietto è costituito da un sistema di ramificazioni piuttosto delicate, corte e frequenti. Alcuni ramuli strisciano sul substrato senza prendere alcuna direzione definita e senza dar luogo ad appendici radiceformi, come è il caso di qualche genere affine; altri tendono a sollevarsi emettendo ripetute e cortissime ramificazioni, un po' assottigliate verso l'alto, dirette in su ed aperte. Per quanto intrigato e confuso risulti il piccolo cespuglietto costituito da così fatti filamenti, attentamente esaminato, vi si scorge nelle parti che lo compongono una certa regola, specie nel modo di divisione loro, talché i diversi ramuli, rispetto alla forma delle loro ulteriori divisioni, possono benissimo esser considerati come dicotomici. Se non che a volte intervegono delle produzioni

lateralì, quasi avventizie, le quali alterano le normali condizioni di ramificazione. TAV. II.

Le cellule componenti i diversi ramuli sono in origine brevemente cilindriche e leggermente ristrettite alle due estremità, come osservasi in quelle della regione apicale dei filamenti. Ma in corso di vegetazione esse si slargano alquanto, sovente anche per pressioni subite, divengono quasi irregolari. Le più piccole misurano una larghezza di 10 micr., le più grandi 20 micr. In ogni caso le pareti loro sono sottili, ed anche molto in confronto allo spessore delle membrane cellulari dell'affine genere *Trentepohlia*: esse presentano una trasparenza quasi vitrea ed una perfetta omogeneità nella struttura. Anche presso le membrane degli zoosporangi coteste ultime condizioni restano invariate. Del resto, trattate colla soluzione di cloruro di zinco jodato, dànno la caratteristica reazione della cellulosa.

Le giovani cellule sono ricche di contenuto clorofillaceo differenziato in massa pressochè omogenea o tutto al più sparsa qua e là di minutissimi granuli amilacei, i quali divengono più frequenti nelle cellule adulte prima che si sieno trasformate in zoosporangi. Nel centro poi delle cellule, massime in quelle più giovani, la clorofilla è scarsissima e lascia visibile uno spazio circolare quasi trasparente: ivi i reagenti rivelano situato un grosso nucleo protoplasmatico globoide. Le frequenti granulazioni clorofillacee delle cellule adulte tendono a distribuirsi omogeneamente in tutta la cavità cellulare; il loro numero si accresce poi, e rapidamente i granuli invadono tutta quanta la cavità cellulare. Essi sono manifestamente di natura amilacea e costituiscono un'abbondante provvigione di materiale nutritizio, del quale si è rifornita la cellula nello accingersi al compimento di un nuovo lavoro fisiologico. Cotesto accumulamento di amido precorre infatti ed è indizio della pronta trasformazione delle cellule si fatte in zoosporangi.

Tutte le cellule indistintamente possono cambiarsi in zoosporangi; a cominciare dagli elementi più vecchi, da quelli, cioè, situati verso la base dei fili, cotesta metamorfosi gradatamente procede verso le cellule apicali. Influeno favorevoli condizioni, il fenomeno compiesi con grande rapidità. Così come vedesi non esistono delle cellule speciali di determinata regione destinate a divenire degli elementi generatori di zoospore. Né cellule così fatte vanno poi distinte per condizioni particolari di forma

TAV. II. e di dimensioni; il che costituisce per la *Lept. Mediciana* una capitale differenza a petto a' generi *Microthamnion*, *Acroblaste* e *Trentepohlia* in qualche guisa affini.

Fig. 1, z, z', z''

Primo indizio della imminente formazione delle zoospore è la completa dissoluzione dei granuli clorofillacei: il contenuto dello zoosporangio prende allora un aspetto più omogeneo, sempre però finamente granuloso; del nucleo non esiste allora più alcuna traccia visibile. Più tardi tutta la massa cellulare simultaneamente assume un'apparenza schiumosa, essendo comparse nel suo interno numerose areole piccolissime e chiare, le une serrate contro le altre, aventi un contorno poliedrico. Tali areole non sono che solide masse protoplasmatiche rappresentanti le zoospore in via di formazione. Poco dopo esse arrotondansi e la differenziazione può dirsi compiuta. In questo momento lo sporangio prende una sfumatura rossastra per via degli ocelli delle singole zoospore, le quali nettamente traspariscono attraverso la membrana dello zoosporangio.

L'intero processo di formazione delle zoospore compiesi con molta rapidità: dal primo differenziamento del contenuto alla completa costituzione delle zoospore bastano 6 ore. Normalmente tutto il lavoro di gestazione ha luogo di notte, e i germi sono messi in libertà nelle prime ore del mattino.

Il numero delle zoospore generate in ciascuna cellula varia da 20 a 60, il che dipende dalle differenti dimensioni dello zoosporangio, anziché dal volume stesso delle zoospore.

Fig. 2-3.

Perché abbia luogo la uscita delle zoospore, la parete della cellula madre apresi per piccolo tratto circolarmente da un lato e vi rimane praticato un angusto foro a mo' di boccuccia di sufficiente calibro per il passaggio dei germi. Questi affluiscono verso l'apertura quasi forzandola, in modo che la corrispondente membrana è costretta a sollevarsi un po' al di fuori. Intanto si agitano vivamente e sempre più accalcano presso l'orificio. La uscita loro comincia tosto, ma la completa liberazione è ritardata dalla presenza di un ampio sacco trasparente che involge tutte le zoospore di uno stesso zoosporangio. Siffatta tunica, penetrata attraverso l'orificio si svolge a poco a poco al di fuori trascinandosi con sé le zoospore e sempre più ampliandosi a misura che lo afflusso delle zoospore verso la sua regione esteriore diventa

più grande. Infine, compiutasi la emissione dello zoospore, essa resta per brevissimo tempo attaccata all'apertura dello zoosporangio includendo le zoospore, le quali si agitano con grande vivacità aggirandosi e rivoltolandosi in tutti i versi quasi cercassero una via di scampo. Sia per azione del liquido ambiente, sia per altra causa, il comune involuppo subisce una lenta e generale liquefazione e par che passivamente soggiaccia agli sforzi che fanno le zoospore per liberarsi, determinando quasi lo sviluppo di un'interna forza agente ugualmente su tutti i punti del lato interiore della sua parete. In tal guisa il sacco sempre più si rigonfia, e raggiunto infine un volume circa 5 volte maggiore del primitivo, immantinentemente sparisce senza restarne più alcuna traccia, come farebbe una bolla di sapone percossa da un corpo solido.

TAV. II.

La completa liberazione delle zoospore si compie in meno di un minuto. Allora esse si spargono verso i punti più illuminati dotate come sono di agilissimo movimento. Sono piccolissime, tutto al più lunghe 2,5 micr., ovali o bislungo-ovali ed assottigliate in rostro più o meno lungo ed jalino all'estremità anteriore, a cui si attaccano due cigli esilissimi. Il polo posteriore finisce pur esso in punta cortissima di sostanza trasparente. Del resto contengono scarsa clorofilla di un colorito verde pallido e lateralmente è visibile un minutissimo ocello rossastro: la estrema loro piccolezza non rende possibile uno studio più attento del contenuto. Notevoli differenze di volume e di forma non se ne osservano.

Fig. 4-5.

Il moto dura tutto al più una mezza giornata, durante il quale alcune si copulano, altre seguitano a muoversi, e infine, pervenute in istato di riposo, si svolgono agamicamente in nuovi germi.

La popolazione ha luogo in una maniera ben differente dall'ordinario e che parmi faccia una eccezione alla comune regola. Essa effettuasi per le estremità posteriori del corpo, non già per mezzo dei poli anteriori. A tal'uopo il corpo della zoospora termina posteriormente in corta appendice jalina — sorta di organo di appiglio per lo adempimento della funzione sessuale. — Ed è cotesta una disposizione veramente singolare, sebbene pare a prima giunta incongrua, esigendo essa che due zoospore da copularsi si muovano l'una in senso contrario dell'altra: il che dimostrerebbe assurda la influenza positiva della luce sul movimento delle zoospore in generale. Comunque sia, le due zoospore pervenute

Fig. 15-18.

TAV. II. in contatto colle estremità posteriori del corpo, gradatamente si fondono insieme senza che cessi il moto, il quale diviene necessariamente molto irregolare e variabilissimo nella direzione, manifestandosi quasi a tratti angolosi presso a poco a zig-zag. Poco dopo, in meno di 5 minuti, la fusione è compiuta, e i due germi si sono trasformati in una zigospora brevemente ellissoide ad estremità appuntite e trasparenti. Indi cessa il moto; gli ocelli continuano ad essere visibili per qualche tempo; le estremità a poco a poco si arrotondano mentre cresce il volume della zoospora. A capo di quattro giorni deriva dalla zigospora una cellula ovale o sferoide a parete spessa, ripiena di grosse granulazioni verdi frammiste a minute goccioline d'olio. Esse sono delle vere ipnospore ibernanti, il cui sviluppo successivo mi è rimasto del tutto ignoto. Avendole conservate in ambiente umido tutto lo inverno, la più parte assumevano una leggera sfumatura in rosso, ma non mi fu possibile di ottenerne la germinazione; essendo scarsissimo il materiale di cui disponevo, non potei insistere sulle precedenti ricerche.

Fig. 6-8.

Quanto alle altre zoospore non copulate, lo sviluppo è ben differente. Nelle mie colture esse si sono prima fissate per mezzo dei cigli alle pareti del recipiente, restando affatto immobili. Probabilmente questo è il caso normale. Così situate, s'ingrandiscono lentamente mentre rimangono definitivamente attaccate al substrato, mediante differenziazione della regione rostrale loro in un cortissimo sostegno dilatato in basso. Intanto prendono a poco a poco la forma di un fuso. In questo stadio grandissima è la rassomiglianza di cellule si fatte con quelle di un *Characium* o di un *Hydrocytium*, come facilmente si rileva mettendo a riscontro le mie figure con quelle del Braun (1) relativamente a questi due generi. È degno però di menzione il fatto che, durante la germinazione, l'ocello parietale, onde ciascuna zoospora è provvista, non sparisce, ma resta visibile anche a sviluppo compiuto del germe, conservando la medesima posizione primitiva. Nello stesso tempo verso la parte centrale della cellula scorgesi un ampio spazio circolare scolorato identico a quello che vedemmo nelle ordinarie cellule vegetative dei filamenti e, come in questo caso, i reagenti rendono in

(1) *Algarum unicellularium genera nova et minus cognita*. Lipsiae 1855, tav. II, III e V.

quella regione palese un grosso nucleo protoplasmatico. Il resto della cellula è ripieno di minutissimi e numerosi granuli clorofillacei. TAV. II

Lo sviluppo ulteriore delle zoospore germinanti procede nel modo identico a quello di una cellula di *Characium*. Dapprima scompaiono tanto il nucleo come l'ocello ed il contenuto prende un aspetto più omogeneo; indi questo si divide trasversalmente in due porzioni, le quali tosto si differenziano in altrettante cellule distinte; oppure appena seguita una prima partizione trasversale, manifestasene una terza, di rado poi una quarta o quinta sempre nella stessa direzione. Così la cellula madre trasformasi successivamente in una corta serie di 3, 4, 5 elementi, di cui i due estremi presentano una forma piramidato-triangolare, i mediani sono invece cilindrico-schiacciati. Questi subiscono tosto una nuova divisione in senso perpendicolare alla precedente, vale a dire in direzione longitudinale; così nascono da uno stesso elemento iniziale 4, 6, 8 cellule, le quali a poco a poco arrotondano i loro spigoli e divengono sferoidi. La divisione del contenuto di una medesima zoospora non procede oltre. Cotesto modo di formazione cellulare, come vedesi, in nulla differisce da quello di una cellula di *Characium*. Nella fig. 10 ho rappresentato i casi più comuni, tralasciando di indicare tanto gli altri meno frequenti, come il progressivo comportarsi del contenuto durante la divisione: intorno a ciò si potrebbero benissimo consultare le fig. 10-13 della Tav. III della citata opera di A. Braun. Fig. 10-11

Le nuove cellule rimangono alcun tempo incluse dentro le pareti della cellula madre; intanto questa lentamente si disfà, in modo che esse riescono completamente ad isolarsi e si disperdono sul substrato. Tali cellule hanno tutta l'apparenza di elementi protococcacei: sono globoidi e cinti da una sottile ma distinta parete; il contenuto è finamente granelloso e verde, e nel mezzo scorgesi un'ampia vacuola chiara e un nucleo protoplasmatico. Ignoro se esse sieno suscettive di svolgersi ulteriormente in nuovi elementi della stessa forma e del medesimo valore. Nelle mie ricerche essi elementi si sono direttamente trasformati in fili ramificati e serpeggianti sul substrato, iniziando così nuovi cespuglietti. La germinazione presenta questo di particolare, che la cellula, mentre si accresce in volume, si sforma in tal guisa da prendere un contorno irregolarmente sinuoso, a lobi disuguali e profondi, di cui ciascheduno diviene subito la cellula iniziale di un ramulo. La formazione dei ramuli Fig. 12.

Fig. 13-14.

TAV. II è quindi molto precoce. Le tramezze dei giovani articoli sono verso quell'epoca assai sottili e quasi indistinte; nell'interno loro la clofilla si accumula densamente alle pareti lasciando nel mezzo scoperto un ampio ed irregolare spazio a mo' di vacuola.

Dallo esposto cenno risultano evidenti le affinità della *Leptosira Mediciana* coi generi *Microthamnion* Näg., *Pilinia* Ktz., *Chlorotylum* Ktz., *Gongrosira* Ktz., *Acroblaste* Reinsch, *Trentepohlia* Mart. Le nostre conoscenze sulla organizzazione e sullo sviluppo della più parte di tali forme presentano tuttora lacune assai vaste e numerose per cui difficil cosa sarebbe una minuta rassegna delle differenze che vi corrono. Stando alle indicazioni che possiamo dedurre dagli autori i *Microthamnion* sarebbero pur esse piantine presso a poco ramificate collo stesso ordine della *Leptosira*, con zoosporangi terminali ben differenziati, anche per dimensioni, dalle cellule vegetative. Presso a poco lo stesso osservasi nel genere *Acroblaste* e nelle specie del genere *Trentepohlia*, salvo che in quest'ultimo caso le cellule generatrici delle zoospore possono trovarsi in differenti regioni del filamento. D'altra parte presso le *Trentepohlia* stesse, la ramificazione non è punto normalmente dicotomica, e le cellule contengono abbondantissimo ematocromo. Quanto al genere *Pilinia* pochissimo o nulla ci è noto per poterne precisare tutte le differenze; in ogni modo, quell'alga si distingue dalla pianta nostra per la presenza di appendici callose alla base dei cespuglietti onde questi aderiscono al substrato, pel modo di ramificazione irregolare e rara, e per la stazione marina, almeno stando ai caratteri indicati dal Kützing. Più evidenti sono le differenze tra la *Leptosira* ed il genere *Chlorotylum* specialmente per la struttura tutt'affatto particolare dei filamenti di quest'ultima pianta, che le danno un aspetto un po' vicino alle false ramificazioni della mia *Hormotila mucigena*. Non è poi possibile stabilire dei confronti colle *Gongrosira*; questo genere, come poi dimostrerò, non ha ragione di esistere, stante che esso rappresenta degli stadi ibernanti di *Vaucheria* e di *Cladophora*; in ogni modo, qualora anche ciò non fosse, vi corrono non poche e capitali differenze.

In generale poi tutte coteste forme accennate presentano di comune questo carattere: i filamenti, più o meno abbondantemente ramificati

spesso con ordine dicotomico, sono costituiti di articoli contenenti un solo nucleo protoplasmatico e della clorofilla omogeneamente diffusa senza essere differenziata in masse parietali. Ciò basta per dimostrare che tali piante non hanno da una parte nulla che fare colle *Cladophora*, colle quali, seguendo gli Autori, anderebbero tutte collocate in uno stesso gruppo; dall'altra parte differentissime sono dagli *Ulothrix*, *Stigeoclonium*, *Chaetophora* ecc. ove le cellule, riunite in filamenti irregolarmente ramificati o no, contengono, oltre al nucleo protoplasmatico, un grosso corpuscolo amilaceo e la clorofilla vi è distribuita in masse parietali; la moltiplicazione compiesi per microzoospore e macrozoospore ed anche sessualmente per zoogonidi. Nelle *Cladophora* la presenza di articoli polinucleati è *a priori* un carattere di una grande importanza differenziale, onde parmi inutile qualsiasi confronto. Sicchè io non esiterei punto a proporre la costituzione di un nuovo gruppo destinato ad abbracciare tanto il nuovo genere *Leptosira*, quanto le *Trentepohlia*, gli *Acroblaste*, i *Chlorotylum*, i *Microthamnion* e, con riserva, anche le *Pilinia*. La importanza sistematica di tal gruppo, che indicherò col nome di *Chroolepidaceæ*, i caratteri essenziali che lo distinguono dalle altre Confervoidee Isogame, le sue affinità, si comprenderanno facilmente gettando uno sguardo al seguente prospetto:

CONFERVOIDEE ISOGAME, Falkbg. auct.

Articoli multi-nucleati . . .	{	Corpo vegetante costituito da un solo articolo semplice o ramificato . . .	Fam. I. SIPHONACEÆ		
		Corpo vegetante costituito da molti articoli	Fam. II. SIPHONOCADIACEÆ		
Cellule uninucleate . . .	{	riunite in tallo fogliaceo. Moltiplicazione per microzoospore sovente sessuate .	Fam. III. ULVACEÆ		
			connesse	con clorofilla riunita in masse parietali. Cellule madri delle zoospore non differenti dalle vegetative	Fam. IV. ULOTHRICIACEÆ
				Fili semplici	Subfam. I. ULOTHRICIÆ
		in serie filamentose	Fili ramificati terminati in pelo	Subfam. II. CHÆTOPHOREÆ	
			con clorofilla diffusa. Cellule madri delle zoospore diverse dalle vegetative	Fam. V. CHROOLEPIDACEÆ	

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA II.

- Fig.* 1. — Porzione di un cespuglietto di *Leptosira Mediciana*; le cellule inferiori sono in diverso grado di riproduzione; z , z' progressiva trasformazione del contenuto in zoospore; z'' , zoosporangi vuoti ($\frac{630}{1}$).
- » 2-3. — Uscita delle zoospore (id.)
- » 4. — Zoospore libere di cui alcune più grandi (id.).
- » 5. — Alcune zoospore fortemente ingrandite ($\frac{1450}{1}$).
- » 6-8. — Fasi graduali di germinazione delle zoospore agamiche ($\frac{630}{1}$).
- » 9. — Ulteriore sviluppo delle precedenti prima della divisione del contenuto (id.).
- » 10-11. — Divisione compiuta del corpo della zoospora germinante (id.).
- » 12. — Cellule protococcoidee derivate dal precedente processo di divisione (id.).
- » 13-14. — Germinazione e trasformazione delle cellule protococcoidee in fili (id.).
- » 15-16. — Copulazione delle zoospore e formazione delle zigospore (id.).
- » 17. — Sviluppo delle zigospore (id.).
- » 18. — Ipnospore (id.).



CTENOCLADUS, gen. nov.

Fila articulata, ramosissima, in cæspitulos late confluentes densissime aggregata et stratum pulvinato-spongiosum constituentia. Rami repetito-unilateraliter ramellosa, ad apices crebri, uni-pauciarticulati et hinc eleganter circinnato-cymosi. Articuli vegetativi cylindracei diametro æquales vel $\frac{1}{2}$ -2plo longiores, ad geniculam leviter constricti, contento granuloso viride, effuso, globulo amylaceo et membrana crassa aut crassiuscula, firma, tenuiter et concentrice stratificata.

Propagatio agamica macro- et microzoosporis. Ramellorum apicalium articuli, denique magis elongati aut unilateraliter producti et membrana tenuiore cincti, in macrozoosporangia mutati. Macrozoosporæ contenti divisione repetito-binaria generatæ, 8-16-32, raro 4 vel pluræ in singulo zoosporangio, pariete matricali postea ad apicem v. lateraliter ostiolo poriformi aperta, libere examinantes, ovatæ vel ovato-elipsoideae, polo antico hyalino ciliis binis vibratoriiis instructæ, globulo amylaceo centrali, loculo achroo et ocello rubro parietali præditæ. Articuli omnes, vegetatione peracta, in statum palmelloidem transeunt; ex quo hypothallum filis longissimis, complicato-ramosis, articulis, modo valde elongatis et membrana tenui, vitrea cinctis, modo abbreviatis, intumescens et microzoosporangiorum vices agentibus, constitutum generatur. Microzoosporæ contenti divisione succedanea repetita ortæ, 4-8-16 in quaque cellula, membrana matricali mox deliquescente, liberatæ et vivide examinantes, macrozoosporis minores sed ceterum similes.

Propagatio sexualis zoogonidorum laterali copulatione. Articuli vegetativi valde aucti et in zoogonangia permagna, perennantia (more hyposporarum), globosa v. ovata aut elipsoidea, membrana crassissima, lamellosa, stratificata cincta et sæpe extus in callo calcariformi producta, trasmutati. Zoogonidia contenti divisione simultanea generata, 30-60 etiam plura, demum, cellula matricali lateraliter v. ad apicem soluta, libere erumpentia, minima, ovato-elipsoidea vel -oblunga, ciliis binis, ocello laterali rubro, prædita.

Zygosporarum evolutio adhuc ignota.

Ct. circummatus n. sp. Art. veget. lat. 10-15 micr.; macroz. 5-7 micr. lata; microz. 2-3 micr. lata; zoogonang. diam. usque ad 80 micr. cum membr.; zoogonid. ad 3. micr. crassa.

Habitat in stagnis submarinis ap. Messina (Siciliæ) saxa et Salicorniæ Obionis, Ruppiae et aliarum plantarum submersas partes late obducens. Legi Aut. 1881.

TAV. III e IV

La pianta presa a tipo di questo nuovo genere, veniva da me raccolta in Messina nel fondo di alcune pozze d'acqua stagnante lungo la spiaggia. Essa cresceva copiosa sugli steli disseccati di parecchie piante erbacee, specie sui fusti della *Salicornia herbacea*, dell'*Obione portulacoides*, invadendone d'ordinario le regioni più vicine al fondo melmoso della palude, talora anche le radici stesse semiscoperte e giacenti a fior di terra; a volte pure la si scorgeva sui piccoli ciottoli e su' frammenti di conchiglie che si trovavano sparse sul terreno inondato. Sopra sì fatto substrato essa prendeva tutta l'apparenza di una crosta di molle consistenza, spessa circa un mill., di un bel verde a superficie quasi verrucosa. Cotesta sorta di fronda, esaminata anche con un debole ingrandimento, appariva costituita da numerosi ed eleganti cespuglietti elevantisi dal substrato toccandosi lateralmente e conflueno insieme in un tutto continuo di notevole compattezza. Quanto poi alla struttura, la pianta presentava caratteri così esclusivamente particolari e talmente differenti da quelli che distinguono le altre Cloroficee finora note, da restare *a priori* convinti che essa avrebbe dovuto riferirsi ad un tipo generico affatto nuovo. Indicherò questo nuovo genere col nome di *Ctenocladus* (1) per allusione alla disposizione

(1) Da Κτέϊς, ενός, pettine; κλαδός, οῦ, ramo.

unilaterale dei filamenti ramiformi onde la pianta si compone. La tendenza spirale della sommità dei ramuli sarà poi acconciamente espressa dallo appellativo specifico di *circinnatus*.

TAV. III e IV

Studiata nelle condizioni vegetative normali, quale si rinviene costantemente nell'autunno, questa pianta si presenta costituita da un sistema di filamenti diffusi e serpeggianti sul substrato, da' quali si eleva un grande numero di rami dividentisi indefinitamente sempre verso una stessa direzione. Ambo questi sistemi vanne considerati separatamente, in quanto che diverso è il loro ufficio, come pure differente è la forma loro.

Il primo sistema di filamenti onde la pianta si adagia sul substrato, presenta uno sviluppo diverso secondo la estensione della superficie su cui detti filamenti crescono, a seconda degli ostacoli incontrati nello sviluppo. Ebbi spesso occasione di riscontrare degli individui cresciuti quasi isolati sopra piccoli ciottoli o su frammenti di conchiglie; vi si scorgeva in essi un insieme di fili ramificati scorrenti verso differenti direzioni, i cui ramuli, unilaterali, incontravansi qua e là sovrapponendosi e costituendo una sorta di rete a maglie assai irregolari. Altre volte, specie seguendo lo sviluppo di macrozoospore germinate in grandi cumoli sopra una superficie limitatissima, lo aspetto e la estensione dei filamenti erano differenti; essi trovavansi accalcati e confusi gli uni sugli altri dando tosto origine a ramuli aerei. Ho talora infine riscontrato qualche macrozoospora svolgersi in contatto ai fili di un grosso *Oedogonium*. Quivi i giovani filamenti, anzichè elevarsi direttamente verso l'alto, si accrescevano seguendo la lunghezza del filo, avviluppandolo con numerose ramificazioni in modo da costituire un intrigatissimo gomitolo.

Ma fatta astrazione di questi ultimi casi, del tutto speciali, i cespuglietti di *Cl. circinnatus* si attaccano al substrato per mezzo di un sistema di filamenti serpeggianti e diffusi e lo sviluppo di tali fili è d'ordinario poderoso. Normalmente essi non si stendono in linea retta; tendono invece ad incurvarsi verso un lato e così pure tutte le successive ramificazioni, di qualunque specie esse siano, seguono la stessa tendenza. La ragione di ciò, come ora vedremo, risiede nello incremento intercalare ed unilaterale che subiscono più o meno pronunciatamente tutte le cellule. Lo incurvamento è spesso marcatissimo, specie quando

TAV. III e IV

considerevole è la lunghezza dei fili e dei rami che ne dipendono. Esso manifestasi in forma di arco, il quale si svolge regolarmente verso una data direzione; presso si fatti filamenti sono rare le sinuosità o le brusche interruzioni.

Le cellule che costituiscono i fili hanno tipicamente una forma cilindrica a diametro longitudinale più o meno raccorciato. A volte appaiono presso a poco egualmente lunghe che larghe, oppure anche due volte più lunghe che larghe. Eccezionalmente si osservano cellule considerevolmente estese in lunghezza, interposte qua e là alle normali. Il contorno interno di ogni cellula descrive una curva continua a sviluppo quasi circolare, ovale od ellissoide, in modo che la tramezza, che si interpone tra due cellule contigue, si presenta sotto forma di una lamella biconcava trasversale più o meno spessa. In generale la larghezza ordinaria degli articoli vegetativi varia da 10 a 15 micr.; la lunghezza loro media è compresa fra 12 e 18 micr. eccezionalmente la lunghezza importa da 20 a 32 micr.

Lo spessore delle pareti cellulari è più tosto considerevole, in modo che nello interno della sostanza della membrana hanno luogo quei fenomeni ottici, conosciuti col nome di striature e di stratificazioni risaltanti con particolare distinzione nelle pareti molto inspessite. Nella sostanza della membrana vi distinguiamo tre regioni: l'una interna, mediocrementemente spessa, molto refringente, finamente striata, i cui contorni tondeggianti staccano distintissimi e danno alla cavità quella forma ovale od ellissoide che abbiamo notato. La soluzione alcoolica di jodio non rende a questo strato alcuna colorazione. La regione intermedia è di un'estrema tenuità e sotto forti ingrandimenti, facendo uso p. e. dell'obbiettivo ad immersione n. 9 di Hartnack, assume l'apparenza di una sottilissima laminetta grigiastra che riveste completamente la esterna superficie dello strato interno. La regione esteriore presenta uno spessore relativamente notevole ed importa presso a poco $\frac{3}{5}$ dell'intiera membrana. Essa prende tutti i caratteri di una vera cuticola, e par che serva di cemento alle cellule onde la serie si compone. I contorni esterni di detto strato sono nettamente indicati da una linea scura, leggermente sinuosa lungo i fianchi del filo; le strozzature corrispondono ai punti di connessione delle cellule e sono più marcate lungo uno dei lati del filamento. Tale strato è fortemente refringente, d'un bianco brillante

e traversato da sottilissime strie: esso si frammette fra' setti trasversali in forma di continua lamella, in modo che ogni articolo rimane da ogni lato cinto dallo strato cuticolare, od almeno tale n'è l'apparenza. La tintura di jodio rende a cotesta regione un colorito debolmente azzurro; mentre collocati i fili dentro a potassa caustica bollente detto strato completamente si discioglie e la serie si scinde nei singoli elementi onde si compone. Trattando invece i filamenti con acido solforico concentrato, oppure colla soluzione cupro-ammoniacale, non manifestasi alcuna notevole alterazione; il che dimostra grandissima l'analogia fra siffatto strato e la sostanza intercellulare dei tessuti delle piante superiori.

TAV. III e IV

Il contenuto delle cellule componenti cotesto sistema di fili è del protoplasma associato ad abbondante clorofilla. Originariamente i granuli si presentano minuti, fittissimi ed omogeneamente distribuiti nell'interno della cavità cellulare. Vi si scorge altresì un grosso nucleo amilaceo a contorni marcatissimi, situato verso il centro. Allontanando la clorofilla mediante lo impiego di alcool a 70°, è facile accertarci della presenza di un vero nucleo protoplasmatico. Esso è più piccolo del nucleo amilaceo e sta situato lateralmente a questo; è di forma presso a poco sferica e talora include un piccolo nucleolo assai refringente. Le frequenti granulazioni protoplasmatiche rendono sovente invisibile il nucleo; in ogni modo, ricorrendo agli ordinarii mezzi di colorazione, la ricerca rimane molto agevole.

Si fatte cellule normalmente rappresentano degli elementi puramente vegetativi e non danno giammai luogo a formazione di zoospore; invecchiano ben presto coprendosi di una parete molto spessa; il contenuto si riempie di frequenti granuli, alcuni dei quali verdi, altri scolorati a mo' di amido od olio, mentre scompare del tutto il nucleo amilaceo. In cotesto stadio cessano di svolgersi ulteriormente e persistono in condizioni di vita latente per subire più tardi un nuovo modo di sviluppo, oppure anche lentamente si disfanno e spariscono.

Dal descritto sistema di filamenti a grado a grado si passa a quello delle ramificazioni aeree colla continuata e progressiva produzione di un indefinito ordine di rami. Questi pure prendono una direzione curvilinea, rivolgendo il lato concavo verso una stessa direzione corrispondente a quella medesima seguita dal filamento di ordine precedente.

Tutti gli elementi possiedono la facoltà di dare origine a laterali ramificazioni; ma d'ordinario i rami, dipendenti dai filamenti più vecchi, sono relativamente scarsi; indi divengono più frequenti e sempre più abbondanti, mentre diminuiscono in lunghezza.

La formazione dei ramuli ha luogo in una maniera che è del tutto caratteristica a questo genere. Nei primordî cotesto fenomeno è soltanto indicato dal leggero sollevarsi verso lo esterno di una delle due pareti longitudinali della cellula, assumendo essa parete una certa convessità, la quale si rende poi sempre più pronunziata. In tal guisa si abbozza un'emergenza laterale papilloide, dal cui continuato sviluppo in lunghezza deriva in pochissimo tempo un ramulo perfetto. Vanno però distinti due casi diversi di formazione; ora la cellula iniziale di una ramificazione è egualmente lunga che larga, ora è maggiore la sua lunghezza. Nel primo caso tutta quanta la parete longitudinale si solleva e costituisce la base del nuovo ramulo, nel secondo, detto ramo svolgesi per laterale germinazione della regione superiore della cellula, in modo che il sollevamento della parete manifestasi immediatamente al di sotto del setto trasversale che separa la cellula, di cui è parola, dalla contigua, e ciò solo per piccolo tratto o per una porzione di superficie corrispondente alla larghezza del futuro ramulo. Così abbozzata la formazione di un ramo, essa completasi per continuato sviluppo in lunghezza dell'elemento iniziale. Questo però raramente acquista una perfetta indipendenza dalla cellula madre, in quanto che in esso il primo setto trasversale ordinariamente formasi ad una certa distanza dalla cellula da cui esso dipende, sicché la cavità di questa continuasi allo esterno per costituire la base della nuova ramificazione. L'incremento di questa procede in via regolare per reiterate partizioni trasversali seguite da proporzionato sviluppo in lunghezza. Indi succedonsi nuovi ramuli, e a questi poi degli altri ed indefinitamente moltissimi, seguendo la stessa legge di sviluppo descritto; dall'insieme deriva un regolare e compatto cespuglietto.

Tutti i ramuli, qualunque sia l'ordine loro di nascita, si rivolgono verso l'alto formando un angolo di 40°-50° colla ramificazione di ordine precedente e sono presso a poco tra di loro eguali in larghezza. È degno però della massima considerazione il fatto, che essi ramuli, per quanto numerosi in una stessa colonia, tutti si svolgono verso una stessa e costante direzione; nessuna eccezione èvvi a siffatta regola. Cotesta

particolarità trova analogo riscontro in qualche Melanoficea di acqua dolce del genere *Pleurocladia* A. Br. TAV. III e IV

Il numero dei ramuli generati è d'ordinario grandissimo, in quanto che ogni cellula è suscettiva di sviluppo laterale; ma in fatto essi sono più copiosi verso la sommità. Comunque sia, se si riflette al modo e all'ordine come le ramificazioni si svolgono, c'è possibile *a priori* renderci ragione della regolare ed elegante costituzione dei cespuglietti di *Cl. circinnatus*. Anzi, per una singolare concomitanza, riscontriamo attuato nelle singole parti, onde questa pianta si compone, con grandissima analogia, quello stesso processo di ramificazione simpodiale descritto recentemente dai morfologi per la teorica intelligenza della cima scorpioide. La rassomiglianza è davvero grandissima, e ciascun ramulo di *Ctenocladus*, svolgendosi costantemente verso uno stesso lato, dando poi origine colla stessa legge ad un indefinito ordine di altre ramificazioni, dà a poco a poco luogo alla formazione di un complicatissimo insieme di filamenti a sviluppo scorpioide. Un intiero cespuglietto potrebbe benissimo paragonare ad un'enorme cima scorpioide ripetutamente ed estremamente composta. Lo appellativo specifico di questa pianta parmi per questo bene appropriato.

La particolarità dianzi notata, che i singoli rami tendono, durante il loro sviluppo, a curvarsi più o meno sensibilmente ad arco, determina una leggera tendenza spirale nei diversi membri componenti l'organismo. Cotesto fatto è di grande vantaggio alla pianta, in quanto che rende agevole il successivo suo ampliamento, mentre toglie ogni ostacolo al libero sviluppo dei ramuli. Comunque lievissima si fatta tendenza, è però bastevole al conseguimento di tal fine. Lo incurvamento dipende dallo essere ogni cellula della serie, nessuna esclusa, virtualmente suscettiva di svolgersi verso una stessa direzione laterale. E sebbene non tutti gli elementi si allungano in rami, tuttavia presso la più gran parte di essi il fenomeno rimane solamente accennato dallo unilaterale sollevamento della parete o tutto al più ridotto alla semplice produzione di una cortissima emergenza unicellulare. Sicché per tutta quanta la lunghezza di uno stesso filamento esiste una regione laterale capace di maggior sviluppo e corrispondente al lato donde emergono i ramuli, alla cui attività è necessariamente dovuta la incurvazione del filo verso il lato opposto.

TAV. III e IV.

L'accrescimento dei ramuli è generale, vale a dire non limitato a regioni determinate del filamento, in quanto che tutte le cellule indistintamente si moltiplicano per continuate partizioni trasversali. Soltanto a vegetazione inoltrata l'attività moltiplicativa manifestasi più marcata nei ramuli di recente formazione, e ciò fin tanto che questi non si trasformino in zoosporangi. Allora interviene nella vita dell'organismo una nuova fase di sviluppo, la quale va studiata nei suoi minuti particolari.

Lo stadio riproduttivo è caratterizzato dalla produzione di germi mobili o meglio di zoospore, delle quali alcune sono suscettive di sviluppo agamico, altri comportansi da veri plasmidi sessuati. Distinguerò questi ultimi col nome di zoogonidi.

Zoospore e zoogonidi rappresentano una definitiva condizione di sviluppo che la pianta raggiunge appena cessato lo incremento vegetativo. Questo avviene normalmente alla fine dell'autunno. Allora le cellule apicali dei ramuli si trasformano in zoosporangi, e di lì a poco l'intera colonia si dissolve, passando per nuove e complicate fasi di esistenza, donde poi si compie il ritorno alla forma primitiva.

Rivolgendo per ora la nostra attenzione alla riproduzione agamica, occorre anzitutto distinguere due sorta di germi che intervengono per lo adempimento di sì fatta funzione. Ambo sono delle zoospore bicigliate, ma differenti tra di loro quanto alla origine, alla forma e alle dimensioni. Indicherò le une, più grandi e prodotte alla fine del periodo di vegetazione normale all'interno di cellule particolari della sommità de' ramuli, col nome di macrozoospore; le altre più piccole, generate dentro cellule vegetative pervenute allo stadio palmellaceo, si diranno microzoospore.

Fig. 2-3.

Verso la fine dell'autunno, eccezionalmente anche più tardi o prima, gli articoli degli estremi rami apicali divengono cellule madri generatrici di macrozoospore, ossia macrozoosporangi. A tal'uopo ogni cellula vegetativa si stende ed accrescesi lateralmente nel modo stesso descritto per la formazione dei ramuli normali di vegetazione e costituisce una emergenza pronunziatissima, la quale, raggiunta una certa lunghezza, spesso considerevole, trasformasi tosto in un semplice zoosporangio uniloculare; oppure continuando ad allungarsi nella stessa direzione laterale

primitiva dà origine ad un corto ramulo diviso trasversalmente in due o tre articoli, i quali divengono pure essi altrettanti macrozoosporangi. Come i ramuli di ultima generazione, così anche quelli di penultima, possono dar luogo alla produzione di macrozoospore dentro cellule particolari; ed in quest'ultimo caso soltanto quegli elementi i quali non si sono svolti in rami di vegetazione.

In tutti i casi i macrozoosporangi differiscono dalle ordinarie cellule vegetative principalmente per il maggiore sviluppo loro in lunghezza, potendo alle volte raggiungere un diametro longitudinale persino 12 volte maggiore di quello trasversale. In generale essi sono delle cavità cilindriche assai allungate, larghe presso a poco quanto gli articoli vegetativi ed aventi la stessa origine dei ramuli di vegetazione. Per quest'ultima circostanza, se si formano dei macrozoosporangi da articoli piuttosto lunghi od almeno più lunghi che larghi, a sviluppo compiuto, la intiera cellula generatrice delle macrozoospore apparirà costituita da due parti, cioè, dall'articolo originario e da una laterale emergenza subapicale dello stesso, formanti l'una e l'altra un'unica cavità. Così pure possono osservarsi altre differenze relative alla struttura e alla disposizione de' macrozoosporangi, le quali pienamente corrispondono a quelle che notammo studiando la genesi e la costituzione dei ramuli. Del resto volendo classificare siffatti organi rispetto alla origine, alla posizione ed alla conformazione loro, ne distingueremo di tre sorta; 1° macrozoosporangi laterali, indipendenti dagli elementi del ramulo di cui sono laterale produzione, essendosi la loro cavità segregata da quella della cellula madre mediante una parete trasversale; 2° macrozoosporangi laterali, la cui cavità è continua con quella della cellula madre generatrice, e ciò per mancata formazione di una tramezza di cellulosa; 3° macrozoosporangi interni, dovuti a totale metamorfosi di una cellula vegetativa qualunque, non accompagnata da formazione di una laterale emergenza. Gli zoosporangi si distinguono altresì dagli articoli vegetativi per la relativa sottigliezza delle pareti loro; laonde manca in queste ogni traccia di strie e sono di una trasparenza quasi vitrea. Il contenuto prende poi un aspetto del tutto particolare: la clorofilla non trovasi differenziata in granuli, ma costituisce allo interno della cavità cellulare una massa omogeneamente distribuita, o tutto al più scorgonsi rarissimi corpuscoli. In tale stadio spicca

TAV. III e IV. distintissimo il nucleo amilaceo e lateralmente a questo, indicato da una piccola areola scolorata, vedesi pure sovente il nucleo protoplasmatico appartenente alla cellula.

Fig. 4. La formazione delle macrozoospore comincia di notte e si compie il mattino seguente di buon'ora. I germi derivano per successiva divisione del contenuto in 8, 16, 32 parti. Tali differenze nel numero delle macrozoospore, svoltesi in una stessa cellula madre, dipendono dalle variabili dimensioni di questa. Per queste ragioni mi è occorso anche di osservare la formazione di 4 macrozoospore in cellule eccezionalmente piccole. La divisione del contenuto si effettua regolarmente e con una certa rapidità. D'ordinario le prime scissioni avvengono in direzione trasversale, l'ultima nel senso della lunghezza. Possono tuttavia aver luogo divisioni del contenuto con regolare alternanza, e questo in ispecial guisa quando i macrozoosporangi sono corti e relativamente grossi: caso in fatto rarissimo. A formazione compiuta, i germi prendono una disposizione biseriale all'interno della cellula generatrice.

Fig. 2 m.

I macrozoosporangi maturi si aprono per un piccolo foro circolare, il quale, per la differente disposizione di esse cellule, praticasi ora all'apice, ora lungo le pareti longitudinali a simiglianza delle *Cladophora*.

La uscita delle macrozoospore nella stagione autunnale comincia verso le 8 del mattino, essendo la temperatura ambiente di circa 12° C., e si protrae normalmente fino alle 11 ant. Un tempo nuvoloso, come pure un abbassamento rapido di alcuni gradi di temperatura, può bensì ritardarla. A 4° C. cessa completamente la emissione dei germi mobili, nè può essere ulteriormente riattivata.

Fig. 2 n. 4.

La uscita delle macrozoospore dà luogo ad un fenomeno di una grande importanza per la fisiologia del protoplasma e del quale troviamo pieno riscontro nella emissione delle grosse spore mobili degli *Oedogonium*. Il poro, onde apronsi i macrozoosporangi del *Cl. circinnatus*, presenta da principio un diametro assai piccolo relativamente alla grossezza del corpo delle macrozoospore, le quali sono già pronte a disseminarsi nel liquido ambiente. L'egresso di queste non è quindi possibile senza qualche fatica. A tal uopo la prima macrozoospora, pervenuta di contro all'orificio, vi penetra col rostro e spingesi in avanti tentando ogni sforzo per superare l'angusto adito. Il corpo del germe,

estremamente contrattile, procede oltre quasi nulla si opponesse alla uscita, restringendosi e strozzandosi a misura che avanza ed urta contro le pareti dell'angusta apertura. Finalmente l'ostacolo è vinto e la macrozoospora rapidamente guadagna il liquido circostante. Ben tosto una seconda macrozoospora tenta la stessa via coi medesimi sforzi e con egual successo; indi una terza e così di seguito tutte quante stanno incluse nello stesso macrozoosporangio. Nelle condizioni normali l'intera evacuazione effettuasi in meno di due minuti. A volte però quando trattasi di zoosporangi a sviluppo precoce, determinato specialmente dallo stato particolare delle colture, qualche macrozoospora non riesce ad abbandonare la propria cellula madre e rimane sovente incagliata dentro l'apertura; il che impedisce alle altre, tuttora contenute nello interno del macrozoosporangio, di guadagnare la uscita.

TAV. III e IV.

Generalmente a misura che uno zoosporangio si vuota, l'orifizio s'ingrandisce e la liberazione de' germi ha luogo senza tanta difficoltà. Ciò è dovuto ad una lenta e sempre crescente liquefazione che subisce la regione della parete ove praticasi l'apertura; sicché i vecchi macrozoosporangi, già perfettamente vuoti, si presentano costantemente mancanti della sommità a mo' di una manica aperta.

Fig. 2 k.

Non si osserva alcuna regola quanto all'ordine col quale si vuotano le cellule madri delle macrozoospore. Spesso però pare che la emissione cominci dai macrozoosporangi apicali e gradatamente proceda verso quelli interni.

Le macrozoospore, esaminate libere e vaganti per l'acqua ambiente, non presentano alcuna traccia delle difficoltà subite durante la uscita, le quali provano con somma evidenza la estrema contrattibilità del corpo dei protoplasmii nudi. Noi troveremo identico riscontro di tal fenomeno nelle zoospore dell'*Hormotila mucigena* moventisi in un mezzo più denso dell'ordinario. Esse macrozoospore sono tipicamente ovali, a volte anche presso a poco ellissoidi. La metà anteriore del loro corpo è perfettamente jalina, trasparentissima e vi si attaccano due esilissimi cigli; il resto è ripieno di una massa granulosa clorofillacea obliquamente disposta in modo da lasciar visibile uno spazio chiaro laterale a mo' di vacuola. Non ho potuto verificare se veramente trattisi di una vacuola pulsante. Fra mezzo alla clorofilla si nasconde un nucleo amilaceo rotondo talora a contorni ben distinti. Vi si scorgono

Fig. 5.

TAV. III e IV.

altresi qua e là intorno al vacuo laterale pochi granuli di grandezza differente e lucidi, verosimilmente dovuti a sostanza mucilaginosa. Esiste pure distintissimo un piccolo ocello rosso addossato alla parete verso la regione mediana del corpo della macrozoospora. La lunghezza massima del germe importa circa 9 micr., mentre la larghezza varia da 5 a 7 micr. Del resto non esistono apprezzabili differenze di volume.

Le macrozoospore si muovono circa 12 ore con grande vivacità, accumulandosi verso i punti più esposti alla luce: esse sono perciò positivamente eliotropiche come la più parte delle zoospore. La germinazione comincia appena cessato il moto. Ho potuto agevolmente seguirne lo sviluppo per quasi due mesi. Siffatta vegetazione, confrontata con quella dei germi cresciuti all'aperto, mi è parsa assai lenta: i fili derivati dalle macrozoospore germinanti nei miei acquari non avevano raggiunto che una lunghezza circa 20 volte maggiore del diametro trasversale. Ho attribuito sì fatto ritardo alla presenza di un'ameba terrestre che si era copiosamente svolta a spese delle mie colture, che poi finiva col distruggere.

Fig. 6.

Nei primi stadî di germinazione la macrozoospora si copre di una sottilissima e trasparente membrana mentre diviene a poco a poco globoide. La clorofilla assume una situazione parietale ben marcata; il nucleo amilaceo spicca distintissimo. Ben tosto aumenta il volume del germe senza che si manifesti il più lieve cambiamento nella forma di esso, e scompare ogni traccia dell'ocello. A capo di una settimana, essendo la macrozoospora germinante ancor più cresciuta in dimensioni, si manifesta in questa la tendenza di svolgersi in filamento. Cotesto modo di sviluppo procede poi regolarmente e ne deriva un filo di struttura confervacea, diviso in articoli mediante pareti trasversali. Presso ogni cellula la cavità è ripiena di abbondante clorofilla, la quale si accumula in masse distinte contro le pareti, quasi come osservasi nelle cellule di un *Stigeoclonium*. Vi si scorge altresì un nucleo amilaceo ben marcato. Le membrane cellulari sono sottilissime, ma s'ispessiscono in corso di sviluppo. Nelle mie colture, i filamenti derivati dalla germinazione delle macrozoospore, durante lo allungamento, si sono conservati semplici, dando luogo a irregolari dilatazioni seguite da cangiamento nella direzione primitiva. Esaminando però più tardi analoghe germinazioni compiutesi all'aperto, acquistavo la certezza

che da tali germi avessero poi origine nuovi e normali cespugliotti di *Cl. circinnatus*. Il modo come ciò effettuasi si comprende facilmente. Tav. III e IV.

Compiuta la evacuazione dei macrozoosporangi, assicurata così in via agamica la conservazione dell'organismo, la pianta subentra in una nuova fase di esistenza, la quale distingue il periodo di vegetazione invernale. Per questo riguardo il *Cl. circinnatus* non si comporta diversamente da un grande numero di altre Corferoidee. Allora le cellule, le quali non hanno preso parte alla su descritta moltiplicazione, si svolgono seguendo due vie diverse: alcune rimangono temporariamente in condizioni vegetative e si cambiano in elementi protococcoidei suscettivi di uno sviluppo complicatissimo; altre a poco a poco s'ingrandiscono e si trasformano in grossi zoogonangi ibernanti. In tutti i casi cotesta nuova fase di sviluppo è contraddistinta dalla completa dissoluzione dei fili. Influenza favorevoli condizioni, specie in tempo di prolungata e copiosa pioggia il fenomeno compiesi con grande rapidità. Presso ogni cellula allora manifestasi marcatissima la tendenza d'individualizzarsi in elemento a sé perfettamente distinto. In conseguenza la sostanza delle pareti cellulari, o, forse con più verosimiglianza, lo strato cuticolare perde tutta quanta la primitiva coesione, si sfascia e cade, mentre il contenuto, vestitosi di una propria membrana, si riorganizza in una nuova cellula completa. È codesto un vero processo d'innovazione o di ringiovanimento, come suol dirsi, il quale ricorda moltissimo il costituirsi del contenuto tutto di una cellula di *Oedogonium* in grossa zoospora. Le cellule derivate da sì fatto processo si isolano prestissimo, e l'intero cespuglietto si trasforma in un irregolare cumolo di elementi protococcoidei, i quali non conservano alcuna traccia della primitiva loro disposizione.

Prendendo primieramente in esame quegli elementi derivati da così fatto processo i quali restano alcun tempo in condizioni vegetative, va anzitutto notato come spesso alla dissoluzione delle vecchie pareti cellulari preceda il pronto dividersi trasversalmente del contenuto in due nuovi elementi. Questi crescendo ed arrotondandosi, forzano la membrana materna, la quale si dilata o si spezza e poi lentamente sciogliesi in massa gelatinosa amorfa. La quantità di sì fatta sostanza è soggetta a variare probabilmente secondo le condizioni ambienti e Fig. 7

TAV. III e IV.

secondo lo spessore della vecchia membrana. Per questo le cellule possono rinvenirsi ora affatto nude e libere, ora avvolte da spessa e copiosa gelatina. In tale stadio la pianta riveste qualche volta tutti i caratteri della *Hormospora mutabilis* Bréb., ma soltanto per brevissimo tempo in quanto che intervengono ulteriori divisioni nelle singole cellule ripetute con regolare alternanza secondo le tre direzioni dello spazio. Ne derivano così dei gruppi di elementi sferoidi, raccolti dentro mucilagine più o meno copiosa e somigliantissimi a colonie di una *Palmella* o di una *Gloeocystis*. Talora in corso di sviluppo la gelatina lentamente diffuisce e si discioglie in massa liquida; oppure cessa la produzione ulteriore di questa sostanza. Così le cellule restano perfettamente isolate. Ciò precorre lo avvicinarsi di una nuova fase di sviluppo della quale si dirà ora.

Fig. 8.

Fig. 9.

Durante il descritto stadio palmellaceo il contenuto delle singole cellule è ripieno di minute e fittissime granulazioni distribuite omogeneamente. La parete, essendo sottilissima e trasparente, par che manchi addirittura. Così pure il considerevole condensamento della massa clorofillacea rende quasi invisibile il nucleo amilaceo. Il volume delle cellule è variabile secondo l'età, in quanto che gli elementi di più recente formazione appaiono più piccoli dei primitivi.

Lo sviluppo che subiscono queste colonie è di una estrema complicazione. I risultati dedotti dalle mie numerose osservazioni contengono parecchie lacune, le quali io spero di poter colmare nello avvenire. Riferirò per ora solamente tutto ciò che parmi di meglio accertato.

Nelle condizioni sopraccennate le colonie sono suscettive di svolgersi agamicamente mediante microzoospore. Alcune cellule soltanto danno luogo direttamente a cotesto modo di moltiplicazione; altre, più tardi, dopo essersi trasformate in fili.

Fig. 14-15.

Le microzoospore nascono per successiva divisione del contenuto delle singole cellule in 4, 8, 16 parti. Come nel caso della formazione delle macrozoospore, la divisione comincia di notte e compiesi la mattina seguente. Allora sciogliesi lentamente l'ambiente gelatina e le microzoospore si spargono nell'acqua. Esse sono più piccole delle macrozoospore, del resto vi rassomigliano completamente quanto alla forma ed alla struttura. Muovonsi con grande vivacità rivolgendosi verso i punti più esposti alla luce. Il moto dura in media una mezza giornata;

indi cessa ed i germi si trasformano in esili fili. Nelle colture non ho potuto bastevolmente seguire lo sviluppo di cotesti filamenti; ho bensì notato che nei primi stadî della germinazione il corpo della microzoospora s'ingrandisce pochissimo; la clorofilla prende una posizione parietale, mentre scompare ogni traccia di ocello. Indi il germe si allunga irregolarmente. Gli articoli si tramezzano a distanze assai variabili e le cellule che ne risultano ora si slargano irregolarmente, ora appaiono ristrette in varî punti. Non ho potuto assicurarmi se tali fili si svolgano poi in rami, nè mi è riuscito di rilevarne lo ulteriore sviluppo. Credo però probabilissimo che essi diano origine a questa seconda forma di sviluppo che ora descriverò.

Tav. III e IV.

Mentre continua la produzione delle microzoospore, le altre cellule, estranee a cotesto processo, si svolgono seguendo un'altra differente via. Presso tali elementi cessa allora la produzione della esterna gelatina; la parete, comunque sottile, spicca distinta; i granuli clorofillacei si sono completamente disciolti, e la sostanza verde si trova ammassata densamente contro le pareti; nell'interno della cavità si osserva un ampio vacuo scolorato, irregolare. Le dimensioni di coteste cellule sono variabili, siccome pure variabili sono quelle degli elementi che da esse direttamente derivano. Per progressiva germinazione, segue da sì fatte cellule la costituzione di un poderoso sistema di filamenti. Lo sviluppo, specie nei primordi, è irregolarissimo tanto per la direzione che prendono i filamenti, come per la forma e per le dimensioni delle cellule che questi compongono. Sonvi di quelli che si ramificano di buon'ora, altri si conservano semplici per lungo tratto, serpeggiando e diffondendosi variamente sinuosi sul substrato. Quanto alle cellule, talune si estendono notevolmente in larghezza, prendendo una forma cilindrica pressochè regolare, oppure qua e là si restringono, mentre d'altra parte considerevolmente si dilatano; altre si presentano più corte o cortissime a contorno in mille guise variabile. Qualche volta la connessione di più articoli consecutivi è indicata da profonde strozzature; in altri casi sembra che la unione di più cellule si compia obliquamente per la regione sottoapicale. Siffatto complesso di filamenti si complica coll'aggiunta indefinita di numerosi ordini di ramuli. Per via della grande irregolarità degli elementi e per la estrema compattezza del complesso che ne risulta, riesce assai difficile lo indagare quale legge regoli

Fig. 10.

Fig. 11-12.

TAV. III e IV.

la disposizione e l'ordine di nascita dei rami. Non ostante, se non mi sono ingannato, parmi di potere asserire che tutte le ramificazioni si dispongano unilateralmente secondo il modo normale e caratteristico della forma macrozoosporifera. I ramuli però si succedono con grande frequenza e crescono dritti, ed addossati gli uni sugli altri, costituendo un densissimo complesso di apparenza quasi ifica. L'analogia non è poi del tutto lontana, stante la particolare forma degli articoli e lo special modo di struttura loro. Le cellule sono infatti poverissime di contenuto clorofillaceo e sovente, quando si presentano estremamente allungate, la sostanza verde si riduce ad una minutissima fascia parietale, spesso in forma d'anello, racchiudente un piccolo nucleo amilaceo. La parete è poi sottilissima e di una trasparenza quasi vitrea. In sostanza, la struttura concorda perfettamente con quella delle cellule di *Ulothrix*, anche nelle più lievi modificazioni che potrebbero manifestarsi. Questo fatto è veramente singolare, in quanto che le due piante, considerate in altre condizioni della loro esistenza non presentano poi che scarsissimi punti di contatto.

È per altro necessario di notare come si fatto sistema di filamenti non rappresenti poi che una forma transitoria di sviluppo, paragonabile ad una sorta d'ipotallo, dal quale, per una serie di ulteriori modificazioni, la pianta ritorna alle condizioni definitive di vegetazione. Coteste metamorfosi sono preannunziate dalla formazione più regolare di articoli corti, abbondanti di materia verde, e a pareti più spesse, mentre gli altri a poco a poco si vuotano del proprio contenuto e restano in forma di esili elementi ifoidei. Tali articoli, dapprima sparsi e rari, indi più frequenti e disposti in serie, s'ingrandiscono a grado a grado prendendo a sviluppo compiuto una forma ovale od ellissoide. La loro membrana s'ispessisce moltissimo e si presenta concentricamente striata: la tintura di jodio le rende una debole colorazione violetta. Il contenuto è ripieno di abbondanti e grossi granuli clorofillacei, fra i quali spiccano molti grossi corpuscoli di sostanza amilacea. Tali cellule sono congiunte l'una dopo l'altra in serie moniliforme. Il volume loro è uguale a quello delle cellule vegetative normali.

Durante le accennate modificazioni, gli esili ed irregolari filamenti, direttamente derivati dalla germinazione delle cellule a sviluppo di *Palmella*, non si svolgono altrimenti, mentre i nuovi fili, a cellule più

Fig. 11-12, i.

grosse, gradatamente ripristinano la originaria forma cespugliosa. Ma sovente le condizioni ambienti oppongono un ostacolo a cotesto regolare svolgimento, e le serie moniliformi su descritte ritornano allo stadio palmellaceo precedente. Conseguentemente la membrana cellulare si scioglie in gelatina, e il contenuto si divide successivamente in 4, 8, 16 parti, le quali divengono altrettante cellule, oppure anche delle microzoospore. Tutto ciò fa sì che lo stadio di *Palmella* persista lungamente e prova con quanta efficacia influisca l'esterno ambiente sulle condizioni di sviluppo dell'organismo. Un certo numero di cellule cosiffatte mostrano però di resistere a coteste sfavorevoli influenze, e protette dalla solida e spessa parete rimangono disperse sul substrato, impassibili ed isolate tutto lo inverno per svolgersi poi nella primavera seguente, oppure, sopraffatte dalla secchezza, si conservano immutate tutta la state. Ignoro lo sviluppo ulteriore di siffatti elementi; probabilmente essi si svolgeranno in nuove colonie palmelloidee.

TAV. III e IV

Fig. 13.

Rimane in ultimo da rivolgere la nostra attenzione allo sviluppo sessuale del *Cl. circinnatus*.

Dianzi notavo come non tutti gli articoli vegetativi soggiacciono alla fine dell'autunno a quel processo di divisione e moltiplicazione cellulare onde hanno origine delle colonie a sviluppo palmellaceo; un certo numero, rimasti affatto esclusi da cotesto svolgimento, si trasformano in zoogonangi. Come i precedenti, quest'ultimi, pare, debbano la loro origine ad uno speciale processo di ringiovanimento di cui è sede il proprio contenuto. Per questo la parete loro si sfalda e staccasi e l'interno della cellula si riorganizza in un elemento generatore di germi sessuati. La nuova cellula, rivestita di una propria membrana, a grado a grado s'accresce in volume. La resistenza che oppone la parete della cellula madre, la quale d'ordinario non si scioglie ma persiste in forma di tenace involuppo, determina una certa disuguaglianza nello incremento del giovine zoogonangio, epperò lo sviluppo di questo talora sembra laterale rispetto al filamento primitivo, a volte longitudinale. Nel primo caso la cellula in via di formazione si svolge, ampliandosi, verso un lato, restando colla opposta estremità inclusa, quasi incapsulata, dentro la parete materna; la quale inceppandone parzialmente il libero sviluppo, fa sì che il zoogonangio assuma una configurazione piriforme.

Fig. 16.

Fig. III e IV. Nell'ultimo caso lo incremento è più omogeneo, il zoogonangio prende una forma ovale od ellissoide e della parete della cellula madre non rimane che qualche traccia alle due estremità del nuovo organo.

Fig. 17. I zoogonangi, maturando, inspessiscono considerevolmente la propria parete. Ma di rado si fatto spessimento è uguale ed omogeneo per tutta la estensione della parete; sovente invece formasi all'esterno della membrana un grosso corpo calloso in forma di sperone, spesso molto sviluppato e dal quale troviamo identico riscontro nelle grosse cellule ibernanti dei generi *Kentrosphaera* Borzi, *Scotinosphaera* Klebs, e *Phyllobium* Klebs. La presenza di cosiffatta appendice presso cellule, come queste, destinate a soggiacere lungamente allo stato latente ed appartenenti a così disparati organismi, pone in rilievo una circostanza il cui valore biologico non dovrà certo essere di lieve entità.

La intima costituzione del contenuto dei zoogonangi maturi del *Ct. circinnatus* presenta ancora non minore analogia con quella delle cellule ibernanti dei ricordati organismi. Da principio tutta la cavità è ripiena di minuti, numerosissimi e fitti granuli clorofillacei omogeneamente distribuiti; marcatissimo è il nucleo amilaceo, sovente un po' spostato dal centro. Indi le granulazioni divengono più grosse, disuguali, frequentissime; parecchie manifestano con somma evidenza la loro natura amilacea. Il nucleo d'amido è intieramente scomparso. D'allora in poi aumenta considerevolmente la provvigione di sostanza amilacea; vi si aggiungono pure delle grosse goccioline di grasso. Così costituiti, i zoogonangi soggiacciono impassibili alle sfavorevoli condizioni dell'ambiente e rimangono tutto lo inverno dispersi e confusi fra mezzo alle altre cellule a sviluppo palmellaceo. Il loro volume, spesso considerevole, basta *a priori* a distinguerli da cotesti elementi. Ve ne sono di quelli molto grossi misuranti un diametro di 70 micr.; altri più piccoli larghi fino a 25 micr. Lo spessore della parete importa da 6 ad 8 micr.

Fig. 18. Secondo le mie osservazioni, è raro il caso che i zoogonangi, senza passare allo stato di vita latente, si svolgano direttamente in germi. Ciò dovrebbe effettuarsi in via normale, se il sopraggiungere dell'inverno probabilmente non esercitasse delle sfavorevoli influenze sullo sviluppo di quegli organi. Lo stadio ibernante dura normalmente due o tre mesi. Può tuttavia cotesto periodo essere abbreviato da eccezionali

condizioni ambientali; e specie un moderato aumento di temperatura seguito da abbondante umidità può determinare il precoce sviluppo dei zoogonangi, come ebbi ad assicurarmi mediante prolungate culture.

Primo indizio della imminente produzione dei zoogonidi è la totale scomparsa delle interne e numerose granulazioni amilacee. La clorofilla allora si accumula a poco a poco sulle pareti, differenziandosi in masse di mediocre estensione, distinte ed a contorni definiti. Cotesto fenomeno è paragonabile a quello stesso processo di condensazione in nastri parietali a direzione raggiate che subisce la sostanza verde delle grosse cellule ibernanti di *Phyllobium dimorphum* (2) e *Kentrosphaera* durante le fasi che precorrono il ritorno a vita attiva di essi elementi. Poco dopo il contenuto soggiace a nuovi cambiamenti: le masse clorofillacee si sciolgono lentamente in minuti granuli; questi si accostano gli uni verso gli altri, e si confondono in unica massa finamente granulosa pressochè omogenea. Nel tempo stesso la spessa parete par che tenda a subire una lenta e totale liquefazione; spariscono le stratificazioni dianzi tanto marcate, e la sostanza della membrana assume una struttura più omogenea ed un certo grado di trasparenza che dirò quasi vitrea. Intanto nel seno del contenuto si accentuano più profonde modificazioni, il risultato delle quali è la formazione di numerose porzioni poliedriche densamente serrate le une contro le altre ed occupanti tutto quanto il lume della cellula. La comparsa di tali masse è simultanea e rende all'intero contenuto cellulare un aspetto schiumoso. Ben tosto esse si arrotondano e si differenziano in altrettanti germi in forma di zoospore. La uscita loro si effettua per completa soluzione della regione apicale della membrana, non già di tutta la parete, siccome potrebbesi *a priori* arguire dalla considerazione dei dianzi accennati cambiamenti subiti dalla membrana durante siffatto processo.

La dissoluzione parziale della parete del zoogonangio è pressochè istantanea, in modo che rapidamente effettuasi la sua intiera evacuazione. I germi sono agilissimi ed hanno la identica costituzione e quasi lo stesso volume delle microzoospore. Sovente però assumono una forma più allungata; del resto sono pur'essi provvisti di due esilissimi cigli,

TAV. III e IV.

Fig. 19.

Fig. 20.

(2) G. KLEBS, *Beiträge zur Kenntniss der niederer Algenformen*, nella *Bot. Zeit.*, 1881, p. 272.

TAV. III e IV.

di un ocello rosso parietale, di un nucleo amilaceo e di una vacuola laterale. Il significato sessuale attribuito a cotesti germi è *a priori* dimostrato dalla sterilità del più grande numero di essi, onde, pervenuti dopo poche ore in riposo, anziché svolgersi regolarmente a simiglianza delle zoospore, a poco a poco si sformano e poi sparisce ogni traccia loro. Ciò osservasi segnatamente quando nelle colture non si dispone che di una piccola quantità di zoogonangi maturi e la emissione dei germi si effettua in tempi differenti. Allora risalta evidentissima questa circostanza di grande valore fisiologico, che i zoogonangi generati da uno stesso zoogonangio non sono suscettivi di reciproca copulazione; la fecondazione è soltanto possibile tra germi provenienti da differenti cellule (3).

Fig. 21.

Non potendo disporre di bastevole materiale, le mie ricerche sulla sessualità del *Cl. circinnatus* sono in gran parte manchevoli. Nei pochi casi, nei quali mi è riuscito di osservare la copulazione dei zoogonidi, non potei seguire a lungo lo sviluppo delle zigospore; sicché ignoro per quali vie e in qual modo si compia il ritorno alla forma primitiva.

La copulazione ha luogo per graduale fusione del corpo dei due germi venuti in contatto mediante le regioni antero-rostrali e procede oltre poi gradatamente pe' lati, in modo che in meno di due minuti i due zoogonidi si trasformano in una semplice zigospora. Questa è provvista di quattro ciglia, di due ocelli laterali e di due nuclei amilacei. Le vacuole parietali dei singoli germi si sono fuse insieme durante la conjugazione e costituiscono un'unica vacuola centrale. Il moto delle zigospore dura mezza giornata od anche meno. Per mancanza

(3) Seguendo una distinzione proposta dal DELPINO (*Ann. scient. ed ind.*, XIV, p. 571) ho voluto indicare col nome di *zoogonidi* i mobili plasmidi sessuati del *Ctenocladus*. Attenendomi al medesimo criterio, avrei dovuto altresì servirmi della stessa espressione per designare le cellule sessuali dell'*Ulva Lactuea* e della *Leptosira Mediciana*. Tuttavia per la considerazione che presso tali piante la sessualità non manifestasi collo intervento di germi assolutamente ed esclusivamente servienti a tale ufficio, ho creduto allora conveniente di giovarmi della originaria e generale espressione di *zoospore sessuate* che il Pringsheim già introduceva nella Scienza, comunque si fatto appellativo non mi sia parso bene appropriato. Le nostre conoscenze sulla vita degli organismi inferiori sono tuttora troppo imperfette per ritenere che vi sieno dei vocaboli rigorosamente propri per un'esatta definizione delle proprietà inerenti a taluni organi appartenenti a tali esseri.

di bastevole materiale non ho potuto istituire delle esperienze relative all'azione della luce su tali germi. Nei pochi casi da me osservati, cessato il movimento, le zigospore rimanevano deposte sul fondo del recipiente, coprendosi di una sottile parete e assumendo una forma sferoide senza che il contenuto subisse alcun cambiamento.

Dalle ricerche precedenti rimane in qualche guisa dimostrato in qual modo proceda lo sviluppo del *Ct. circinnatus* dall'autunno alla primavera dell'anno seguente. Resterebbe soltanto da esaminare sotto qual forma si compie la conservazione dell'organismo durante la stagione secca e specie nella estate, e per quali vie rendesi possibile il ritorno a quelle condizioni di vita attiva che distinguono il periodo di vegetazione autunnale di sì fatta pianta. Intorno a tale argomento mi resta poco da dire.

Al cessare delle copiose piogge primaverili, cui la pianta deve tanto rigoglio di vegetazione, segue un lungo periodo di sospensione dell'attività vitale dell'organismo, provocato tanto dalla secchezza, come dalle mutate condizioni della temperatura ambiente. Visitando sovente al sopraggiungere di cotesto periodo e più tardi la località ove nei mesi precedenti avevo rinvenuto l'alga in piena vegetazione, mi riusciva di determinare le principali modalità di cotesto processo. Sia o no compiuta la metamorfosi della forma palmellacea in cespuglietti a sviluppo vegetativo normale, oppure esista la pianta in queste ultime condizioni soltanto, il disseccamento riduce l'organismo o le sue parti in tale stato di rigidità da renderlo fragilissimo sotto la più lieve pressione. Per la seguita insolazione, la clorofilla si trasforma in una sostanza rossastra d'aspetto oleoso, la quale riunita in grandi goccioline, si condensa nella cavità cellulare. Le pareti assumono una lucentezza più spiccata. Da tali modificazioni non sono esclusi quei zoogonangi i quali non hanno potuto a tempo compiere il loro sviluppo. Durante siffatto periodo i delicatissimi fili a elementi allungati, esili e scarsi di contenuto clorofillaceo, derivati dalla forma palmellacea, spiegano una grande importanza per la conservazione dell'organismo. Serpeggianti sul substrato, confusi spesso ed immersi totalmente nel fondo fangoso della palude, insinuati fra le screpolature degli steli putrescenti, costituiscono un sistema di filamenti, quasi ipofleodici, destinato a preservare la pianta

dalla forte e continuata insolazione a cui trovasi esposta durante la state. In tal guisa le corte e grosse cellule a parete spessa e ricche di provvigione amilacea, che hanno origine da si fatto sistema, nella più parte dei casi resistono inalterate alle sfavorevoli influenze esterne e riprendono nell'autunno il loro normale sviluppo. Tali cellule, le quali poi durante la secchezza si isolano con tanta facilità, si possono benissimo considerare come dei vari organi *estivanti*. Protette dalle accidentalità del substrato, le altre parti della pianta possono anche sopportare la insolazione; ma ciò avviene in via eccezionale, stante che si fatte condizioni di distribuzione non sono che in maniera casuale soddisfatte dalle dette parti; sicchè queste, durante il periodo estivo, ordinariamente periscono. Ciò non ostante, se gli effetti della insolazione non abbiano lungamente agito sulla pianta, puossi anche artificialmente ravvivarne l'attività temporariamente sospesa. Così a me occorreva di provocare formazione di macrozoospore in fili da due settimane esposti al disseccamento ed ai raggi diretti del sole. Le cellule presentavano tutti i caratteri suaccennati, ma rimesse in nuove condizioni di umidità ed al riparo della insolazione, il contenuto riprendeva a poco a poco la originaria costituzione e senza gran fatto ingrandirsi davano origine a macrozoospore.

Dirò in ultimo qualcosa intorno alle affinità ed alla sistematica posizione di questo nuovo genere.

Volendo seguire tra' più recenti algologici il Kirchner (4) ed il Falkenberg (5) saremmo costretti a collocare il genere *Ctenocladus* colle *Cladophora* in uno stesso gruppo e più propriamente accanto ai *Chlorotylum*, alle *Pilinia*, ecc. Dianzi accennavo quanto imperfetto fosse un così fatto sistema, il quale riposa sopra criterî di nessuna entità morfologica. Una ricostituzione veramente razionale di questo naturalissimo ordine delle Confervoidee Isogame, cui tutti cotesti indicati organismi si riferiscono, esigerebbe la separazione delle *Cladophora* da una parte, le quali collegate ai *Microdictyon* Dene., alle *Chaetomorpha* Ktz., alle *Anadyomene* Lmx., ai *Siphonocladus* Schmitz. e alle *Valonia*

(4) *Kryptogamen-Flora von Schlesien: - Algen*, bearb. von D.^r O. KIRCHNER. Breslau, 1878.

(5) *Die Algen im weitesten Sinne*, nel SCHENK's *Lehrb.*, II, p. 259-261.

Ginanni, secondo il giudizio dello Schmitz (6) rappresenterebbero la piccola famiglia delle Sifonocladacee, mentre dall'altro lato la presenza od assenza di un nucleo amilaceo, le fisiche proprietà della parete cellulare, la distribuzione del contenuto clorofillaceo ed il modo di moltiplicazione, ci fornirebbero altri e più saldi criteri per la distribuzione dei restanti generi a cellule unicelate nelle due distinte famiglie delle Chroolepidacee e delle Ulotrichiacee. Essendo carattere distintivo di quest'ultimo gruppo la presenza di un nucleo amilaceo nell'interno dei singoli elementi, la distribuzione parietale della clorofilla, la tendenza alla gelificazione delle membrane cellulari e la riproduzione per macrozoospore e microzoospore, talora queste ultime differenziate in zoogonidi, il nostro *Ctenocladus* vi si lega per talune sue morfologiche proprietà. Ma non potremmo a rigor di logica ritenerlo come parte integrante di tal famiglia, imperocchè vi si oppongono le fisiche proprietà delle pareti delle cellule, il modo d'incremento dei fili e la differenziazione di elementi speciali in zoosporangi e zoogonangi: la condensazione della materia verde in masse definite sulle pareti osservasi soltanto temporariamente nel *Ctenocladus*. Per tali differenze cotesto genere si accosterebbe invece molto più alle Croolepidacee, in modo che a me pare, possa benissimo considerarsi come il tipo il più elevato di questa famiglia.

(6) F. SCHMITZ, *Ueber die vielkernigen Zellen der Siphonocladaceen*, Halle, 1879.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA III E IV.

- Fig.* 1. — Porzione di un cespuglietto a sviluppo vegetativo ($\frac{195}{1}$).
- » 2. — Estremità di un filamento in istato di moltiplicazione per macrozoospore; *h*, macrozoosporangio vuoto; *m*, macrozoospore mature; *n*, uscita delle macrozoospore ($\frac{370}{1}$).
- » 3-4. — Genesi ed emissione delle macrozoospore ($\frac{660}{1}$).
- » 5. — Macrozoospore isolate (id.).
- » 6. — Diversi casi di germinazione delle macrozoospore (id.).
- » 7. — Dissoluzione dei fili in elementi palmelloidei (id.).
- » 8-9. — Sviluppo ulteriore delle cellule precedenti (id.).
- » 10. — Germinazione delle cellule palmelloidee (id.).
- » 11-12. — Filamenti ipofleodici derivati dalle precedenti germinazioni: *i*, cellule estivanti isolate od in serie ($\frac{370}{1}$).
- » 13. — Ritorno delle cellule estivanti allo stato di *Palmella* ($\frac{660}{1}$).
- » 14. — Formazione delle microzoospore (id.).
- » 15. — Microzoospore isolate (id.).
- » 16. — Zoogonangio in via di formazione (id.).
- » 17. — Zoogonangio maturo (id.).
- » 18. — Zoogonangio in istato ibernante (id.).
- » 19-20. — Sviluppo ed emissione dei zoogonidi (id.).
- » 21. — Copulazione dei zoogonidi (id.).



CLADOPHORA, Ktz.

Delle numerose forme di così disparato valore sistematico onde si compone l'antico genere *Conferva*, parecchie rimangono tuttora mal definite e di dubbia autonomia. Fra queste vanno principalmente ricordate quelle poche che il Kützing (1) riuniva sotto la generica denominazione di *Rhizoclonium*, come altresì un piccolo avanzo di specie, le quali sono fino ad oggi sfuggite ad ogni tentativo di sistematica coordinazione e che costituiscono l'odierno genere *Conferva* Link. Ricorrendo ai lumi che la storia biologica potrà apprestarci sarà facile il dimostrare come esse forme rappresentino degli stadî di sviluppo di altri noti organismi, ed anche possibile il precisare a quali specie si riferiscono, segnatamente per quello che spetta al genere *Rhizoclonium*. Quanto alle vere *Conferva*, la dimostrazione, comunque possibile in tesi generale, non è tanto agevole ridotta a termini così ristretti, poichè quel generico appellativo allude a forme d'ignota moltiplicazione, costituite tutte da filamenti semplici e liberi, a cellule con contenuto clorofillaceo e pareti solide non deliquescenti. Questi caratteri, troppo manchevoli e generali, ci lasciano non solo qualche sospetto, confermato poi in parte dalla esperienza, sull'autonomia di tali organismi, ma rendono possibile la supposizione che a sviluppo compiuto essi rappresentino delle forme le più disparate. Sicchè del sistematico valore delle specie che oggi compongono il genere *Conferva* potrebbe quasi dirsi ciò che è oggi dimostrato circa all'entità di quelle forme già conosciute coi nomi di *Protococcus*, *Palmella*, ecc. Comunque sia, nella generalità dei casi

TAV. V.

(1) *Phycol. gener.*, p. 261.

TAV. V.

a me noti, così il genere *Conferva*, come costantemente il genere *Rhizoclonium* sono legati da intimi rapporti alle specie del genere *Cladophora*; e ciò è possibile il dimostrare seguendo, come io ho fatto, a grado a grado mediante una serie di ricerche, il progressivo passaggio dall'uno all'altro tipo.

Tutti sanno con quanta potenza di adattabilità le specie del genere *Cladophora* seguano e si accomodino alle variabili condizioni dell'ambiente. Nonostante, la smania di coniare forme nuove ha sovente sviato l'attenzione dell'algologo da quei moderati criterî comprensivi che sono una naturale conseguenza di tal fatto. E' sarebbe per questo necessario uno studio diligente della misura e del modo come procedono ed attuansi tali modificazioni in uno stesso tipo. Se fatto esame in particolar guisa gioverebbe poi a farci rilevare tutta la importanza di talune profonde variazioni per le quali sono derivate delle forme così sostanzialmente diverse dal tipo normale da assumere tutti i caratteri di autonomi gruppi generici, i quali, così fino ad oggi considerati, hanno ricevuto i nomi di *Conferva* e di *Rhizoclonium*. Nello stesso modo riusciremo a porre in rilievo non meno evidenti attinenze del genere *Cladophora* con alcune specie di *Gongrosira*.

Le ricerche, delle quali esporrò adesso i risultati, riguardano precisamente si fatta quistione. Trattando della struttura delle cellule di *Rhizoclonium* e delle progressive modificazioni effettuate nel passaggio al tipo di sviluppo definitivo, avremo occasione di rivolgere qualche considerazione sul significato degli articoli multinucleati caratteristici del genere *Cladophora*, restando così pienamente giustificata tutta la importanza morfologica di questo genere che i lavori del Mohl e dello Schmitz rendevano meritevolmente classico nella storia della morfologia della cellula.

RHIZOCLONIUM

Studiando lo sviluppo delle forme del genere *Rhizoclonium* dovrà anzitutto esser rivolta la nostra attenzione alla struttura degli articoli onde si compongono i lunghissimi ed esili filamenti caratteristici di questo genere, seguendo progressivamente le successive modificazioni che il contenuto dei singoli elementi subisce durante il passaggio allo

stadio di *Cladophora*. Per mezzo di cotesto metodo di ricerca non riescirà difficile il renderci piena contezza di quelle gradualì ed intime trasformazioni, le quali si sono a poco a poco attuate per il finale conseguimento di quei caratteri che distinguono la forma definitiva. In tal modo ci troveremo agevolmente avviati alla chiara intelligenza del significato di quei particolari morfologici fenomeni, relativamente complessi, onde sono sede gli articoli del genere *Cladophora*. La quale quistione non è soltanto di capitale importanza per la sistematica ubicazione delle Sifonocladacee, ma interessa altresì sommamente la morfologia della cellula in generale.

Separate dal Kützing dallo interminabile caos di forme componenti il vecchio genere *Conferva*, le specie del preteso genere *Rhizoclonium* si distinguono pei loro filamenti lunghissimi, provvisti qua e là di corti ramuli laterali, assottigliati all'estremità e aventi la forma di brevissime appendici a mo' di rizine. Quanto alla moltiplicazione nulla di positivo ci è dato finora di attingere tanto alle indicazioni del Kützing stesso, come a quelle del Rabenhorst (2): veri organi di riproduzione non sono stati fino ad oggi osservati presso tali organismi.

Nelle mie ricerche su questo genere ebbi la occasione di procurarmi parecchie delle specie che vi si riferiscono; ma qui soltanto farò cenno di due sole forme le quali sono state preferibilmente oggetto delle mie indagini, vale a dire il *R. hieroglyphicum* Ktz., ed il *R. pannosum* Ktz., ambedue frequentissime nei dintorni di Messina. Gli esemplari destinati alle ricerche venivano collocati dentro piccoli acquari e conservati freschi lungo tempo nel laboratorio. Per la piena riuscita delle colture mi fu spesso necessario di servirmi di piccole vaschette di cristallo, dove l'acqua veniva di continuo alimentata e rinnovata da un ampio e ben arieggiato serbatojo posto a una certa distanza e collocato un po' in alto. A controllo dei risultati delle colture, solevo contemporaneamente esaminare a varie riprese, durante tutto l'anno, dei saggi provenienti costantemente da una stessa località.

Il *Rh. hieroglyphicum* è stato argomento delle mie prime ricerche.

(2) *Flora europaea Algarum aquae dulcis et submazinae*, Lipsiae 1864-68, III, p. 329.

TAV. V.

Quest' alga cresceva copiosa in vasche destinate alla irrigazione di agrumeti, formandovi alla superficie dell'acqua delle intrigatissime masse filamentose di un bel verde. I fili presentavano qua e là dei corti rametti laterali, talora semplici, a volte suddivisi all'apice in un rudimento di nuovi ramuli di secondo ordine. In tutti i casi le ramificazioni finivano in punta ed erano, specie in siffatta regione, scarsissime in contenuto clorofillaceo. Esaminando isolatamente dei fili essi apparivano qua e là piegati ed angolosi, corrispondendo coteste deviazioni ai punti d'inserzione dei ramuli.

Uno studio diligente del contenuto cellulare è anzitutto necessario per comprendere tutta l'importanza di quelle graduali modificazioni che si sono in seguito attuate e definitivamente stabiliti a compiuto sviluppo vegetativo. A tal'uopo io solevo scolorare le cellule mediante soggiorno prolungato in alcool a circa 70°. Con maggior vantaggio son talora riuscito ad evitare la benchè menoma perturbazione della massa protoplasmatica impiegando dell'alcool ancor più diluito, sostituendovi poi di quello di maggior forza. Ho altresì adoperato collo stesso effetto una soluzione concentrata di acido picrico; i saggi venivano quindi immersi e lavati in alcool debolissimo. Con tali mezzi il protoplasma delle cellule, indurito, conservava intatta la sua normale disposizione, rendendosi nel tempo stesso penetrabile alle diverse soluzioni coloranti, il cui impiego era poi necessario per uno studio più particolare del contenuto.

Fig. 1

Allontanata la sostanza verde da una cellula di *Rhizoclonium*, scorgiamo la cavità occupata da una gamba protoplasmatica divisa in ramuli o pseudopodi di varia estensione ed ampiezza, sovente ristrettissimi in fili, rivolti verso tutte le direzioni ed affluenti qua e là insieme per costituire una rete a maglie diversamente ampie ed irregolari. Questa par che si adagi sulla parete ed emetta parecchi pseudopodi a mo' di esili filamenti, i quali, dopo avere attraversata tutta la cavità cellulare, si riuniscono alla opposta parete. Fra mezzo a cotesta rete protoplasmatica parietale vedonsi dei nuclei amilacei, mediocrementi grossi, globoidi, compressi, in numero di 6 a 10, disposti con qualche regolarità in due serie longitudinali alterne. Gonfiati per azione della potassa, la loro forma risulta più distinta. Essi sono delle piccole masse protoplasmatiche sferiche rivestite da una tunica solida amilacea. Nelle

cellule vive tali nuclei trovansi coinvolti dalla sostanza verde e si può allora agevolmente seguire le loro graduali fasi di moltiplicazione. Ciò ha luogo per trasversale bipartizione: la tunica amilacea di ciascun corpuscolo si scinde torno torno nel mezzo e le due masse, appena separate, si riorganizzano in due nuovi nuclei amilacei. Mediante l'impiego di alcool riesce talora possibile di fissare i graduali stadî di cotesto processo. Sotto tale forma soltanto si rinviene l'amido negli elementi vegetativi del *Rhizoclonium* considerati in pieno sviluppo. Scorgonsi bensì altre minutissime granulazioni, ma dovute a sostanza mucilaginosa od oleosa. Tuttavia passando le cellule in uno stadio di riposo, anche temporaneo e brevissimo, la cavità cellulare si riempie di corpuscoli amilacei, spesso in tal copia da occupare tutta la parete.

Nelle cellule ordinarie non troppo lunghe, anzi normalmente presso a poco egualmente lunghe che larghe, immediatamente al di sotto della rete prtoplasmatica, scorgesi un solo vero nucleo, cinto da una tunica tenuissima di plasma, il quale non di rado si collega alla rete periferica mediante qualche sottile pseudopodio. Ma non tutti gli articoli di uno stesso filo presentano le medesime dimensioni in lunghezza: parecchi possiedono una lunghezza doppia dei precedenti, ed in questo caso nel loro interno si osservano due nuclei. Eccezionalmente havvi degli articoli ancora più lunghi e quivi esistono quattro nuclei situati in serie longitudinale ad eguali distanze. Qualunque sia del resto il caso, il nucleo ha forma sferica od ovale e misura un diametro di 1,5-2,5 micr.: la sua sostanza è omogenea e di notevole refringenza.

Senza l'ajuto di speciali reagenti la ricerca dei nuclei rimane assai difficile. Nelle cellule in condizioni normali di vegetazione e provviste di clorofilla, il nucleo è perfettamente invisibile; in quelle decolorate i nuclei si scorgono sotto forma di piccole masse solide sferoidi od ovali di refringenza diversa da quella del protoplasma fondamentale. In tal caso è facile scambiarli coi nuclei amilacei. — Tenendo immerse per poche ore (ordinariamente una mezza giornata) delle cellule si fatte dentro una soluzione di carminio all'allume, i nuclei assumono una tinta rosea più intensa delle altre parti del contenuto. — Moderando la colorazione dell'intera cellula mediante l'aggiunta di qualche gocciola di una soluzione alcoolica di acido

TAV. V

Fig. 1.

TAV. V. ossalico, riesce sovente possibile di limitare l'azione del colore ai soli nuclei.

Le identiche condizioni di struttura si riscontrano anche presso un'altra specie d'acqua salsa, probabilmente il *Rh. pannosum*. Gli articoli binucleati mi sono invece qui parsi un po' più frequenti di quelli ad un solo nucleo; non tanto rari altresì quelli a quattro nuclei.

Lo sviluppo e la struttura dei ramuli laterali non differisce eziandio in ambo queste forme. Negli esemplari da me studiati, frequenti scorgevansi sì fatte appendici, ma possono le condizioni ambienti limitarne lo sviluppo in una stessa forma, ed anche completamente arrestarlo. Ma di ciò si dirà meglio poi. Esse sono generate nella stessa guisa come le normali ramificazioni di una *Cladophora*, vale a dire, per laterale germinazione di una cellula qualunque della serie. Nel *R. hieroglyphicum* lo sviluppo dei ramuli è assai agevole a seguirsi sin dalle prime differenziazioni. I saggi conservati in alcool e con questo mezzo decolorati mi fornivano eccellente materiale per siffatte ricerche.

La genesi di un ramulo non è in alcuna guisa in rapporto alla divisione del nucleo della cellula cui detto ramo appartiene: l'uno e l'altro processo si compie in tempi diversi e normalmente la laterale germinazione dell'articolo precede la divisione longitudinale del corrispondente nucleo. Ma può anche questa venir meno e l'appendice generata resterà breve e privo di nucleo. Lo stesso dicasi per il caso in cui l'articolo generatore di un ramulo sia 2- o 4-nucleato. Il diametro del ramo in formazione eguaglia quello del filamento principale da cui esso dipende, in modo che se il relativo articolo generatore è uninucleato, quindi corto, tutta la parete longitudinale interamente si solleverà conformandosi a poco a poco in conica emergenza per costituire la nuova appendice. Se invece tale articolo è il doppio od il quadruplo più lungo che largo, il che avviene quando vi si contengono 2 o 4 nuclei, il sollevamento sarà parziale ed il ramulo prenderà tutti i caratteri di una laterale germinazione della regione superiore o inferiore della cellula. In ogni caso l'articolo e la sua appendice laterale formeranno una cavità unica, continua, come si osserva nei primordi della formazione dei ramuli delle *Cladophora*.

Abbozzata così in forma di laterale emergenza la formazione di un

ramulo, lo sviluppo di questo procede oltre per continuato incremento apicale. La durata di tale accrescimento è limitatissima, ma può esserlo di molto se l'acceunata formazione non è seguita tosto dalla divisione longitudinale del nucleo dell'articolo corrispondente. Il ramulo non riceve quindi alcun nucleo; il che influisce sul suo sviluppo ulteriore. Questo infatti cessa prestissimo, quasi che la mancanza del nucleo determinasse una sorta di esaurimento delle attitudini del protoplasma. In tali condizioni il nuovo ramulo prende la forma di una breve appendice laterale rizoidea assottigliata all'apice, poverissima di contenuto clorofillaceo, il quale sembra sciolto in abbondante linfa e contiene scarsi nuclei amilacei. Più tardi esso ramo vuotasi interamente del proprio contenuto. Nel caso però che la formazione delle laterali appendici è seguita dalla divisione del nucleo della relativa cellula, l'allungamento non cessa tanto presto: il nucleo del ramulo comportasi allora come quello degli articoli del filamento primario e ne deriva una serie di 2, 3, pochi articoli uni- o binucleati. L'incremento non va oltre, e il ramulo, comunque più valido che nel caso precedente, resta sempre in condizioni rudimentali; il contenuto delle cellule apicali è scarsissimo di clorofilla e tutta la serie par che finisca a mo' di pelo jalino.

A sviluppo compiuto i ramuli divergono quasi ad angolo retto dal filo primario, e da questo eccezionalmente si separano mediante una tramezza di cellulosa, mentre quasi sempre la loro base è in perfetta continuità colla cavità dell'articolo corrispondente, tanto che si tratti di ramuli uniaicolati, quanto di ramuli a 2 o 3 articoli.

In tal guisa hanno origine le ordinarie ramificazioni caratteristiche dei *Rhizoclonium*. Esse non sono quindi che delle appendici semplicissime, dei veri ramuli di prim'ordine rimasti allo stato rudimentale. In via eccezionale si osservano delle ramificazioni più complesse, le quali sono costituite da un ramulo 2-4 articolato, cui si inserisce una corta e nuova appendice di second'ordine. Le cellule estreme di ambo queste produzioni sono assottigliate all'apice e poverissime o interamente prive di contenuto clorofillaceo.

Nei primi saggi esaminati, la formazione di laterali appendici assumeva uno sviluppo mediocre e queste scorgevansi situate a varie distanze, alternandosi lungo i fianchi del filo. Talora fra due ramuli

TAV. V.

consecutivi vi si frapponeva un lunghissimo intervallo. In una forma che raccoglievo al Salice (villaggio presso Messina) nell'autunno del 1880, cotesta condizione trovavasi estremamente esagerata e la formazione dei ramuli appariva perfettamente soppressa. Tale forma cresceva copiosa sulle ruote di un mulino ad acqua, donde i fili pendevano a mo' di lunghi ed eleganti festoni. Così mancanti come erano di rami, davano all'alga tutti i caratteri di una vera *Conferva*; e con tutta probabilità potevasi ritenerla identica alla *Conferva amœna* Ktz. Detti fili, molli, delicati, dritti raggiungevano una notevole lunghezza estendendosi talora anche fino a 40 cm. Comunque normalmente semplici, alcuni palesavano una debole tendenza a dare origine a laterali appendici, le quali, situate a grandissime distanze, rimanevano appena indicate da cortissimo sollevamento conico laterale di qualche articolo. Come nella forma precedente, vi si scorgevano cellule corte ad un sol nucleo alternantisi con articoli il doppio più lunghi e provvisti di due nuclei. Del resto tanto la clorofilla, come il protoplasma presentavano le identiche condizioni di struttura e di disposizione. Poteva tuttavia sorgere il sospetto che ambo le forme fossero due cose ben differenti l'una dall'altra. Debbo a questo proposito notare come la forma a fili semplici fosse stata esclusivamente raccolta sulle ruote dei mulini; staccata dal ripercuotere della corrente, essa rinvenivasi altresì sulle pietre e sul terreno circostante. Quivi nei fili appariva più manifesta la tendenza a svolgersi in ramuli corti, rudimentali, e in pozze e serbatoi alimentati dall'acqua proveniente dal mulino la pianta assumeva tutti i caratteri del *Rh. hieroglyphicum*.

Così come vedesi, per influenza del mezzo ambiente la tendenza alla formazione di laterali ramificazioni può presso una stessa forma di *Rhizoclonium* manifestarsi assai debolmente od anche del tutto mancare, riducendosi così l'organismo allo stato di *Conferva*. Per tal ragione parmi probabile che una parte delle forme riferite, anche recentemente, a quest'ultimo genere sieno delle riduzioni allo stato semplice di *Rhizoclonium*. Ciò credo almeno fuor di dubbio per la *Conferva bombycina* Ag. e la *C. utriculosa* Kutz. La struttura di tali piante non è differente da quella di un *Rhizoclonium*: gli articoli sono sovente binucleati e qualche volta essi tendono a svolgersi in

ramuli, specie nelle colture, mentre sovente i fili persistono semplicissimi nelle condizioni ambienti normali.

L'incremento dei filamenti di tutte le forme finora indicate è generale ed effettuasi per reiterate partizioni trasversali del contenuto degli articoli. Tipicamente ogni articolo possiede un nucleo: esso rappresenta una cellula completa nelle sue condizioni normali. Tale cellula è di forma cilindrica a diametro longitudinale presso a poco uguagliante quello trasversale. Si fatto elemento prima di dividersi si estende un po' nel senso longitudinale, mentre il nucleo scindesi trasversalmente in due parti, le quali a poco a poco s'individualizzano in due nuclei distinti. Intanto, continuando l'incremento in volume del contenuto, le due porzioni nucleari si allontanano sempre più tra di loro per occupare definitivamente il centro dei due nuovi elementi. Allora effettuasi la completa separazione del contenuto in due distinte ed uguali cavità mediante un setto trasversale di cellulosa. La prima apparizione di questo è indicata da un tenuissimo cercine di sostanza scolorata e refringente, il quale dalla periferia del corpo protoplasmatico s'avanza, sempre più inspessendosi, verso l'interno fino a dimezzarlo interamente. La struttura del tutto particolare del contenuto rende impossibile una diligente rassegna di tutti quegli intimi fenomeni, i quali han sede nel nucleo e nell'ambiente protoplasma e precorrono ed accompagnano il suaccennato processo di divisione. In ogni modo riesce sempre facile il rilevare come il su detto processo di moltiplicazione cellulare si componga di due distinte ed indipendenti operazioni: l'una è la divisione del preesistente nucleo seguita contemporaneamente da proporzionato incremento in volume dell'ambiente massa protoplasmatica; l'altra è la formazione di un setto mediocre di cellulosa destinato a delimitare nettamente i confini dei due nuovi elementi. In tal guisa la moltiplicazione delle cellule di un *Rhizoclonium* non segue norme differenti da quelle che caratterizzano il processo di formazione per scissione delle cellule di tutte le altre piante. Può soltanto avvenire che le indicate operazioni non abbiano piena effettuazione ed il processo di divisione cellulare rimanga solo accennato dalla scissione del nucleo; la massa protoplasmatica si accresce allora il doppio di volume e riceve due nuclei distinti; la parete segue lo ingrandirsi del contenuto, ed a processo compiuto, traccia i limiti di

TAV. V

una cavità perfettamente continua e doppia in lunghezza della originaria. Una separazione del contenuto non avviene giammai; per mancata formazione di un setto di cellulosa le masse protoplasmatiche delle due cellule, la cui individualizzazione è indicata dalla divisione del nucleo e dal seguito proporzionato aumento in volume dell'ambiente plasma, sono rimaste confuse in una sola. Sicchè morfologicamente considerato ogni articolo binucleato di *Rhizoclonium* sarebbe il risultato della fusione di due cellule consecutive incomplete.

Fig. 2.

Gli articoli quatrinnucleati hanno la stessa origine di quelli a due nuclei. La mancanza quindi di formazione di una tramezza di cellulosa è un fatto il quale si può ripetere anche nella scissione di articoli binucleati. Anzi, considerando quanto sieno frequenti tanto gli articoli a due come quelli a quattro nuclei in uno stesso filamento, possiamo ritenere che sia carattere delle cellule di *Rhizoclonium* la tendenza di restare indivise da trasversali tramezze di cellulosa, in modo che, non influendo in nulla cotesta circostanza sulle attitudini del nucleo, il processo di moltiplicazione cellulare riducesi allora alla semplice e preliminare operazione della divisione del nucleo medesimo. Si fatta tendenza manifestasi però con una certa periodicità limitata, onde mentre non poche cellule seguitano a moltiplicarsi nella maniera normale, altre si cambiano in articoli 2- o 4 nucleati soltanto. Cotesta tendenza è altresì manifesta, comunque debolmente pronunziata, in alcune *Conferva*: così nel *C. bombycina* per tal ragione relativamente non scarsi sono gli articoli binucleati, più rari nella *C. vesiculosa*.

Lungamente coltivati in acquari, i fili di *Rhizoclonium* rimangono immutati: lo sviluppo è facile a seguirsi allo aperto sul loro naturale substrato. Soltanto una sola volta mi accadde di rinvenire nelle mie colture dei fili in via di ulteriori e profonde trasformazioni. Essi eransi a poco a poco svolti in normali filamenti di *Cladophora*. Esporrò i particolari di questo processo.

Nei casi da me osservati il passaggio alla forma *Cladophora* è seguito dopo trascorso un certo periodo d'ibernazione, indicato da cessazione di ulteriore incremento vegetativo e da copioso accumulamento di sostanza amilacea nell'interno degli articoli. Nella fig. 8 della Tav. 1 che accompagna il noto lavoro dello Schmitz sulle cellule

multinucleate delle Sifonocladacee (3) è rappresentato un articolo di *Cladophora* allo stato ibernante, i cui caratteri rispondono precisamente a quelli delle ricordate cellule di *Rhizoclonium* pervenute in eguali condizioni, salvochè il numero dei nuclei è d'ordinario minore; del resto quivi sono pure allineati in serie semplice lungo l'asse longitudinale dell'articolo. I corpuscoli amilacei sono frequentissimi, discoidi od angolosi per mutue pressioni subite e di dimensioni le più differenti; investiti dalla sostanza verde, costituiscono uno strato continuo che riveste da ogni dove la parete. Fra mezzo ad essi si scorgono pure delle goccioline d'olio, alcune anche piuttosto grandi.

Primo indizio della trasformazione dei fili in filamenti di *Cladophora* è la dissoluzione quasi completa del materiale nutritivo accumulato negli articoli, cui segue un aumento graduale in lunghezza di questi. Divengono allora frequenti gli articoli il quadruplo o l'ottuplo più lunghi che larghi e ne derivano delle serie diritte, lunghissime e delicate. Tosto aumenta pure il diametro trasversale degli articoli, al quale segue anche un proporzionato incremento in lunghezza dei medesimi. Cotesto sviluppo procede oltre indefinitamente. Intanto qua e là lungo i fili, alla sommità degli articoli, accennasi, colla formazione di coniche emergenze, alla costituzione di laterali ramificazioni, le quali a poco a poco raggiungono pieno sviluppo. E tanto per il modo come derivano e si completano tali rami, quanto per la intima struttura degli articoli, la pianta già presenta tutti i caratteri di una *Cladophora*.

È importante di seguire durante tali fasi le graduali modificazioni avvenute nello interno delle singole cellule di *Rhizoclonium* dallo stadio loro primitivo fino a quello di *Cladophora*. Uno esame diligentissimo del comportarsi del nucleo nel corso di cotesto processo non è senza interesse per la chiara intelligenza del significato morfologico delle cellule multinucleate delle *Cladophora*. I fili di *Rhizoclonium*, dei quali abbiamo fin qui seguito le graduali trasformazioni, erano originariamente costituiti da cellule normali ad un sol nucleo. Per mancata formazione di un setto trasversale vedemmo tali elementi, appena avvenuta la divisione trasversale del relativo nucleo,

Fig. 3.

(3) *Beobachtungen über die vielkernigen Zellen der Siphonocladaceen*; Halle 1879.

TAV. V. acquistare una lunghezza doppia della primitiva, restando così le due nuove cellule non separate da una solida tramezza e le singole masse protoplasmatiche confuse in una sola. È in tal modo derivato un articolo a cavità binucleata. Osservammo pure come talora in corso di vegetazione possa presso tali filamenti ripristinarsi la normale forma di divisione e moltiplicazione cellulare, seguendo immediatamente alla scissione del nucleo la formazione di una tramezza di cellulosa. Ma si fatta tendenza manifestasi più tardi assai debolmente, sicché ne derivano delle serie continue di articoli ora binucleati ora quatrinnucleati, e raramente compiesi il ritorno alle condizioni di struttura primitiva. Finché la pianta persiste allo stato di *Rhizoclonium* noi vediamo quindi in essa appena indicata la tendenza di accrescersi mediante un processo di moltiplicazione cellulare del tutto incompleto; ma più tardi cotesta proprietà diviene più marcata e a grado a grado l'organismo assume i caratteri di *Cladophora*. Così derivano articoli estremamente lunghi a 8, 16, 32 nuclei; e poichè la scissione di questi non è sempre simultanea, cotesto numero è soggetto a variare. Finché intervengono tali divisioni trasversali, i nuclei rimangono allineati in unica serie lungo l'asse mediano dell'articolo; questo soltanto si estende in lunghezza. Il succedersi di scissioni longitudinali aumenta ben tosto proporzionatamente la grossezza dei fili. Allora i nuclei assumono una disposizione biseriale. Alternandosi poi successivamente coteste due forme di divisione, il numero dei nuclei sensibilmente si accresce, mentre pure aumenta il volume dei relativi articoli. In tal guisa compiesi il passaggio alla struttura caratteristica del genere *Cladophora*.

Il signor Schimtz (4) studiando la struttura delle cellule dei generi *Conferva* e *Rhizoclonium*, poneva in rilievo così fatti intimi rapporti morfologici onde gli elementi di tali forme si legano alle *Cladophora* ed alle Sifonocladacee in generale. Secondo l'egregio Autore dalle più piccole forme di *Conferva* a cellule uninucleate, alle più cospicue con articoli binucleati, sino alle *Cladophora* a filamenti scarsamente ramificati, si passa gradatamente per intermediario dei

(4) *Untersuchungen über die Zellkerne der Thalloyphyten: nei Sitzungsberichten der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn*, 4 agosto 1879, p. 7 e 8.

Rhizoclonium. Sicchè con ragione quel botanico proponevasi di indagare tutta la entità sistematica di quei generi. Le esposte mie ricerche colmano tale lacuna, conducendoci per altra via alla chiara intelligenza di coteste intime armonie morfologiche, mentre definiscono una quistione di non lieve interesse tassonomico. Ma ciò non basta: se noi riflettiamo per quali intime modificazioni del contenuto cellulare di una *Conferva* o di un *Rhizoclonium* si sono gradatamente e successivamente attuati e fissati quei caratteri anatomici particolari alle *Cladophora*, le nostre ricerche potranno porgerci qualche po' di luce intorno al significato morfologico degli articoli multinucleati delle Sifonocladacee. Ed il signor Schmitz rivolgeva su tale argomento parecchie serie considerazioni (5), venendo alla conclusione che ogni articolo rappresentasse una vera e perfetta cellula eccezionalmente includente molti nuclei. La esistenza di elementi istologici così fatti veniva di poi accertata presso altre piante o parti di queste, rendendosi su tale quistione chiari i nomi dello stesso Schmitz (6), del Maupas (7), del Treub (8), dell'Elfvig (9), dello Strasburger (10), dello Johow (11), del Guignard (12) e dell'Hegelmaier (13), senza dire di parecchi altri, i quali estendevano eguali ricerche alle cellule animali. Così veniva scosso dalle sue basi il vecchio dogma di morfologia cellulare, secondo il quale la presenza di un sol nucleo, contenuto dentro unica e continua massa protoplasmatica, bastasse ad individualizzare

(5) Mem. cit. p. 45.

(6) Mem. cit. a pag. prec.

(7) *Sur quelques protorganismes animaux et végétaux multinucléés*, nei *Compt. Rend.* t. LXXXIX, 1879 p. 250.

(8) *Note sur la pluralité des noyaux dans quelques cellules*, negli *Arch. néerl.* t. XV, 1879.

(9) *Studien über die Pollenkörner der Angiospermen*, nella *Jenaische Zeitschrift.* t. Xlii, 1879.

(10) *Einige Bemerkungen über vielkernige Zellen etc.*, nella *Bot. Zeit*, 1880, p. 845, Tav. XII.

(11) *Untersuch. über die Zellkerne in der Secretbehält. und Parenchymzell.* etc, Bonn 1880.

(12) *Bulletin de la Société botanique de France*, 1880.

(13) *Ueber aus mehrkernigen Zellen aufgebaute Dicotyledonen-Keimträger*, nella *Bot. Zeit* 1880, p. 497.

TAV. V. un elemento istologico perfetto. La esistenza di cellule multinucleate è oramai ritenuta come cosa di fatto. Sicché ammessa la possibilità che vi sieno elementi istologici provvisti di più nuclei, avremmo come condizione capitale determinante la individualità di una cellula, la continuità della massa protoplasmatica, e meglio ancora la presenza di un esterno involuppo di cellulosa destinato a tracciare i limiti di questa. Se fatto concetto ci forzerebbe a dare in tal quistione una massima importanza alla membrana cellulare, in quantoché nel nostro caso è l'assenza di solidi setti di cellulosa che determina la continuità della sopra detta massa protoplasmatica; il che è di certo inesatto. La necessità d'indagare la morfologica natura di elementi così in apparenza eccezionalmente costituiti, è già stata recentemente avvertita da parecchi botanici. Fra questi principalmente il signor M. Treub descrivendo la struttura delle cellule laticifere di talune Angiosperme, presso le quali egli scopriva un grande numero di nuclei, ebbe ad opinare che tali elementi risultassero della fusione di cellule normali uninucleate e mancanti di membrana. Il generalizzare un po' più costoso principio, lo estenderlo alla interpretazione del valore morfologico degli articoli multinucleati della Sifonocladacee, non è guari difficile e senza ricorrere a delle ipotesi, la semplice considerazione dei fatti su descritti ci permette a ritenere i detti articoli egualmente costituiti da fusioni di elementi istologici nudi ed involti tutti dentro un comune involuppo di cellulosa.

Questa conclusione troverebbe poi pieno appoggio in casi di anomala struttura da me osservati negli articoli di *Cladophora fracta* Ktz. Tratterebbesi della formazione di interni setti di cellulosa generati nella cavità di uno stesso articolo. Il caso è nuovo e parmi degno di menzione.

Fig. 4. Da parecchi mesi conservavo in un piccolo acquario dei cespuglietti di *Cladophora fracta* Ktz. Durante lo inverno lo accrescimento dei fili cessava e gli articoli, considerevolmente ingranditi, arrontondati e involti da una membrana molto spessa, rinvenivansi allo stato di ibernazione. La continuità della serie appariva profondamente alterata, assumendo essi articoli sovente una disposizione a zig-zag. Il contenuto presentavasi ricchissimo di sostanza verde ed abbondantemente ripieno di granuli amilacei. In eguale stato di ibernazione rinveni-

vansi altresì giovani fili derivati dalla germinazione di zoospore. Studiando siffatto materiale, mi avvidi della presenza di alcuni articoli aventi la cavità scomposta in loggette. Nel caso più semplice notavasi una tramezza di cellulosa, la quale, partendosi dalla esterna parete, descrivendo un arco, separava dalla intiera cavità, un piccolo segmento della forma di una calotta sferica, come non di rado si osserva nei grossi articoli di una *Valonia*. Lo spessore di detta tramezza era alquanto inferiore a quello della membrana dello intiero articolo. Una volta sola mi occorre di osservare due segmenti siffatti ed egualmente costituiti in uno stesso articolo. In alcuni casi la base della calotta svolgevasi al di fuori sotto forma di corta emergenza, suscettiva più tardi di dare origine ad un corto ramulo, nello stesso modo come è stato descritto dallo Schmitz per la *Valonia utricularis* Ktz. (14). In un solo caso, da me figurato nella Tav. V, tale appendice presentava una conformazione molto singolare: essa appariva, cioè, costituita da una doppia serie di cellule, a pareti molto spesse, riunite in un tutto continuo, come presso a poco la sottile lacinia della fronda di un *Monostroma*. Ricorrendo ai soliti mezzi di decolorazione era facile accertarsi tanto nei primi casi, come in questo ultimo, della presenza di un solo nucleo all'interno di ciascuna loggia. Sicchè ogni nuova cavità, essendo limitata da pareti di cellulosa, avea assunto tutti i caratteri di una cellula perfetta.

Questi fatti ci porgono ancor più chiaramente una riprova dello enunciato principio, nello stesso modo come teratologiche proprietà, manifestanti in organi di piante superiori, sono spesso una eloquente dimostrazione di talune recondite morfologiche condizioni di essi organi. D'altra parte, la produzione degli indicati setti di cellulosa è la espressione di un ritorno alle tipiche condizioni originarie, le quali avrebbero dovuto essere le normali, se durante la esistenza dell'organismo non si fosse, passando per gradual tentativi, stabilita in maniera definitiva una marcata indipendenza fra il processo di divisione nucleare e la spartizione del relativo contenuto mediante una solida lamella.

Le descritte anomalie dei fili di *Cladophora*, specie la segmentazione del contenuto per produzione di tramezze arcuate, partentisi dalle pareti

(14) Veggasi a tal proposito la figura 2 della citata memoria del signor Schmitz (*vielkern. Zell. d. Siphonocl.* Halle 1879.)

TAV. V

lateralis, trova perfettissimo riscontro nei generi *Valonia* e *Siphonocladus*; ma quivi il fenomeno riveste tutti i caratteri di un fatto normale, a dedurlo dalla frequenza, colla quale si manifesta. Gli Algologi, usi a considerare il corpo di una *Valonia*, come costituito da una sola cellula, si sono di molto affaticati per rendersi conto della origine e del significato di coteste interne produzioni cellulosiche. Grazie alle ricerche su ricordate dello Schmitz, colle quali viene dimostrata la presenza di molti nuclei all'interno degli otricelli di *Valonia*, ed appoggiati alle ragioni di analogia, in questo caso evidentissime, calzanti, la quistione parmi completamente risolta: le interne formazioni di cellulosa non sarebbero che vere pareti limitanti una cellula perfetta. Nelle *Valonia* e meglio ancora nel genere *Siphonocladus*, la segmentazione del contenuto avrebbe quindi il significato di una moltiplicazione compiutasi nella forma e nei modi ordinari per divisione del nucleo seguita da interposizione di una tramezza di cellulosa. La cavità restante, estranea a cotesto processo, conterrebbe degli elementi potenzialmente indicati dai soli nuclei, o meglio con altre parole, sarebbe costituita da cellule il cui processo di moltiplicazione si è arrestato allo iniziale fenomeno della divisione nucleare. In tal modo, morfologicamente considerate, le *Cladophora* (come altresì gli affini generi *Chaetomorpha*, *Microdictyon*, *Pithophora* ecc. ecc.) potrebbero considerarsi come vere colonie concatenate a regolare sviluppo di *Valonia*.

Tutto ciò poi prova ancor meglio che il gruppo delle Sifonocladicee, tal quale è stato stabilito dallo Schmitz, vien delineato da caratteri essenzialmente razionali e mal si addirebbe qualsiasi altra sistematica combinazione, la quale si allontanasse dai criterii scelti da quel Botanico. (15)

GONGROSIRA

Delle specie riferite a questo genere alcune vanno considerate come stadii di sviluppo di *Vaucheria* come deducesi da un bellissimo

(15) Non è qui il luogo di esaminare se la morfologica interpretazione da me data degli articoli multinucleati delle Sifonocladicee possa essere ammessa come principio generale in tutti gli analoghi casi in cui una continua ed unica massa protoplasmatica presenti nel suo interno più nuclei. Per le cellule laticifere delle

lavoro del signor E. Stahl (16), le cui conclusioni io ebbi la opportunità di confermare pienamente lo inverno decorso qui in Messina. Ma di questo nulla dirò; mi piace soltanto di rivolgere alcune considerazioni sopra altri rapporti da me posti in rilievo, tra *Cladophora* e talune forme di *Gongrosira*.

Sulle pareti di un vasto serbatoio destinato alla irrigazione di agrumeti, raccoglievo dei cespuglietti di *Cladophora glomerata* in condizioni normali di vegetazione. Quivi la pianta cresceva in copia grandissima e spesso bisognando di rinnovare il mio materiale da studio ricorrevo a tal fonte per rifornirmene. L'anno scorso la pianta scompariva dalla stessa località e le pareti apparivano ricoperte da uno spesso strato di sostanza verdognolo-nerastra, molle al tatto e quasi grumosa. Esaminando al microscopio siffatta produzione, fra mezzo a differentissime Alghe, la più parte Croococcacee e Desmidiacee, riscontravansi dei folti cespuglietti di filamenti verdi irregolarmente affastellati sul substrato. Le cellule, molto grosse, quasi sferoidi, cinte da una membrana assai spessa e concentricamente stratificata, davano alla pianta i caratteri di una *Gongrosira*, probabilmente della *G. pygmaea*

piante superiori tale principio può avere piena applicazione, specie dopo le recentissime ricerche del signor E. Schmidt (*Bot. Zeit.* 1882, N. 27-28). Quanto agli altri casi, tanto le ragioni di analogia, come semplici considerazioni di morfologia comparata ci porgono lumi bastevoli per ritenere che non vi sieno delle eccezioni, e che lo stesso significato abbiano altri differenti istologici elementi, provvisti di molti nuclei. Uno dei più belli esempi di tal genere ci offre il sospensorio dello embrione di talune Leguminose, il quale, secondo le ricerche di Hegelmaier (*Bot. Zeit.* 1880 N. 29-30) e di Guignard (*Bull. de la Soc. Bot. de France.* 1880), sarebbe una vera cellula plurinucleata. Ma se gettiamo uno sguardo alle belle figure ed alle descrizioni contenute in un recente esteso lavoro generale dello stesso signor Guignard sulla Embriogenia delle Leguminose (*Ann. des Scienc. natur.* 7^e sér., tom. XII, p. 1-166, tav. I-VIII) e stabiliamo dei confronti fra le diverse condizioni morfologiche del sospensorio delle differenti Leguminose, riscontriamo chiarissima la dimostrazione, che l'elemento multinucleato del sospensorio dello embrione di una *Vicia* è omologamente costituito come il sospensorio multicellulare di un *Cicer* o di una *Ononis*, e che soltanto la multinuclearità del primo è dovuta alla mancata formazione di lamelle di cellulosa, che avrebbe dovuto seguire alla divisione dei nuclei, come è avvenuto nei sospensorii di questi ultimi generi. La stessa dimostrazione è pure possibile quanto alle fibre floemiche a molti nuclei delle piante superiori.

(16) Ueber die Ruhezustände der *Vaucheria geminata*, nella *Bot. Zeit.* 1879, N. 9.

TAV. V.

Ktz. (17). Oltre ai detti cespuglietti, dispersi sul substrato notavasi un buon numero di filamenti, spesso semplici, corti e costituiti da pochi elementi, oppure ridotti ad una sola cellula.

Tale forma, come ho potuto poi rilevare per mezzo di assidue ricerche, ha origine dalla germinazione di zoospore di *Cladophora fracta*. Come d'ordinario, tali germi, appena cessato il moto, svolgono, in contatto al substrato, una lunga appendice ialina, assottigliata in basso, in forma di rizina. L'estremità opposta aumenta sensibilmente di volume, assumendo a poco a poco un contorno sferoide e conservandosi ricca di contenuto clorofillaceo. Poscia, anziché continuare a svolgersi direttamente in esile filamento ad elementi cilindroidi, come è il caso normale, dà luogo a una serie di articoli sferoidi od ellittici, poco numerosi, grossi e cinti da una parete molto spessa. Indi formansi dei ramuli cortissimi, cui succedono dei nuovi rametti. Le cellule conservano sempre la stessa forma e presso a poco le medesime dimensioni. Tutte contengono abbondante sostanza verde, e dei granuli di amido. Il diametro massimo di elementi si fatti varia da' 20 a' 30 micr. La struttura del contenuto non è diversa da quella di un articolo di *Cladophora*, salvoché vi si osserva ordinariamente un sol nucleo, raramente 2, situati nel centro. Nello insieme la rassomiglianza con un piccolo cespuglietto di *Gongrosira pygmaea* è grandissima. L'ulteriore sviluppo della pianta conferma d'altra parte tale giudizio. Di fatti è noto come talune cellule componenti i fili ramificati di questa specie di *Gongrosira*, sieno suscettive di trasformarsi in zoosporangi. Ordinariamente quelle apicali subiscono sì fatta metamorfosi (18) e si distinguono a prima giunta da quelle sottoposte per le maggiori loro dimensioni. Negli esemplari esaminati mi accadde qualche volta di osservare sì fatta forma di moltiplicazione, ma non potei rilevarne tutti i particolari per mancanza di sufficiente materiale da studio.

Prima della formazione delle zoospore il contenuto delle cellule assume una trasparenza maggiore di prima; la copiosa provvigione amilacea si scioglie a poco a poco, e la cavità appare ripiena di una massa di plasma di un bel verde intenso e di aspetto finamente granelloso. La genesi delle zoospore si compie nel modo stesso caratteristico

(17) *Phycol. gener.*, p. 283, N. 3, T. 17, fig. 6-8.

(18) V. RABENHORST, *op. cit.* pag. 302, vol. III, fig. 110, g.

alle *Cladophora*. Soltanto il numero dei germi generati è inferiore, contandosene in una stessa collula da 10 a 16. Anche quanto alla forma, le zoospore non differiscono da quelle normali di *Cladophora*; così pure rispetto alla costituzione loro, salvo che sono più piccole. Il corpo di tali germi è ovale od ellissoide; vi si osserva un nucleo amilaceo ed un ocello rossastro laterale; la regione rostrale rappresenta circa una terza parte del volume della intiera zoospora e costantemente si inseriscono alla estremità due delicatissime ciglia. La uscita della zoospore compiesi attraverso una apertura circolare, piuttosto angusta, praticata traverso la parete. Poste in libertà, esse vagano alcun tempo per l'acqua, dirigendosi ai punti più esposti alla luce; si arrestano quindi sul margine del liquido, e quivi germinano.

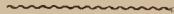
E' sarebbe stato interessante il seguire per mezzo di copioso materiale e di ripetute osservazioni lo sviluppo di tali germi: io non ho potuto farlo, ma, se non m'inganno, dalla germinazione di si fatte zoospore, mi è parso potessero avere origine fili di *Cladophora* ad articoli uninucleati.

Fatta astrazione di ciò, tale fenomeno puossi direttamente osservare nello sviluppo di normali fili della forma riferibile alla *Gongrosira pygmaea* rimasti allo stato vegetativo. Ciò si effettua sotto l'influenza di favorevoli condizioni. Gli articoli allora si allungano, ricevono due nuclei e poi man mano assumono quella morfologica costituzione che è caratteristica delle *Cladophora*.

Ignoro se eguali rapporti di sviluppo esistano tra altre forme di *Gongrosira* e quest'ultimo genere: le mie ricerche, a tale uopo instituite, non sono state seguite da felice successo, non avendo potuto qui in Messina, procurarmi bastevole materiale. Del resto comunque poche, tali indagini ci porgono argomento ad esternare qualche dubbio intorno alla sistematica autonomia del genere *Gongrosira*. Ho però la speranza che altri, più fortunato di me, possa riuscire a risolvere del tutto tale quistione. In ogni modo le esposte ricerche provano che le nostre conoscenze intorno alla Biologia delle *Cladophora* non sono tuttora compiutamente del dominio della scienza, e che campo vastissimo a nuove indagini si offre all'Algologo, nonostante che tal gruppo di organismi, da lungo tempo noti, sia grandemente diffuso nelle nostre acque, tanto marine che terrestri.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA V.

- Fig.* 1. — *Cladophora fracta* Ktz. Fili allo stato di *Rhizoclonium* con articoli uni- e binucleati ($\frac{660}{1}$).
- » 2-3 — Successive trasformazioni dei precedenti durante il passaggio alla forma definitiva ($\frac{660}{1}$).
- » 4. — *Cladophora glomerata* Ktz. Fili allo stato ibernante con articoli a traverso secondarie (α), arcuate, anormali ($\frac{135}{1}$).
- » 5. — Laterale produzione di un ramulo multicellulare dai precedenti articoli ($\frac{350}{1}$).



PHYSOCYTIUM, gen. nov.

Cellulae globosae, ovatae vel elipsoideae, contento chlorophyllaceo, globulo-amylaceo, vacuolis contractilibus binis, ocello rubro laterali et ciliis lateralibus duobus antice insertis, 2-4-8-16-32, raro solitariae, intra integumentum commune, vesiculiforme, amplum, hyalinum, vivide agitatae, et familias globosas, stipite filiformi, tenuissimo, longo, achroo substrato adfixas, constituentes; deinde, in statum quiescentem transeuntes et stratum late et indefinite effusum, palmelloideum efficientes, gelatina amorfa involutae.

Multiplicatio agamica, aut microzoosporis e stadio palmellaceo progredientibus, cellulis praecedentibus similibus, sed magnitudinis variis et saepe ocello carentibus; aut macrozoosporis 1-2 in quaque zygospora, ocello laterali rubro constanter instructis et caeterum prioribus conformibus, ex quibus novas famialias gignuntur.

Propagatio sexualis zoogonidiis 2-4-8 intra singulam cellulam palmelloideam, contenti iterata divisione binaria, ortis, macrozoosporis subconformibus, deinde, copulatione peracta, in zygosporis tranquillis hibernantibus, abeuntibus; copulatio transversa.

Divisio vegetativa repetite binaria, ad tres dimensiones alternans.

P. confervicola. *n. sp.* Cell. veg. diam. 4-12 micr., microzoosp. ad 8-12 micr. lat.; macrozoosp. diam. 10-16 micr.; zygosp. ad 12-18 micr. crass.

Habitat in aquario Hort. Publ. messanensis (Siciliae), filis Oedogonii, Spirogyrae deciminae, Cladophorae glomeratae gregarie insidens.
Inv. lul. 1880.

TAV. VI.

Nella state del 1880 rivolgevo la mia attenzione a talune produzioni filamentose verdastre, le quali scorgevansi galleggianti e raccolte in enormi masse, qua e là alla superficie delle acque di una piccola vasca del giardino pubblico di Messina. Tali fili erano in gran parte dovuti ad una specie di *Ædogonium*, alla *Cladophora glomerata* ed alla *Spirogyra decimina*, cui rinvenivansi associate in grandissima copia delle formazioni unicellulari verdi, lo studio delle quali mi porgeva l'occasione di stabilire il nuovo genere *Physocytium*.

Il *Ph. confervicola* è l'unica specie finora nota di questo nuovo gruppo. All'epoca delle mie prime ricerche la pianta costituiva delle colonie di una struttura singolarissima, viventi quasi in forma parassitica sul corpo dei cennati organismi, attaccandovisi mediante un particolare esile sostegno. Il proposto appellativo specifico allude appunto a cotesta particolarità.

Descriverò lo sviluppo del *Ph. confervicola*, secondo l'ordine che ho seguito nelle mie ricerche, le quali sono state seguitate per una annata intiera qui in Messina.

Fig. 2.

Ogni colonia è costituita da tre elementi: 1° da 4, 8, 16, 32 cellule, raramente da due, oppure una sola cellula; 2° da un'ampia capsula gelatinosa, sferoide, a pareti sottilissime, gonfiata a mo' di vescica, trasparentissima ed includente le cellule; 3° da un sostegno jalino in forma di sottilissimo filamento, mediante il quale l'organismo si attacca al substrato.

Comunque in generale variabili in numero, le cellule componenti le colonie sono il più delle volte da 4 a 16 e costituiscono un insieme di forma globoide. Esse hanno tutta la struttura degli individui monocellulari di una Volvocinea: la rassomiglianza con le cellule di un *Chlamydomonas* è in qualche guisa perfettissima. La forma loro varia da quella sferica alla ellissoide. La estremità anteriore è lievemente ristretta, indicata da un'ampia vacuola scolorata, a cui s'inseriscono due sottilissimi cigli. Il resto è ripieno di abbondante clorofilla, differenziata in fittissimi granuli. La parete, per via della sua estrema sottigliezza, non risulta distinta. Nell'interno si scorge un grosso corpuscolo sferoide, amilaceo, o meglio, una sferetta cava di sostanza amilacea. Un po' al di sotto a questa notansi distintissime due piccole vacuole

pulsanti, a contorni circolari, i cui moti di sistole e diastole si ripetono con regolare intermittenza, ad intervalli approssimativi di 1'. Lateralmente alle vacuole si osserva un piccolo ocello rossastro, che le granulazioni frequenti del contenuto non rendono sempre di facile rilievo.

La vescica, nella quale sono involte le cellule, è perfettamente sferica; soltanto un po' depressa al punto d'inserzione del sostegno. Verosimilmente essa è costituita da gelatina molto attenuata e diluita, massime nell'interno, a dedurlo dall'agilità colla quale si muovono le cellule. Solo verso l'esterno par che la sua consistenza sia cresciuta differenziandosi in sottilissima e trasparente parete. Manca del tutto ogni traccia di strie e la struttura dell'inviluppo è perfettamente omogenea. Il volume di così fatte vesciche varia secondo il numero delle cellule, che vi stanno incluse: nelle colonie le più grandi il diametro dell'integumento importa circa 80 micr.; presso quelle costituite da una sola cellula, il diametro è invece in media di 30 micr.

Il sostegno si direbbe a prima giunta formato da un solo filamento; ma in fatto, esso risulta dalla fusione di due esili e distinti fili, come è facile accertarsene, esaminandone attentamente la struttura. Essi partonsi dalla parete della vescica e precisamente dal centro di quel leggero infossamento, praticato nella medesima e del quale già dianzi feci cenno. In tale regione essi mantengono costantemente liberi; indi, dopo essersi alquanto ritorti l'uno sull'altro, avviene la completa loro fusione. Ciò nonostante il diametro del sostegno è di una estrema sottigliezza: e vuoi per questa ragione, vuoi per la somma trasparenza dei detti fili, il sostegno medesimo sovente si sottrae ad ogni osservazione, che non sia molto accurata, specie facendo uso di mediocri ingrandimenti. Un organo di tal fatta non potrebbe quindi presentare alcuna consistenza; tuttavia, se si considera alla piccolezza delle colonie, alla diminuzione di peso, che il corpo di esse subisce immerso nell'acqua, si comprenderà facilmente come esso possa acconciamente funzionare da sostegno.

Così come vedesi, la pianta di cui è parola riveste una organizzazione ben singolare. Nelle condizioni in cui io l'ho riscontrato nel luglio del 1880, le cellule, incluse nel su descritto inviluppo, agitavansi verso tutte le direzioni, rivoltolandosi ed aggirandosi torno torno quasi cercassero una via di scampo. Ma cotesto stadio, come ho potuto

Tav. VI.

assicurarmi, è di una durata assai breve; ben tosto cessa siffatta vegetazione di mobili individui, e la pianta passa in stato di riposo, durante il quale si compiono ulteriori e complicate fasi di sviluppo prima che abbia luogo il ritorno alle primitive condizioni di esistenza.

Fig. 2 a.

Sopraggiunto questo momento, la vescica includente le cellule di una data colonia tende insensibilmente ad ingrandirsi, come se la interna tensione normale, avente azione su tutti i punti della parete, si fosse di già accresciuta. Questo fatto porta con sè lo scoppio quasi istantaneo della vescica, il quale è talmente rapido, che si può paragonare a quello di una bolla di sapone, che si frange urtando contro un corpo solido. In tal guisa la colonia si scioglie tutto ad un tratto; dello inviluppo non rimane che per poco tempo qualche lievissima traccia; i fili di sostegno, quasi si fossero rammolliti, ritraggonsi ed infine spariscono.

Divenute libere, le cellule vagano alcun tempo nell'acqua, quasi in traccia di un nuovo punto di appiglio, che facilmente incontrano nella naturale stazione loro, tali i fili di Conferva od altri organismi. Nel mio piccolo acquario parecchie si erano appiccate ai filamenti di una *Spirogyra*; alcune persino aderivano al corpo di una grossa *Pinnularia* ed immote venivano da questa trasportate per il liquido ambiente. Moltissime invece giacevano immobili e raccolte in densi cumoli sulle pareti del recipiente le più esposte alla luce. Il moto è evidentemente influenzato dalla luce, ed in questo si comportano non diversamente dalle zoospore; la durata varia dalle 12 alle 24 ore. Durante il movimento, specie se questo si protrae lungamente, una gran parte delle cellule tende a coprirsi di un tenuissimo integumento gelatinoso, trasparente, il quale poi, pervenuto il germe in stato di riposo, differenziandosi ancor più distintamente in forma di ampia tunica. Intanto il movimento diviene più lento, indi la cellula attaccata al substrato mediante i cigli, oppure affatto libera, resta perfettamente immobile, e protetta dal proprio inviluppo gelatinoso, dividesi per successive partizioni trasversali alternantisi secondo le tre divisioni dello spazio: così a poco a poco trasformasi in un piccolo cumulo di elementi egualmente disposti ed aventi lo stesso sviluppo che quelli di una *Palmella*. Dopo circa un mese il corpo delle Conferve vegetanti nel mio piccolo acquario, le pareti ed il fondo del recipiente, apparivano ricoperti

Fig. 3 m.

da copiosa vegetazione di siffatte colonie, le quali erano visibili anche ad occhio nudo sotto forma di irregolari grumi di sostanza gelatinosa verdastra, grossi tutto al più quanto la testa di uno spillo. La originaria forma di sviluppo era oramai perfettamente scomparsa.

Lo studio di tali colonie e del loro ulteriore incremento è stato oggetto di parecchi mesi di ricerche, i risultati delle quali riferirò qui brevemente.

Pigliando anzitutto in esame la struttura di una colonia palmellacea adulta, scorgiamo questa costituita da elementi globoidi od ovali, di rado ellittici, ordinariamente avvicinati a gruppi di 2, 4 oppure 8 all'interno di trasparentissima ed amorfa gelatina. I contorni di ogni cellula spiccano distinti, comunque sottilissima ed inconspicua ne sia la parete. Altresi distinto risalta il nucleo amilaceo, il quale nelle cellule sferoidali è situato esattamente nel centro, nelle altre, ovali od ellissoidi, è un po' più spostato ed avvicinato ad uno dei poli. Il contenuto è ricco di materia clorofillacea, differenziata in fittissimi granuli. Lateralmente infine scorgesi una ampia vacuola trasparente. Sicché in complesso tali cellule rivestono tutti i caratteri degli elementi di una *Palmella* e di altri organismi affini.

Fig. 3.

La mucilagine, che investe le cellule, è abbondante, mollissima, omogenea, salvo in rari casi, dove sembra differenziata in ampia e distinta tunica globoide attorno le cellule; ma tale differenziazione non è giammai così marcata, come è il caso nel genere *Gloeoecystis*.

La moltiplicazione vegetativa delle cellule effettuasi nella maniera ordinaria e caratteristica al genere *Palmella*, cioè per successiva trasversale divisione del contenuto. Durante il quale processo la parete della cellula madre pare che si sciogla e ridotta in sostanza gelatinosa, investa i giovani elementi. Tutte le divisioni si effettuano nello stesso modo e sempre egualmente comportasi la parete della cellula madre; i piani di scissione si alternano però secondo le tre direzioni dello spazio. In tal guisa e per indefinito ripetersi del medesimo processo, ha luogo con grande rapidità l'accrescimento in volume di una data colonia a sviluppo palmellaceo. Esaminando gli elementi di una stessa famiglia adulta pervenuta in stato di inoltrato sviluppo, scorgiamo una grande variabilità nelle dimensioni loro. Ve ne hanno dei piccolissimi, che raggiungono persino 2 micr. nel massimo loro diametro, altri più grandi

TAV. VI.

aventi fino a 12 micr. di larghezza, mentre gli uni agli altri si legano fra di loro per graduali passaggi. Questo dipende dal fatto che le cellule di ultima generazione tendono a divenire sempre più piccole in confronto agli elementi prima generati, e principalmente dalla circostanza che, appena iniziata la divisione di una data cellula e prima che questa si sia del tutto compiuta, ne succede tosto un'altra, in modo che in uno stesso elemento par che abbia luogo una vera divisione simultanea; fatto questo frequente nelle cellule delle Palmellacee, il quale fece dire, che gli elementi di tali piante fossero suscettivi di dividersi simultaneamente in 4 nuove cellule figlie (1). Un'altra considerazione spiega siffatta estrema variabilità nelle dimensioni delle cellule di una stessa colonia, ed è che non tutti gli elementi seguitano a scindersi con regolare intermittenza. Un certo aumento di volume segue bensì appena avvenuta la divisione di una data cellula; però tale aumento, il quale dovrebbe ricondurre le cellule figlie alle dimensioni medesime della cellula madre, è in fatto lievissimo.

Tali sono i caratteri delle colonie esaminate nelle condizioni ordinarie di sviluppo vegetativo, ed in tal guisa si effettua il loro ampliamento. Occorre adesso rivolgere la nostra attenzione al loro ulteriore incremento. Ciò effettuasi per mezzo di zoospore.

Il momento opportuno per assistere a questo fenomeno è, come di ordinario, anche presso il *Physocytium*, il mattino, e più precisamente dalle prime ore della giornata fino a mezzogiorno. Così avviene che le cellule, formatesi la notte, cambiansi il mattino seguente direttamente in zoospore. Ogni zoospora è la immediata trasformazione di una cellula vegetativa preesistente, sia questa di recente formazione, o sia essa da più lungo tempo costituita. Influeno favorevoli condizioni ambientali, codesta trasformazione compiesi con grande rapidità e per intiero una colonia, per quanto voluminosa, si discioglie durante le prime ore del mattino in miriadi di germi mobili. La liberazione di questi esige che la gelatina fondamentale cada in deliquescenza. Venendo meno siffatta condizione, non è più possibile in alcuna guisa la dispersione delle spore mobili. Nelle mie culture, essendosi talora avverato questo caso, solevo premere il copri-oggetti, in modo da schiacciare e disfare la mucilagine

(1) W. HOFMEISTER: *Die Lehre von der Pflanzenzelle*, Leipzig 1867, pag. 101.

fondamentale della colonia; così mi è riuscito spesso di riattivare la scarsa emissione di zoospore. Che cosa avvenga della parete della cellula madre durante il lavoro di gestazione delle zoospore, può arguirsi dalla forma del movimento di queste, esaminate nei pochi istanti che precedono la completa loro liberazione e dispersione. Esse allora si agitano alquanto rivoltolandosi e girando su se stesse, balzando di continuo, quasi che il loro moto fosse circoscritto dentro uno spazio circolare limitatissimo. Tale spazio poi, a dedurlo dai detti moti, par che tenda sempre più ad ingrandirsi, finché apertasi da un lato una via di scampo, la liberazione delle zoospore si effettua rapidamente. Da tali considerazioni deducesi chiaramente, che la membrana della cellula madre, la quale a mala pena distinguesi nei primordi della differenziazione del contenuto in zoospora sotto forma di sottile straterello trasparente di sostanza mucilaginosa, si distende a poco a poco più tardi, ampliandosi e trasformandosi in ampio sacco, il quale sempre più attenuato, lacerasi infine da una parte, diffuisce, e completamente scompare.

Le differenze di volume, che si osservano nelle cellule vegetative, trovano perfetto riscontro nelle zoospore, in quanto che queste, come si disse, non sono che diretta trasformazione delle prime. E però avremmo da distinguere zoospore piccole, mediocri e grandi; differenze, le quali non sono di alcuna importanza, poiché non corrispondono ad attitudini fisiologiche diverse. Tutte le zoospore infatti non presentano quasi alcun che di diverso, quanto alla struttura, dalle cellule componenti le colonie primitive, e tutte egualmente sono suscettive dello stesso modo di sviluppo. Si muovono per mezzo di due ciglia, contengono un nucleo amilaceo, due vacuole pulsanti, spesso confuse in unico vacuo; soltanto mancano costantemente di ocello. Come le prime, esse muovonsi vivacemente palesandosi eliotropiche in senso positivo. Pervenute in riposo, svolgonsi in nuove colonie di struttura pelinelloidea, cingendosi prima di una tunica mucilaginosa trasparente; indi, nel modo sopra descritto, si trasformano successivamente in uno strato di elementi, i quali persistono indefinitamente coinvolti dentro amorfa massa gelatinosa. L'accrescimento di questi in seguito procede oltre egualmente per reiterate divisioni vegetative; indi nuove zoospore generansi. Sicché le colonie vanno continuamente ampliandosi e rinnovandosi per via agamica.

Ho seguito lo sviluppo di cotesta forma dall'estate del 1880 fino

TAV. VI.

alla primavera dell'anno successivo. Durante tutto questo tempo le colonie si sono svolte nella maniera sopra descritta; però al sopraggiungere dell'inverno la potenza loro moltiplicativa mi è parsa si fosse di gran lunga affievolita. In questo tempo ho osservato rarissime le zoospore e solo nelle giornate più miti, nelle quali il termometro del Laboratorio accennava ad una temperatura ambiente di 14° C. Rare altresì erano le cellule che seguitavano a svolgersi per reiterate scissioni. Nel corso della stagione fredda ed in giornate più rigide le colonie cadevano in istato di perfetto letargo. In tale stadio nello interno delle cellule scorgevasi accumulata copiosa provvigione di sostanza amilacea differenziata in fitti granuli globoidi. In qualche caso attorno alle cellule notavasi uno spesso e quasi solido involucro biancastro costituito da finissime lamelle, come l'involucro di un grosso *Chroococcus*. Ignoro lo sviluppo ulteriore di siffatte germi ibernanti. Probabilmente per azione di favorevoli condizioni ambienti essi si svolgono poi in nuovi elementi palmellacei.

Fig. 9.

Al sopraggiungere della primavera, comunque attivissimo fosse lo sviluppo delle colonie, tanto per divisione vegetativa, quanto per zoospore, talune cellule accennavano a importanti cambiamenti, i quali, divenendo sempre più marcati, davano a concepire il sospetto che già intervenisse nella vita dell'organismo una nuova fase di sviluppo.

Tali modificazioni hanno per scopo la produzione di germi sessuali. Le indicate cellule si distinguono di buon'ora dalle altre per la forma loro esattamente sferica; lo sviluppo vegetativo è cessato, non avendo più luogo ulteriori divisioni, né formazione di zoospore. Il contenuto di tali cellule prende un aspetto più omogeneo. Nel centro spicca distintissimo un grosso nucleo amilaceo, centrale. Le granulazioni rendono invisibile la vacuola laterale. La parete è ben marcata e la mucilagine ambiente, considerevolmente diluita, è infine scomparsa. In tal modo le cellule sono divenute perfettamente libere e rappresentano dei veri elementi protococcacei. Così fatta trasformazione è da principio ristretta a pochi elementi; indi un maggior numero subisce identica metamorfosi, restandone però sempre una buona parte in condizioni di sviluppo agamico. Sicché mentre alcune cellule assumono caratteri sessuali, altre seguitano a rappresentare dei germi di moltiplicazione agamica.

Tali cellule possono benissimo meritare il nome di zoogonangi essendo destinate a produrre nel loro seno dei germi sessuali mobili, ossia zoogonidi. Questi nascono per successiva divisione del contenuto della cellula madre, nello stesso modo come nuovi elementi vegetativi derivano da altri preesistenti. La sola differenza, che corre fra la genesi di zoospore e quella dei zoogonidi è questa, che le prime sono diretta trasformazione di cellule vegetative già esistenti; questi ultimi invece nascono dalla divisione di determinate cellule; sicché, se la differenziazione in zoogonangi non avesse luogo e questi fossero identici alle cellule vegetative, potremmo dire che i zoogonidi sono elementi di 2^a, 3^a od anche 4^a generazione prodotti da date cellule madri. A volte il contenuto tutto si scinde in due porzioni soltanto, le quali divengono altrettanti gonidii; talora alla prima succede una seconda divisione od anche una terza, raramente una quarta, in modo che successivamente il contenuto si svolge in 4, 8 di rado 16 zoogonidii. Le divisioni avvengono in direzione alternante. Nei primordi della formazione dei zoogonidii il nucleo amilaceo scompare completamente, quasi riassorbito, e la clorofilla assume una struttura più omogenea. Le divisioni si ripetono con grande rapidità, e appena compiute, le diverse porzioni del contenuto si differenziano in masse ovoidi, ricevono un nucleo amilaceo, un ocello rossastro visibile dallo esterno; spiccano altresì distinte le vacuole pulsanti ed il rostro: la differenziazione può dirsi compiuta. Nel tempo stesso la parete del zoogonangio subisce una lenta liquefazione; i suoi contorni sono estremamente attenuati, di una trasparenza vitrea e i zoogonidii sembrano immersi in una sostanza liquida come acqua. La deliquescenza della parete procede oltre, fin tanto che non diviene completa; allora i microgonidii liberamente si spandono nel liquido ambiente, dotati come sono di agilissimo movimento.

Posti in confronto colle zoospore, i microgonidii non presentano notevoli differenze. D'ordinario il loro diametro trasversale varia da 6-8 micr.; sono costantemente di forma ovale, coll'estremità anteriore trasparente ed assottigliata in forma di rostro, a cui si inseriscono due esilissimi cigli. Vi si scorge distinto un nucleo amilaceo ed inferiormente a questo un ampio spazio scolorato, pulsante; lateralmente pochi granuli grigiastri ed un ocello minutissimo rossastro.

Il moto dei zoogonidii dura in media 6 ore e la luce vi esercita

TAV. VI

Fig. 5

Fig. 5, z

TAV. VI. una evidente influenza nel senso positivo. Le loro proprietà sessuali si deducono *a priori* dalla facilità colla quale la più gran parte di essi, ridotti allo stato di riposo ed isolati, si deformano e disfanno. Esaminandoli raccolti in massa dentro una piccola gocciola di acqua, scorgesi in essi manifesta la tendenza di avvicinarsi a due a due, quasi a vicenda si cercassero; spesso incontransi coi rostri, si urtano e balzando e rivoltolandosi, separansi; a volte rimangono appiccicati insieme.

Fig. 6. In questo caso avviene la loro copulazione. Tal fenomeno si compie in meno di due minuti ed ha luogo, come di ordinario, per mezzo delle estremità anteriori. La fusione procede a grado a grado, ed infine dalle due masse deriva un corpo sferoide, moventesi per mezzo di quattro ciglia, contenente due nuclei amilacei, due ocelli e nel mezzo un' ampia area scolorata. La zigospore muovesi ancora qualche tempo, indi il moto diviene a grado a grado più lento, ed infine, ridotta affatto immobile, deponesi nel fondo del recipiente.

Fig. 7. Le zigospore in via di sviluppo presentano una parete distintissima la quale va sempre più inspessendosi. Anche il volume cresce gradatamente; spariscono man mano gli ocelli e i due nuclei amilacei, il contenuto prende un aspetto granelloso; di vacuole non resta più alcuna traccia. Le zigospore mature sono delle cellule sferoidi misuranti un diametro di 12-18 micr., a parete più tosto spessa; il contenuto abbonda di granuli amilacei; vi si scorgono pure delle goccioline di sostanza oleosa. Nell'insieme la cavità cellulare prende un colorito rossastro più o meno intenso, dovuto a semplice chimica trasformazione della clorofilla.

Generate in primavera, le zigospore persistono inalterate e disperse nel fondo del recipiente, tutta la state. La loro colorazione diviene sempre più intensa. Allora sono suscettive di sopportare la secchezza. Egualmente si comportano collocate dentro neve fondente ed esposte direttamente al sole nelle ore più calde delle giornate di estate. Influendo però lungamente tali estremi di calorico esse periscono. A ravvivarne le dormienti facoltà germinative è necessaria una temperatura media di 25° C. ed abbondante umidità. Le zigospore si sono spontaneamente svolte nel mio acquario verso i primi di agosto. L'acqua veniva rinnovata tutti i giorni con beneficio grandissimo di una *Spirogyra* che si era considerevolmente sviluppata durante la coltura.

La germinazione delle zigospore presenta qualcosa di analogo allo sviluppo delle zoospore della *Pandorina Morum*, in quanto che il ritorno dell'organismo alle condizioni originarie compiesi per intermedio di macrozoospore. Indizio sicuro dell'incipiente germinazione è la lenta trasformazione che subisce in pura clorofilla la sostanza colorante rossastra del contenuto; sicché le cellule a poco a poco riprendono il primitivo colorito verde. Contemporaneamente sciolgonsi i granuli di amido accumulati nella cavità cellulare e il contenuto assume una struttura più omogenea. Bentosto tutto il plasma si organizza in una grossa macrozoospora, in cui il nucleo amilaceo, le vacuole pulsanti e l'ocello si rendono visibili dal di fuori essendo trasparentissima la membrana. A volte nascono due sole macrozoospore. In ambo i casi i nuovi germi stanno racchiusi dentro una particolare tunica di trasparente e tenuissima gelatina, la quale si scioglie da un lato durante la uscita delle macrozoospore. Intanto la parete della zigospora irregolarmente rompesi; i germi, forzato il proprio inviluppo, si spandono nell'acqua ambiente, restando le vuote membrane disseminate sul substrato e visibili per qualche tempo, aperte da un lato, da cui sporge a mo' di calzare la disciolta tunica. Non tutto il contenuto però di una stessa zigospora viene impiegato nella formazione di una o di due macrozoospore; rimane invece inadoperata una piccolissima porzione di protoplasma, la quale, compiuta la emissione dei germi e ridotta in forma di tondo corpuscolo di sostanza molle refringente e scolorata, persiste nel fondo della vuota zigospora, oppure vien trascinata via dalla macrozoospora e si disperde nell'acqua. La tintura jodata dà a cotesti corpuscoli una colorazione brunastra; trattasi quindi di tenui residui di protoplasma (epiplasma) rimasto inattivo nella genesi delle macrozoospore, il che osservasi anche nella germinazione delle zoospore di qualche Volvocinea.

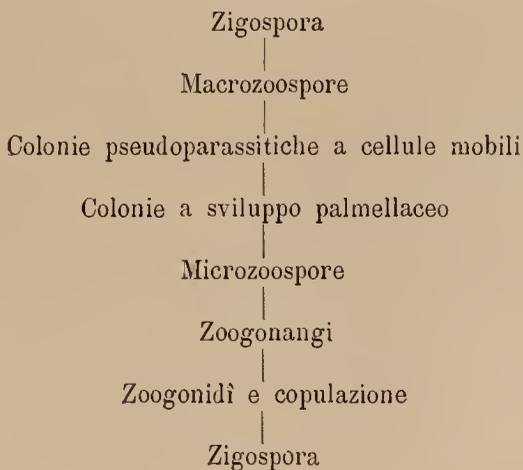
Le macrozoospore somigliano moltissimo alle microzoospore: la sola differenza che vi corre è questa, che le prime derivano da germi fecondati e servono a completare il ciclo di esistenza dell'organismo. Del resto identica n'è la forma e la costituzione. Nelle dimensioni stesse non si osserva alcuna differenza costante, e poichè variabile è il volume delle zigospore, ugualmente differenti risultano in grandezza le macrozoospore. Il moto è vivacissimo e diretto verso i punti più

TAV. VI. esposti alla luce. D'ordinario esso dura circa sei ore sempre colla medesima intensità iniziale; poscia diviene a poco a poco più lento. Allora differenziasi intorno al germe una sottilissima tunica di trasparenza vitrea, la quale tende sempre più a staccarsi dal contorno della macrozoospora, restando soltanto aderente colla regione rostrale. Nel mio acquario la più parte di germi, arrestati nel loro moto dai fili di *Spirogyra*, vi erano rimasti attaccati; altri giacevano immobili ed aderenti contro le pareti del recipiente. Nelle condizioni naturali avviene presso a poco lo stesso. La macrozoospora si appiccica al substrato mediante i cigli, i quali, dapprima aperti e divaricati, si avvicinano poi l'un verso l'altro pigliando una direzione quasi parallela. Il moto però non è completamente cessato: il germe, comunque scemata la primitiva vivacità, si dibatte quasi tentasse staccarsi, rivoltandosi e contorcendosi sul proprio asse longitudinale. Il che fa sì che i cigli si accostino sempre più l'un verso l'altro, la fusione di essi è quindi seguita da un certo grado di torsione. Il moto manifestasi poi a scosse, le quali si ripetono ad intervalli; questi divengono sempre più rari e distanti ed in ultimo la macrozoospora rimane perfettamente immobile. L'aderenza al substrato compiesi mediante una sorta di dilatazione discoidale prodottasi alla base del sostegno; se i fili restano distinti formansi due di siffatte dilatazioni, una per ciglio. Talora le macrozoospore cessano di muoversi senza aver contratto alcun'aderenza per mezzo dei cigli; questo ho potuto verificare disseminandone parecchie dentro vetrini da oriuolo ripieni d'acqua. A misura che il moto si fa più lento, il germe si affonda allora nel liquido, quasi fosse già divenuto più pesante; in ultimo casca a dirittura nel fondo, ove rimane coi cigli protesi ed aperti manifestando a radi intervalli delle pulsazioni seguite da contorsioni leggere come se si rivoltolasse sulla superficie di contatto. I cigli intanto restano inattivi, quasi irrigiditi; le quasi spente facoltà di movimento, parrebbe fossero concentrate nel solo corpo della macrozoospora; sicchè passivamente essi seguono gli spostamenti indotti dal moto del germe: cessato poi questo, restano inalterati nella posizione primitiva.

Le macrozoospore del *Ph. confervicola* ci porgono il primo esempio di spore mobili, le quali ridotte allo stato di quiete, non perdono i cigli, ma questi, abbandonato il proprio loro ufficio di organi

di locomozione, persistono inmutati per lo adempimento di un'altra differente funzione, servendo, cioè, da strumenti di sostegno alla pianta in via di sviluppo.

Già prima che sia completamente cessato il movimento, il corpo della macrozoospora si cinge di un'involuppo di trasparente gelatina, il quale non segue i contorni a partire dal rostro e sempre più staccasi. In tale stadio il germe rassomiglia in certa guisa alle cosiddette macrozoospore dei generi *Chlamydomonas* e *Chlamydococcus*. Quivi però lo involuppo è perforato per dar passaggio ai cigli, mentre nel *Physocytium* manca qualsiasi relazione tra i cigli e il corpo del germe e questo resta perfettamente immobile all'interno dello indicato involuppo. Continuando lo sviluppo della macrozoospora, la tunica esterna staccasi sempre più e si rigonfia a mo' di bolla, separandosi anche completamente dalla regione rostrale: la porzione dello involuppo corrispondente a tal regione è contraddistinta da una leggera depressione imbutiforme. Contemporaneamente il corpo della macrozoospora si divide successivamente in 2, 4, 8, 16 porzioni, le quali divengono altrettante cellule vegetative mobili. Così il ritorno alla forma originaria può dirsi definitivamente attuato e nuove colonie hanno ben tosto origine, come le precedenti, suscettive dello stesso su descritto svolgimento. Sicché a partire dalla zigospora germinante le fasi di esistenza di questo singolare organismo si succedono nel modo seguente:



TAV. VI.

Resterebbe adesso da risolvere un'ultima quistione: quali sono le affinità di questo nuovo genere e a quale gruppo delle Protococcoidee (*Coccolphyceae* Rabh.) debba riferirsi?

Le nostre conoscenze sulla vita degli organismi inferiori, sono davvero troppo manchevoli per potere con tutta sicurezza affermare che vi sieno degli esseri intimamente affini al nostro *Physocytium*. Alcuni punti di contatto abbiamo bensì riscontrato confrontando questa nuova Alga con qualche Volvocinea. In massima la struttura delle cellule presenta in ambo tali forme una sorprendente identità. Ma questo non ci deve punto meravigliare: anche gli elementi di molte Palmellacee, esaminate sotto la forma di zoospore, non differiscono gran fatto dalle cellule mobili di un *Chlamydomonas*; le quali sono poi anche temporariamente suscettive di ridursi allo stato di quiete e assumere tutti i caratteri di una Palmellacea. Sicchè il considerare il cenobio di un *Volvox*, di una *Pandorina*, ecc. come costituito da una associazione di zoospore, non mi parrebbe del tutto erroneo. Le affinità colle altre Protococcoidee non sarebbero perciò poche. Ma prescindendo da ciò, ancor più intime relazioni riscontriamo nella germinazione delle zigospore tra Volvocinee ed il nostro *Physocytium* dai quali germi hanno origine macrozoospore, come precisamente nella *Pandorina Morum*, secondo le ricerche del Pringsheim (1). Rispetto poi allo sviluppo ulteriore delle macrozoospore e alla genesi di nuove famiglie pseudoparassitiche non sono meno evidenti le affinità del *Physocytium* colle Volvocinee. Di modo che se il tipo fondamentale di struttura della nostra pianta e molti tratti del suo sviluppo presentano non poche somiglianze con quelli di qualche Volvocinea, ni parrebbe in qualche guisa giustificato il considerare siffatto organismo come una delle forme molto più affini a questa ultima famiglia, anzichè alle vere Palmellacee; con ogni probabilità si tratterebbe di un tipo singolarissimo, molto importante dal lato sistematico, intermedio fra questi due ultimi gruppi di Protococcoidee. Ma se non m'inganno al novero di tali forme debbonsi altresì riferire delle

(1) *Ueber Paarung der Schwärmsporen, die morph. Grundform d. Zeugung im Pflanzenreich*, nei *Monatsber. der Berl. Akad.*, oct, 1869.

specie, le quali sono state comunemente considerate come parti integranti di taluni generi di Palmellacee e di Protococcacee. Approfondendo un po' più le nostre conoscenze sulla Biologia dello Protococcoidee, avremo forse da convincerci di ciò; per ora ci basti citare l'*Apyocistis Brauniana* Nag., colla qual forma il nostro *Physocytium confervicola* presenta non poche analogie. Questa pianta, che io ebbi occasione di osservare allo stato vegeto e nelle condizioni descritte e figurate da Nägeli (1), cresce sul corpo di altre Alghe formandovi delle colonie subparassitiche, le quali essenzialmente differiscono da quelle di *Physocytium* per la mancanza del caratteristico sostegno in forma di filamento. Del resto presso a poco identica n'è la struttura delle cellule. Queste sono pure suscettive di ridursi allo stato di quiete, assumendo tutti i caratteri morfologici di una *Palmella*; durante questo stadio alcune cellule si svolgono in zoospore come precisamente nel *Ph. confervicola*. Ignoro lo sviluppo ulteriore dell'*Apiocystis Brauniana* e per quali vie compiesi il ritorno allo stadio primitivo, nonostante credo probabilissime le indicate relazioni fra le due piante di cui è parola.

(1) *Gattungen einzelliger Algen*, Zürich, 1849, Tav. II. A.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA VI.

Fig. 1. Colonie subparassitiche procedenti dalla germinazione di macrozoospore aderenti ad un un filo di *Spirogyra decimina* ($\frac{660}{1}$).

- » 2. Le precedenti a sviluppo compiuto appiccate ad un filamento di *Oedogonium* di cui una (*a*) in via di dissoluzione (id.).
- » 3. Colonie a sviluppo palmellaceo moltiplicantisi per microzoospore (*n*), alcune delle quali libere e coperte da una tunica trasparente (*m*), parecchi elementi di tali colonie sono involti da un involuppo gelatinoso (*t*) come quelli di una *Gloeocystis* (id.).
- » 4. Zoogonangi maturi (id.).
- » 5. Formazione ed emissione dei zoogonidî (id.).
- » 6. Copulazione de' zoogonidî (id.).
- » 7. Zigospore in diverso grado di maturazione (id.).
- » 8. Genesi delle macrozoospore dalle zigospore germinanti (id.).
- » 9. Cellule ibernanti appartenenti alla forma palmelloidea (id.).



KENTROSPHÆRA, gen. nov.

Cellulæ globosæ aut breviter elipsoideæ, segregatæ, absque tegumentis, in stratum late effusum cumulatae, sæpe infra colonias Oscillarinearum plurimarum subparasitice nidulantes, contento chlorophyllaceo viride vel viridi-luteolo, tenuiter granuloso, globulo amylaceo et membrana firma, tenui.

Multiplicatio alternans cellularum vegetativarum contenti simultanea et totali divisione, et zoosporis intra cellulas ultimæ generationis valde auctas et in zoosporangia trasmutatas, eodem modo quam priores ortis. Zoosporangia permagna, hibernantia, membrana crassa, firma, per Jodum cœrulescente, concentricè stratificata, extus in appendicem callosam, conicam vel cultriformem producta, contento e viride ad rubrum vel luteolum vergente, chlorophylla sæpe in fascias parietales radiantè segregata. Zoosporæ minimæ, 8—∞ in singulo zoosporangio, per porum lateralem libere exanimantes, ovatæ vel elipsoideæ, globulo amylaceo et ciliis binis vibratoriiis instructæ.

Propagatio sexualis adhuc ignota.

1. **K. Facciolæ**, n. sp. K. cellulis vegetativis exacte sphaericis; zoosporangiis maximis, usque ad 80 micr. crassis, zoosporas numerosissimas, 2-3 micr. latas, includentibus.

Habitat ad stillicidia, in aquariis Messanæ (Siciliæ) plerumque in consortio Lyngbyæ Phormidii et Oscillaræ tenuis, Comun. cl. D.^r L. Facciola, sept. 1880.

2. **K. minor**, n. sp. K. cellulis vegetativis elipsoideis; zoosporangiis

mediocribus, ad 35 micr. latis, zoosporas paucas (8-32) 5-6 micr. crassas, foventibus.

Habitat in stagnis submarinis ap. Messanam Algis Phycochromaceis variis cumsociata. Leg. majo 1881.

TAV. VII.

Debbo la conoscenza di questo nuovo genere alla cortesia del mio amico D.^r Luigi Facciola, il quale mi comunicava dei saggi della prima specie fra mezzo ad Alghe da lui raccolte presso il villaggio Bordonaro, ne' dintorni di Messina. In seguito io medesimo ebbi la occasione di rinvenir la stessa forma in grande copia sugli stillicidi di alcuni serbatoi di acqua dentro la città. Essa cresceva ordinariamente coinvolta e nascosta fra le colonie di varie Oscillariacee, il più delle volte associata alla *Lynghya Phormidium* Kirchn. (*Phormidium vulgare*, auct.). Più tardi l'ho rinvenuta altresì dispersa con una certa frequenza fra mezzo ai fili della *Oscillaria tenuis*, Ag. e tanto nel primo, come in quest'ultimo caso esistevano presso a poco le medesime condizioni di associazione.

Com'è noto, i fili della *Lynghya Phormidium* densamente si accalcano sul substrato, agglutinandosi quasi insieme e formando una sorta di fronda membranacea di notevole compattezza. La superficie di sì fatto corpo talloideo è estremamente liscia, viscida, e l'acqua, scorrendo sopra, la depura di qualsiasi estranea incrostazione, conservandole l'originario colorito azzurrognolo. I saggi di *Lyngh. Phormidium*, ricevuti nel settembre del 1880 dal D.^r Facciola, presentavano perfettamente tali caratteri. Appena pervenutimi, vennero collocati sul fondo di un largo recipiente di porcellana bianchissima, ben distesi e lavati, coprendoli di uno strato d'acqua dello spessore circa di un centimetro o poco meno. Così disposti mi accorsi subito che la superficie della fronda era sparsa qua e colà di rade granulazioni di un verde carico, alcune delle quali giacevano come sovrapposte e facili a staccarsi, altre trovavansi in parte immerse nel corpo della fronda, sporgendo attraverso una breve fenditura in essa superficialmente praticata. Notavasi altresì in una medesima fronda dei sollevamenti tubercolari, la cui superficie, a volte screpolata, mostrava al di sotto visibili analoghe granulazioni verdastre. Mediante un esame più accurato rinvenivo più tardi altre granulosità perfettamente coinvolte dai fili della *Lynghya*, poste a differenti gradi di profondità dalla superficie della

fronda, ora sparse, ora raccolte in cumoli relativamente grandi ed irregolari.

TAV. VII

Tale era la disposizione della nuova Protococcacea all'interno delle colonie di *Lyngbya Phormidium* nei saggi comunicatimi dal Facciolà. In quelli provenienti da Messina e da me medesimo raccolti, ho riscontrato quasi le stesse condizioni di associazione, sebbene la *Lyngbya* quivi si trovasse sostituita da una specie di *Oscillaria* (probabilmente la *O. tenuis.*). In questo secondo caso ho per altro osservato come le granulazioni possano talora rinvenirsi libere nelle aggiacenze della fronda, anche a una certa distanza da questa, epperò suscettive di sviluppo indipendente, come precisamente un Gonidio di un Lichene che si sia allontanato dal tallo dentro cui si annida.

Le dette granulazioni, esaminate al microscopio, apparivano costituite da innumerevoli individui di *K. Facciolæ* in diversi gradi di sviluppo, il quale io potei seguire quasi senza interruzioni per parecchi mesi.

Esprorò i risultati delle mie ricerche seguendo l'ordine tenuto in esse.

Le grandi cellule zoosporifere della *K. Facciolæ* sono visibili anche mediante un debole ingrandimento, talora pure ad occhio nudo, sotto forma di minutissimi punti verdi, grossi tutto al più $\frac{2}{10}$ di millimetro. Tipicamente sferiche, od ovali, oppure ellittiche, divengono sovente in età avanzata un po' irregolari. La lor parete è fortemente ispessita e par formata da sottilissime laminette concentricamente sovrapposte le une alle altre: lo spessore varia da 2,5 a 3,5 micr. in media. Ordinariamente qua e là sporgenti verso l'interno osservansi 1-3 protuberanze cellulose di dipendenza della stessa membrana cellulare, di forma spesso conica e, come la parete, finamente stratificate. All'esterno poi costantemente la membrana dà luogo ad un grosso corpo calloso, sovente curvo a mo' di sperone, pur esso sottilmente stratificato, il quale, nelle cellule ovoidi od ellittiche, corrisponde ad una delle due estremità pigliando tutta l'apparenza di un valido, ma breve, sostegno. Detto corpo non può in fatto esser considerato come tale, non adempiendo esso menomamente l'ufficio di sorreggere la cellula, ma probabilmente quello di agire come cuneo attraverso la massa filamentosa compattissima onde si compongono le colonie della *Lyngbya*.

Fig. 1-3.

Fig. 3.

La parete di cosiffatte cellule, trattate colla tintura iodata, non

TAV. VII. palesa subito alcun cambiamento; un po' più tardi cominciano gli strati esteriori ad accusare una debole colorazione in violetto, la quale diviene a poco a poco più intensa e gradatamente estendesi fino agli strati interni, i quali si tingono con maggiore intensità. Occorre per lo meno un'ora perchè si compia l'intera reazione.

Fig. 1. La cavità cellulare è ripiena di un protoplasma abbondante di clorofilla differenziata in numerosi cordoni cilindrici, ora dritti, ora leggermente sinuosi, elegantemente disposti a raggio intorno al centro della cellula, dal quale si allontanano un po' lasciandovi scoperta un'area circolare scolorata. Detti cordoni raggiungono la periferia e si adagiano contro la faccia interna della membrana colla lor base circolare. Oltre a clorofilla il protoplasma include dei granuli amilacei, in quantità assai variabili, ordinariamente minutissimi, sovente involti e mascherati dalla sostanza dei cordoni clorofillacei. Il jodio tuttavia ce li palesa senza alcuna difficoltà, specie se le cellule abbiano prima soggiornato parecchie ore in alcool.

Sebbene il colorito fondamentale delle cellule sia di un bel verde, tuttavia scorgesi non di rado come esso tenda ad assumere una leggiera sfumatura in rosso arancio. Per quanto difficilmente puossi a prima giunta rilevare la ragione di così fatta colorazione, parmi probabilissimo che essa debbasi attribuire alla presenza di una sostanza colorante differenziata in tenuissime gocciollette; verosimilmente trattasi di Ematocromo, a dedurlo dall'azione dell'acido osmico sopra siffatta sostanza. Presso alcune cellule, dove il colorito rossastro appariva maggiormente spiccato che in altre, più frequenti, la differenziazione della materia colorante in gocciollette, risaltava sovente assai distinta. Trattate queste stesse cellule con acido cromatico, il contenuto scolorasi tosto; immersa di poi la preparazione in una soluzione ben diluita di acido osmico, la sostanza colorante comparisce allora ridotta in una o poche gocciollette di color brunastro più o meno intenso secondo il grado di concentrazione della soluzione.

Ogni cellula è dotata di un nucleo, il quale si manifesta chiaramente coi mezzi ordinari di ricerca. Distintissimo risulta, scolorando da prima la cellula, indi impiegando come mezzo di colorazione una soluzione di carminio all'allume, ovvero del picrocarminato ammonico. Il nucleo è situato nel centro della cellula; i cordoni clorofillacei,

partentisi dalla periferia, raggiungono i suoi margini senza investirlo; esso resta perciò in qualche guisa visibile senza il bisogno di reagenti.

Tale è la costituzione delle grosse cellule zoosporifere della *K. Fucciolæ*. Fisiologicamente considerate esse possono benissimo meritare il significato di zoosporangi ibernanti, in quanto che il loro sviluppo ulteriore esige che esse cellule soggiacciano prima ad un certo periodo di riposo, di durata molto variabile. Durante questo stadio di apparente, provvisoria cessazione delle attività vitali, il contenuto conserva la primitiva struttura.

Trascorso il periodo d'ibernazione, notevoli cambiamenti preannunziano la formazione delle zoospore. Spariscono allora lentamente i cordoni clorofillacei, dissolvendosi a poco a poco in granuli sferoidi i quali tendono a distribuirsi quasi omogeneamente nella cavità cellulare: il contenuto piglia allora un aspetto granelloso. Il nucleo in questo stadio risalta con maggior distinzione, indicato da una areola scolorata, centrale, a contorni nettamente definiti. Intanto sono cresciuti i corpuscoli di Ematocromo, assumendo la cellula una sfumatura in rosso più intenso. Poco di poi comincia la differenziazione del contenuto in piccolissime e numerose massule sferoidi, ma divenute poliedriche per il reciproco contatto. Del nucleo è scomparsa ogni traccia; la clorofilla non permette d'indagare da vicino i fenomeni di cui esso è sede durante il processo. In ogni modo è possibile la congettura che il nucleo venga dapprima scomposto e riassorbito per ricomparire indi rappresentato dai singoli nuclei delle zoospore.

La formazione delle zoospore è simultanea in una medesima cellula. Tutto il contenuto viene all'uopo impiegato, rimanendo soltanto come avanzo poche goccioline di sostanza oleosa rossastra, le quali spesso sono trascinate fuori dalla cavità cellulare dalle zoospore durante la loro uscita e si disperdono nell'acqua ambiente.

L'intero processo di formazione svolgesi in meno di tre ore; ordinariamente, accennato verso le prime ore del mattino, si compie poco prima delle 10 a.m. Ciò deve ritenersi in maniera generale, in quanto che talora occorrono delle eccezioni prodotte spesso da cause non di facile rilievo.

Le zoospore escono attraverso un'apertura circolare praticata per

TAV. VII.

Fig. 2.

Fig. 4.

TAV. VII

Fig. 5.

dissoluzione parziale nella parete della cellula in un punto qualunque della stessa. Lo zoosporangio vuotasi in meno di 10 minuti, uscendo le zoospore a poche per volta. In tal guisa mi è riuscito di contarne, presso a poco 300 prodotte in uno stesso zoosporangio. Questo numero può bensì variare secondo la grandezza delle cellule zoosporifere. In media può ritenersi che il numero delle zoospore generato in ogni zoosporangio varia da 150 a 400.

Fig. 6

Le zoospore si muovono con grande agilità nel liquido ambiente; sono molto piccole, larghe tutto al più 2 micr., ovali od ellittiche e provviste di due esilissimi cigli, che appena risaltano distinti coll'aiuto dei reagenti. La struttura intima delle zoospore è di difficile rilievo, stante la loro piccolezza. A forti ingrandimenti (1300 diam.) ho potuto bensì notare la presenza di un piccolo nucleo amilaceo interno coinvolto intieramente dalla sostanza verde; pare che manchiño gli ocelli e le vacuole pulsanti. Tutte le zoospore hanno la stessa forma e pressochè le medesime dimensioni, o tutto al più esistono delle differenze assai lievi, quasi inapprezzabili.

Agendo favorevoli condizioni, il moto delle zoospore si continua poco più di un'ora. Disseminate un buon numero di esse in una piccola goccia d'acqua, molte si erano arrestate sui margini di essa, palesando, sebbene debolmente, un certo grado di sensibilità alla luce. Nelle condizioni naturali le zoospore si arremano in contatto al tallo della *Lyngbya*.

Fig. 7.

La germinazione loro compiesi immediatamente, senza che sia necessario un certo periodo di riposo. Durante la germinazione s'accrescono insensibilmente di volume, assumendo una forma esattamente sferica. In questo stadio spicca distinta la membrana, e nell'interno, ordinariamente un po' spostato dal centro, scorgesi marcatissimo un nucleo amilaceo sferico.

Nelle mie colture, dette cellule, dopo una settimana avevano raggiunto un diametro di 8 micromillimetri, conservando sempre la primitiva forma sferica. In questo stadio esse costituivano un denso strato d'aspetto protococcaceo, anche visibile ad occhio nudo pel suo colorito verde intenso. Distintissima risaltava la membrana di esse ed avente eguale spessore in tutta la sua estensione. Seguendo lo sviluppo di tali elementi notasi che l'aumento in volume loro è continuo ed omogeneo,

in modo che le cellule conservano perfettamente la stessa forma sferica originaria. La membrana spicca sempre più distinta colorandosi in intenso violetto per azione del jodio. Il contenuto è finamente granuloso, la clorofilla essendo differenziata in minutissimi e frequenti corpuscoli. Il nucleo occupa il centro della cellula, ma investito dalla sostanza verde, non rendesi visibile senza lo impiego di reagenti. Lateralmente invece spicca distintissimo un grosso nucleo amilaceo cavo di forma sferoidale.

Raggiunto un diametro di 30 a 40 micr. le cellule si accingono a nuove fasi di sviluppo, le quali vengono preannunziate dalla completa dissoluzione del nucleo amilaceo; il contenuto prende allora un'apparenza più omogenea e ben tosto simultaneamente si divide in un numero grandissimo di porzioncelle poliedriche mutuamente prementisi colle facce piane. Contemporaneamente la parete cellulare subisce una lenta e totale liquefazione rendendosi gradatamente sempre più tenue e trasparente. Intanto le masse protoplasmatiche si arrotondano e si differenziano in piccole cellule sferoidali, le quali restano alcun tempo accalcate in cumoli globosi fin tanto che non sia avvenuta la completa deliquescenza della membrana cellulare. Allora le nuove cellule figlie si disperdono sul substrato.

Gli elementi nuovi generati s'ingrandiscono ben tosto a grado a grado, conservando tutti gli stessi caratteri della cellula madre. Spiccatissimo risalta il nucleo amilaceo quasi laterale, distinta è la parete, egualmente n'è costituito il contenuto. Raggiunto presso a poco lo stesso volume della cellula madre, si svolgono nuovamente, mediante identico processo di moltiplicazione vegetativa, in altri simili elementi. Questo modo di sviluppo si ripete poi indefinitivamente e ne nascono estesi cumoli di elementi protococcoidei, i quali possono formarsi tanto all'interno quanto allo esterno delle colonie di *Lyngbya*, secondo la originaria ubicazione delle cellule iniziali. A volte la presenza di cellule vegetative di *Kentr. Facciolae* all'interno delle compatte colonie di *Lyngbya* dipende dal fatto che i fili di quest'ultima alga crescendo ed espandendosi sul substrato, sono venuti in contatto cogli elementi protococcoidei della *Kentrosphera* avviluppandoli e trascinandoli con sé.

Lo sviluppo vegetativo della *K. Facciolae* continuasi indefinitamente

TAV. VII.

Fig. 8-9.

Fig. 10-12.

TAV. VII.

secondo il modo sopradescritto. Nelle mie culture, verso la fine della primavera, talune cellule però accennavano ad importanti cambiamenti. La formazione di nuovi elementi vegetativi già effettuavasi con una certa lentezza: parecchie cellule erano rimaste perfettamente inattive trasformandosi più tardi a poco a poco in zoosporangi ibernanti.

Fig. 13

Si fatta trasformazione, iniziata in primavera, si compie ad estate inoltrata. Durante tal processo, il volume delle cellule insensibilmente si accresce; sovente manifestasi anche un leggiero cambiamento nella forma. Nello stesso tempo aumenta lo spessore della membrana cellulare, mentre da un lato comincia a costituirsi quella speciale sporgenza cellulosa che è caratteristica degli zoosporangi maturi. L'ispessimento della parete è seguito dalla formazione di stratificazioni, le quali rendono alla membrana un'apparenza lamellosa. Il contenuto prende un aspetto più omogeneo, un colorito meno carico e le granulazioni, allontanandosi dal centro lasciano visibile, a mo' di ampia areola scolorata, il nucleo nella sua normale posizione. Ben tosto sparisce il nucleo amilaceo, la clorofilla lentamente si aggrega in fascie radianti parietali; la trasformazione in grossi zoosporangi ibernanti può dirsi compiuta. Essi restano dispersi in mezzo agli altri elementi protococcoidei, già pronti a subire analoghi cambiamenti. Lo sviluppo loro segue trascorso il periodo estivo, durante il quale essi soggiacciono immutati alla siccità, assumendo lentamente un colorito rosso più o meno carico. Normalmente e nelle condizioni naturali gli zoosporangi riprendono in autunno le loro attività, e svolgonsi verso quell'epoca in germi mobili secondo il modo sopra descritto. Eccezionali condizioni dell'ambiente possono tuttavia abbreviare il periodo d'ibernazione, il che succede spesso nelle colture.

Ignoro se lo sviluppo ulteriore della *K. Facciolaæ* presenti altre modalità differenti da quelle già esposte. A me è parso che colla produzione di zoosporangi ibernanti si compia il ciclo di esistenza di questo organismo e che il solo mezzo di moltiplicazione che la pianta possiede è quello per via agamica. Del resto se evvi qualche lacuna da colmare n'è riservato il giudizio allo avvenire della scienza.

Non appena ultimate le ricerche sulla precedente specie, mi si porse la occasione di rinvenire una seconda forma spettante pur essa

allo stesso genere, la quale cresceva copiosamente associata alla *Oscillaria limosa* in una palude presso la spiaggia di Messina. Ho voluto indicarla col nome di *K. minor* per la sua relativa piccolezza in confronto alla *K. Facciolae*.

TAV. VII

Le più grosse cellule zoosporifere della *K. minor* sono ellissoidi e raggiungono appena 35 micr. in lunghezza su 10-12 micr. di larghezza. La membrana è spessa tutto al più 1,8-2 micr.; essa è finamente stratificata, manca degli interni processi conici di cellulosa descritti nella precedente specie; l'esterna callosità è invece pronunziatissima, lunga persino 8 micr. su 3, 5 di larghezza, diritta e posta all'estremità della cellula. La tintura di jodio rende alla membrana una debole colorazione azzurrognola. Il contenuto è ripieno di minutissime granulazioni verdastre associate ad una sostanza giallastra. In mezzo scorgesi un grosso nucleo protoplasmatico; manca invece ogni traccia di globulo amilaceo, né la clorofilla si rinviene differenziata in nastri raggianti parietali, com'era il caso della specie precedente.

Fig. 14.

Le zoospore della *K. minor* derivano per simultanea divisione del contenuto in 8-32 parti, le quali, a processo compiuto, vengono messe in libertà attraverso un foro praticato nella parete dello zoosporangio. Il numero diverso delle zoospore dipende dalla grandezza differente dei zoosporangi. Esse sono ovali od ellissoidi, d'un verde pallido, un po' più grandi di quelle della precedente specie, misurando da 4 a 6 micr. in lunghezza; muovonsi per mezzo di due cigli e contengono un nucleo amilaceo. Del resto non esiste alcuna traccia di ocelli, né facile riesce accertarsi della presenza di vacuole pulsanti. Come le zoospore della *K. Facciolae*, esse si svolgono soltanto agamicamente. Cessato il movimento, si rivestono di una membrana più spessa e senza punto sforsarsi gradatamente aumentano di volume; ingrandisce parimenti e rendesi più distinto il nucleo amilaceo; il contenuto diviene più densamente granelloso. Raggiunta una lunghezza di 12-22 micr., per simultanea divisione, hanno origine 4-12 nuovi elementi, i quali a poco a poco rivestono tutti i caratteri della cellula madre. La parete di questa intanto si discioglie e le nuove cellule rimangono libere. Ben tosto esse tornano a moltiplicarsi nella stessa maniera precedente e questo processo si ripete poi indefinitamente. In ultimo, come nel caso della *K. Facciolae*, comincia la trasformazione di tali elementi in zoosporangi

Fig. 15.

Fig. 16-19.

TAV. VII. e l'organismo perviene a quella fase, che è stata il punto di partenza dei fenomeni descritti.

Non dirò altro dello sviluppo di tale specie; questo poco ci basta per comprendere quali intime omologie legano ambo le forme. Sicché il genere *Kentrosphæra* rimane nettamente delineato da costanti caratteri, i quali sono sufficienti a giustificarne la sua sistematica entità.

Ammettendo colla più parte degli Algologi la distinzione delle Protococcoidee a cellule vegetative immobili in Protococcacee e Palmellacee, secondo che la pianta moltiplicasi per soli germi mobili o per semplice divisione vegetativa alternantesi colla produzione di zoospore, il genere *Kentrosphæra* troverebbe un posto naturalissimo tra quest'ultima famiglia. Da tutti i fin qui noti rappresentanti di tale gruppo esso differirebbe per l'assenza di integumenti gelatinosi, per il particolar modo di divisione cellulare e per la pronunciata differenziazione delle cellule madri delle zoospore. Le specie di *Kentrosphæra* andrebbero poi contraddistinte da singolarissime condizioni biologiche, poichè, come si disse, esse crescono normalmente associate e disperse fra mezzo alle colonie di varie Oscillariacee. Ivi annidansi presso a poco come un *Chlorochytrium*, un'*Endosphæra* ecc., nel corpo di una *Lemna*, di un *Potamogeton*; ma talvolta scioltesi le colonie ambienti, esse spargonsi libere sul substratum passando per le fasi di un autonomo sviluppo. Se questo modo di esistenza non riveste veramente tutti i caratteri di una vera simbiosi, parmi però un fatto degno di considerazione, il cui significato ci potrebbe ricondurre a possibili apprezzamenti sulla primitiva forma di quelle stabili associazioni tra Alghe ed altri organismi, le quali da pochi anni in qua hanno meritato tutta l'attenzione dei botanici. Sicchè esaminate da questo punto di vista; le specie di *Kentrosphæra* presentano qualche lontana analogia coi *Chlorochytrium*, *Phyllobium*, colle *Endosphæra* e *Scotinosphæra*, forme di Protococcacee endofitiche le quali sono state tanto egregiamente illustrate dal Klebs (1). L'analogia è poi maggiore se si tien conto della forma e della costituzione dei zoosporangi. Sovente infatti presso le cellule zoosporifere di tali generi la clorofilla è differenziata in cordoni parietali ed esiste parimenti allo

(1) *Beiträge zur Kenntniss niederer Algenformen*, nella *Bot. Zeit.* 1881, pagine 249-336, tav. III-IV.

esterno alla parete una valida appendice di cellulosa. La rassomiglianza di una cellula di *Scotinosphera paradoxa* cogli zoosporangi ibernanti di *Kentrosphera* è in particolare grandissima. Se non che tutte coteste forme, moltiplicandosi per sole zoospore, sono state dal Klebs riferite alle Protococcacee. La nostra conoscenza sulla vita della Cloroficee unicellulari sono però tuttora molto imperfette; senza tema di esagerare può dirsi che una gran parte dei gruppi che vi si riferiscono sono del tutto provvisorî. Segnatamente, io credo, le Protococcacee e le Palmellacee sono destinate ad esser fuse in un solo gruppo. Escludendo in fatti dalle Protococcacee un buon numero di forme che, dopo le recenti indagini, vanno ritenute quali stadî di sviluppo di Confervoidee, ben pochi generi rimangono, i quali esaminati attraverso le diverse fasi di loro esistenza non presentino delle manifestissime identità con forme già considerate come autonomi tipi di Palmellacee. Citerò per ora a mo' di esempio i *Pediastrum*, gli *Scenedesmus*, gli *Ophio-cytlum*, organismi tutti, i quali, secondo le mie osservazioni, sono suscettivi di ridursi allo stato di *Palmella*. Lo stesso dicasi di altre Protococcacee, tali i *Characium* e gli *Hydrocytlum* stando alle ricerche del Reinhardt (1). Sicché è a prevedersi che il numero delle vere Protococcacee diverrà sempre più limitato e che non sarà lontano il tempo di poter proporre la fusione delle due cennate famiglie in un solo gruppo, restando quella denominazione tutto al più ad indicare stadî di fruttificazione di Cloroficee unicellulari o di differenti altre Alghe.

(1) *Protoc. der Sectionssitz. der V. Vers. russ. Naturf. und Aerzte in Warschau*, 1876.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA VII.

KENTROSPHÆRA FACCIOLÆ, Bzi.

- Fig.* 1. — Zoosporangio ibernante $\left(\frac{350}{1}\right)$.
- » 2. — Lo stesso in istato di vita attiva (id.).
- » 3. — Zoosporangio vuoto per mostrare le interne sporgenze coniche della parete cellulare. (id.).
- » 4-5. — Genesi ed emissioni delle zoospore $\left(\frac{450}{1}\right)$.
- » 6. — Zoospore isolate molto ingrandite $\left(\frac{1000}{1}\right)$.
- » 7-9 — Stadî graduali di germinazione delle zoospore $\left(\frac{350}{1}\right)$.
- » 10. — Una cellula protococcoidea derivata dalla germinazione delle zoospore, moltiplicantesi per simultanea divisione del contenuto, dando origine a nuovi elementi protococcoidei (id.).
- » 11-12. — Successivi stadî di svolgimento di questi ultimi (id.).
- » 13. — Due elementi protococcoidei trasformati in zoosporangi (id.).

KENTROSPHÆRA MINOR, Bzi.

- Fig.* 14. — Zoosporangio $\left(\frac{350}{1}\right)$.
- » 15. — Il medesimo svolgentesi in zoospore (id.).
- » 16-19. — Successivi stadî di sviluppo delle zoospore in via di germinazione (id.).



HORMOTILA, gen. nov.

Cellulæ vegetativæ sphaericæ, ovatæ, elipsoidæ aut raro oblongæ, contento chlorophyllaceo, granuloso, absque globulo amylaceo, 2-4-8-16 intra integumentum gelatinosum, amplum, plus minus firmum, sæpe concentricè lamellosum, more *Glæocystidis*, in familias globosas aggregatas et stratum late effusum viride-cœruleseens constituentes.

Cellularum divisio ad tres directiones, demum, stadio vegetativo peracto, ad duas vel sæpe ad unicam directionem.

Zoosporangia, isthmo gelatinoso, solido, achroo, magis minus evoluto interposito, in series moniliformes, simplices, aut subdichotome ramosas conjuncta, cellulis vegetativis 2-5plo majora, ovata, in collum plus minus elongatum attenuata, membrana crassa cincta. Zoosporæ 8-pluræ, in singula cellula matricali, contenti simultanea divisione ortæ, minutæ, ovaes aut ovato-oblongæ, antice in rostrum hyalinum protractæ, ciliis vibratoriiis binis et oculo rubro laterali præditæ, per porum lateralem libere examinantes, sine fœcundatione germinantes.

Multiplicatio sexualis nulla vel ignota.

H. mucigena, n. sp. — Diam. cell. veg. 4-12 micr.; zoosporangia usque ad 30 micr. crassa; zoosporæ 1-2,5 micr. latæ et 3-5 micr. longæ.

Habitat in rupibus humidis, ad fontium parietes prope Salice circa Messanam (Siciliæ). Oct. 1880.

Questa nuova Palmellacea veniva da me raccolta a pochi chilometri dal Salice nell'autunno del 1880. Essa cresceva copiosa sulle umide

pareti di un acquidotto scavato nella viva roccia e destinato alla irrigazione di agrumeti, coprendone la superficie di uno spesso strato di gelatina verdastra-azzurrognola, analoga alle produzioni mucilaginoso di molte Cianofitiche. Grazie alla liberalità del mio congiunto sig. Giuseppe Giorgianni, proprietario della località ove rinvenivo la cennata Alga, mi è stato possibile non solo di procurarmi bastevole materiale da studio a varie riprese e in epoche differenti, ma altresì di provvedere alla conservazione ed alla maggiore diffusione di quell'organismo così raro.

Ad un primo esame al microscopio la pianta presenta tutti i caratteri di una *Glaucocystis*; anzi per parecchio tempo io la ritenni qualcosa di affine alla *Gl. vesiculosa*. In cotesto stadio le cellule stanno aggregate in estese colonie mediante produzione di abbondante mucilagine differenziata in tegumenti. Lo ampliamento delle colonie è indefinito e compiesi per continuata bipartizione degli elementi, alternandosi i piani di scissione secondo le tre direzioni dello spazio. Più tardi interviene nella vita dell'organismo una seconda fase di sviluppo contraddistinta dalla produzione di cellule zoosporifere disposte in serie lineari moniliformi, le quali si elevano dal substrato componendo degli eleganti cespuglietti a mo' di una piccola Confervoidea. È in questo momento che distintissime risaltano le differenze generiche di questa nuova Palmellacea e che una marcata linea di separazione è possibile di stabilire tra tale alga e le affini *Hauckia* Bzi, *Dimorphococcus* A. Br., ecc. Il nome di *Hormotila* accenna appunto a cotesta condizione caratteristica di sviluppo (1).

Fig 1-3.

Esaminata durante lo stadio vegetativo l'*Hormotila mucigena*, come dicevo, riveste l'apparenza di una *Glaucocystis*. Variabilissima è però la consistenza degli integumenti onde sono avviluppate le cellule, in guisa che assumendo essi qualche volta una notevole fluidità, spariscono le loro ordinarie concentriche stratificazioni, confluiscono insieme in unica massa gelatinosa quasi amorfa e la intiera colonia prende tutti i caratteri di una *Palmella*. Talora invece gli stessi involucri divengono solidi differenziandosi in validi sostegni inspessiti anularmente come quelli che sono caratteristici al genere *Urococcus*. Questa considerazione

(1) Da Ὀρμος, ov, monile; Τηλαί, ὠν, bruscolo.

dimostra quanto sieno indeterminati i limiti che separano queste ed altre forme generiche i cui caratteri differenziali risiedono semplicemente nelle svariate condizioni fisiche degli integumenti gelatinosi delle cellule di questi fatti organismi, mentre pone in rilievo tutta l'importanza di ogni ricerca biologica intesa ad illustrare la vita di esseri come questi di cui è parola, così relativamente semplici dal lato morfologico. Ma fatta astrazione di ciò e considerate nelle condizioni le più ordinarie, le cellule vegetative dell'*Hormotila mucigena* costituiscono delle colonie spesso molto voluminose, le quali si stendono sul substrato formandovi una spessa crosta gelatinosa. La tipica loro forma è la sferoide; essa è però soggetta a frequenti variazioni, la più parte delle quali dipendono dalla direzione seguita dai piani di scissione durante la moltiplicazione. Per questa ragione accanto a cellule ovali si riscontrano frequentemente degli elementi ellissoidi od anche bislunghi, e questi a volte più o meno assottigliati alle due estremità assumendo la forma di bastoncino o divenendo quasi aghiformi. Tutte coteste forme si collegano insieme mediante graduali passaggi. In tal modo troviamo nell'*H. mucigena* pienissimo riscontro di un fenomeno recentemente osservato dal Richter (2) nella *Glæocystis vesiculosa* e *rupestris*. Variabilissime sono altresì le dimensioni delle cellule dell'*H. mucigena*: le maggiori raggiungono persino 12 micr. nel massimo loro diametro, le più piccole circa 4 micr. Cotesta diversità dipende dal fatto che la divisione di ogni cellula non è seguita che da lievissimo incremento in volume dei nuovi elementi derivati. Questi vanno sempre più impicciolendosi. Per rimediare allo inconveniente che deriverebbe da cotesta circostanza avviene spesso che i piani di scissione non si alternano regolarmente per parecchie generazioni ed una medesima cellula si divide per un numero indefinito di volte sempre secondo una stessa direzione. In questo caso le cellule tendono a restringere il loro diametro trasversale assumendo una forma allungata.

Il contenuto delle cellule è della clorofilla variamente distribuita ed in diverso grado di abbondanza secondo l'età e le condizioni diverse di vegetazione delle colonie. Il più delle volte essa trovasi differenziata in radi granuli di differente volume situati senza alcuna

Fig. 3 4

(2) P. RICHTER, *Zum Formenkreis von Glæocystis*, nella *Edwigia*, 1880, n. 10.

TAV. VIII E IX

regolarità all'interno della cellula. Il colorito di tali granulazioni è di un verde molto pallido e sovente all'interno di esse spicca un corpuscolo tondo amilaceo; vi si frammettono pure talora delle gocciollette d'olio. Laddove i granuli di sostanza verde si conservano minutissimi, tutto il lume della cellula assume una colorazione più intensa e quasi omogenea, salvo nel centro ove scorgesi una piccola area circolare scolorata ripiena di un protoplasma molto refringente. Tale regione verosimilmente rappresenta il nucleo proprio alla cellula. Nelle cellule allungate la colorazione verde del contenuto è ancor più intensa e più omogenea, i granuli clorofillacei non sono visibili ed il nucleo occupa una posizione laterale. Altre variazioni nella distribuzione della sostanza verde, come poi si dirà, si manifestano al momento della metamorfosi delle cellule in zoosporangi.

Fig. 4.

Come dissi, le cellule si moltiplicano per successive bipartizioni, alternandosi i piani di divisione secondo le tre direzioni dello spazio. Cotesto processo non ha però sempre luogo con regolare intermittenza, e a volte vengono seguite per parecchie volte due sole direzioni, talora anche una soltanto, tornando poi di nuovo gli elementi a moltiplicarsi nella primitiva maniera. Principalmente lo avvicinarsi dello stadio fruttifero fa sì che lo ampliamento delle colonie si effettui secondo questi due ultimi modi.

Nulla dirò quanto alla formazione degli involucri mucilaginosi onde sono cinte le cellule dell'*H. mucigena* durante lo stadio di cui è adesso parola: essi hanno origine invariabilmente nel modo stesso come osservasi nei generi *Glaucocystis*, *Glaucocapsa*, ecc. Ogni cellula nell'atto di scindersi si cinge di un proprio tegumento mucilaginoso, il quale persiste e lentamente distendesi intorno ai nuovi elementi di cui essa cellula è tosto inizio; e questi alla lor volta si coprono di un nuovo tegumento gelatinoso, formandosi in tal guisa una serie di involucri di ordine diverso, secondo l'ordine di nascita delle cellule, alcuni dei quali parziali, cingenti una singola cellula, altri generali abbraccianti gruppi di 2, 4, 8, più elementi. Ogni integumento è di forma sferoide e segue esattamente i contorni delle cellule quando la divisione cellulare ha luogo regolarmente per piani di scissione alternantisi secondo le tre direzioni, e se la normale consistenza molle della massa gelatinosa, costituente l'involucro, non ha subito alcun profondo cangiamento.

Venendo meno alcuna di si fatte condizioni e segnatamente se le cellule assumono per parecchie generazioni la tendenza di scindersi secondo una medesima direzione, gli involucri si allungano allontanando sensibilmente le cellule tra di loro. Questo normalmente osservasi verso la fine del periodo vegetativo e precorre ed è indizio della imminente trasformazione degli elementi in zoosporangi. Essendo variabile la consistenza degli integumenti, altresì variabilissimo lo stato di imbizione delle lamelle, differentissimo è pure il grado di evidenza col quale spiccano le concentriche stratificazioni degli involucri medesimi. Nelle figure 1-3 della Tav. VIII sono state rappresentate si fatte differenti condizioni di organizzazione dei tegumenti.

TAV. VIII e 1

Venendo a dire del secondo stadio, è necessario anzi tutto di notare come esso rappresenti una condizione definitiva di esistenza dell'organismo, durante la quale le cellule cessano di svolgersi vegetativamente e a poco a poco si trasformano in elementi generatori di zoospore. D'ordinario le cellule poco prima di raggiungere si fatto stadio soggiacciono ad un processo di sviluppo ben differente da quello sopra descritto, il cui risultato è una marcatissima differenziazione morfologica degli elementi costituenti le colonie. Esaminata durante questa nuova fase, l'*Hormotila mucigena* forma dei microscopici cespuglietti di ramuscoli aventi grandissima rassomiglianza coi filamenti di una piccola Confervoidea. Essi sono in fatto costituiti da cellule, disposte in serie e collegate insieme per intermediario di una sorta di braccio gelatinoso più o meno sviluppato in lunghezza. Gli articoli sono tipicamente globoidi, ma sovente quelli più interni, per mutue pressioni subite, divengono presso a poco poliedrici. Il volume di tali cellule supera circa 3-5 volte quello degli elementi vegetativi; ma d'ordinario esse scemano di grandezza gradatamente progredendo verso l'apice di ogni ramuscolo. Nello stesso ordine aumenta in lunghezza l'istmo gelatinoso che si frappone fra due articoli consecutivi. In tal guisa quelli estremi appaiono separati da un notevole intervallo, mentre gl'interni si toccano intimamente senza interposizione di veruna produzione gelatinosa. In tutti i casi i diversi ramuscoli assumono la costituzione di vere serie moniliformi. La disposizione e la direzione che seguono tali serie all'interno dei cespuglietti non è di facile rilievo, stante la grande compattezza

Fig. 7. 8 e 1

TAV. VIII e IX.

di questi; soltanto verso la periferia scorgesi come i ramuscoli tendano a sollevarsi dal substrato rivolgendosi verso i punti più esposti alla luce, dividendosi con ordine che parrebbe il dicotomico, come quello che procede da elementi che si moltiplicano per continuata bipartizione. Non si formano però che pochi ordini di ramificazioni la cui direzione è influenzata dalla luce.

Fig. 4, 5 e 9.

Il passaggio dalla forma vegetativa a questo secondo stadio, che si dirà riproduttivo, è normalmente preannunziato dalla lenta dissoluzione degli integumenti gelatinosi involgenti le cellule. Queste restano in ultimo perfettamente nude e disperdono sul substrato a mo' di elementi protococcoidei. Tutte le cellule vegetative, qualunque sia la forma e le dimensioni loro, sono suscettive di tale sviluppo. Spesso lo appressarsi di questa nuova fase è indicato dalla formazione di integumenti assai tenui, facili a diffuire e a sciogliersi. Se le cellule non isolansi immediatamente, rimangono coinvolte dentro una ganga di trasparentissima ed amorfa gelatina. A volte persiste alcun tempo attorno ad esse qualche traccia de' vecchi tegumenti, specie quando questi presentano una certa consistenza verso lo esterno; allora la liberazione delle cellule segue mediante parziale rottura degli involgimenti come se avvenisse una sorta di deiscenza.

Fig. 9

Tali cellule, divenute in questa guisa libere, sono destinate a dare origine alle sopraddescritte serie moniliformi. Esse distinguonsi molto facilmente dagli elementi vegetativi non soltanto per la mancanza di involuppi, ma sopra tutto perchè cinte da una membrana un po' più spessa e ben distinta. La clorofilla è inoltre raccolta in dense masse parietali, restando così scoperto nel mezzo un ampio spazio circolare trasparente. Il volume di tali cellule è molto variabile, mentre la forma loro è spesso quella sferica.

La trasformazione di così fatti elementi in serie moniliformi compiesi in due modi: 1° ogni cellula si cinge di un tenue involuppo gelatinoso, il quale tosto si estende lateralmente e svolgesi in un lungo braccio gelatinoso; 2° la cellula persistendo sempre priva di qualsiasi involuppo, si divide immediatamente in due nuovi elementi i quali rimangono separati per interposizione di un corto istmo mucilaginoso.

Nel primo caso il contenuto si segrega in minuti e disuguali granuli clorofillacei, i quali si staccano dalla parete e vanno a distribuirsi quasi

omogeneamente nella cavità cellulare. Contemporaneamente la membrana svolge al di fuori da un solo lato, di rado dalle due estremità, una grossa appendice cilindroide di sostanza gelatinosa, la quale sempre più si allunga, sovente curvandosi, fino a raggiungere una notevole estensione. Indi il contenuto si scinde in due distinti elementi, i quali rimangono connessi insieme per intermediario di un nuovo braccio gelatinoso, sovente molto valido. Così procede oltre la costituzione di nuovi articoli. Alternandosi i piani di divisione secondo due o tre direzioni ne derivano delle serie più o meno ramificate.

TAV. VIII E IX

Fig. 6-8.

Il secondo modo di genesi mi è parso più frequente. In tal caso una data cellula si divide trasversalmente in due eguali metà, le quali persistono alcun tempo accostate l'una contro l'altra colle facce piane. Distinta e nettamente definita risalta la lor forma semisferica; poi tendono a poco a poco a divenire rotonde e a scostarsi. In questo momento scorgesi interposto fra i due nuovi elementi una sorta di manubrio od istmo di sostanza gelatinosa, il quale sempre più si allunga allontanando a grado a grado le due cellule. A sviluppo compiuto queste prendono una forma esattamente sferoidale e restano congiunte da un valido cordone di consistente gelatina. Così disposti, tali elementi seguitano a svolgersi nella stessa maniera precedente e per nuove partizioni trasversali derivano tosto quattro cellule situate in serie lineare, le quali si connettono a due a due mediante un braccio di solida mucilagine. La serie si accresce poi rapidamente, aumentandosi il numero degli articoli per continuata partizione trasversale. In tal guisa hanno origine delle serie moniliformi semplici. Essendo variabile la lunghezza e la direzione dei bracci gelatinosi e spesso non simultanea la divisione delle cellule, così pure variabile ed irregolare risulta la direzione e la forma che pigliano le serie.

Fig. 9-10

Spesso accade che qualche cellula della serie cessi di dividersi secondo la direzione seguita fin'allora e che si scinda nel senso perpendicolare. Così ha origine un ramo, il quale si può allungare o dividersi novellamente in altre ramificazioni seguendo il processo sopradescritto. In tutti i casi, fra le cellule interponesi il solito processo di solida gelatina. Tutti i ramuli, che possono prodursi eventualmente, sembrano disposti dicotomicamente; ciò naturalmente dipende dal particolar modo di divisione delle cellule. Essi sono però molto disuguali, irregolarissimi

e dalla forma e dal modo di connessione degli articoli riesce facile assicurarsi come siffatte serie non abbiano nulla che fare coi filamenti di una Conferva comunque a volte ne sia grandissima l'analogia. I descritti cespuglietti possono benissimo esser considerati come vere colonie di elementi generatori di zoospore, connessi insieme in serie lineari mediante produzione di consistente gelatina, godendo ogni elemento di una perfetta autonomia. La luce allontanando i ramuscoli dalla direzione loro normale, curvando le serie, rende alle colonie una struttura un po' più complessa.

Lo accrescimento di tal sorta di colonie è limitato dalla trasformazione delle cellule in zoosporangi. Spesso accade che mentre gli articoli di una coroncina si dividono, interviene sì fatta metamorfosi; però dei due elementi derivati dalla scissione di un dato articolo uno cessa di dividersi ulteriormente e tosto cambiassi in zoosporangio, mentre l'altro conserva la facoltà di scindersi nuovamente. Le due cellule figlie, che da quest'ultimo hanno origine, ripetono indi lo stesso modo di sviluppo e così di seguito le altre coppie di cellule generate, fintantochè non sia giunto il momento della completa trasformazione di tutti gli elementi della serie in zoosporangi. Notisi però che, durante questa maniera di formazione e d'incremento delle coroncine, le cellule che conservano la facoltà di moltiplicarsi vegetativamente per semplici partizioni sono quelle della regione apicale dei ramuscoli. In tal modo la genesi dei zoosporangi va considerata come centrifuga ed ogni serie parrebbe fosse dotata d'incremento apicale nello stesso come accrescesi un ifo, o le serie cellulari di talune alghe superiori. La intiera trasformazione di una coroncina in serio di zoosporangi compiesi ad epoca indeterminata della vita di una colonia a sviluppo di *Glaucocystis*. Non ho potuto a tal proposito determinare se lo avvicinarsi dell'autunno o di altra stagione, o lo influire di condizioni ambienti diverse dalle normali, possa esercitare qualche azione su tal fenomeno. Il certo è che ambo le rammentate forme persistono e si rivengono contemporaneamente in tutte le stagioni dell'anno sul substrato. La copiosa produzione di gelatina costituisce per le colonie un valido mezzo di preservazione e di difesa contro esterne sfavorevoli influenze.

Un ultimo modo di formazione delle colonie zoosporangifere è quello

che effettuasi senza che si manifestino profondi cambiamenti nello stato e nella forma di aggregazione delle cellule componenti le colonie vegetative. Questo è però un caso molto raro e può, io credo, esser provocato da brusche variazioni ambientali. Le cellule allora persistono incluse nel loro spesso involuppo gelatinoso; alcune di esse si trasformano direttamente in zoosporangi; altre tendono a scindersi una o poche volte secondo una medesima direzione, oppure cambiano subito direzione, senza spogliarsi del comune involuppo mucilaginoso e quindi subiscono la medesima trasformazione. Da ciò derivano delle colonie zoosporangifere non aventi alcuna forma determinata e formanti dei complessi assai intrigati ed irregolari, i quali qualche volta si rinvengono dispersi in mezzo alla gelatina delle colonie vegetative. Si fatte formazioni mancano del caratteristico manubrio gelatinoso e i zoosporangi stanno raccolti a gruppi di 4 o di 2 dentro più strati di consistente mucilagine di cui alcuni parziali interni, altri esteriori.

TAV. VIII E IX

Fig. 11

La trasformazione delle cellule in zoosporangi comincia, come dissi, dalle regioni interne delle coroncine e gradatamente procede verso gli articoli dell'apice. Le cellule, durante questo processo, a grado a grado s'ingrandiscono mentre la parete insensibilmente s'ispessisce; il contenuto diviene a poco a poco finamente granuloso, distribuendosi con una certa omogeneità nella cavità cellulare. A completo sviluppo gli zoosporangi sono per lo più ovati od ovato-sferici, da due a cinque volte più grandi delle cellule vegetative, di rado un po' più piccoli. I bracci di gelatina, che servono a connetterli in serie, appaiono un po' più raccorciati per via dell'aumento di volume subito dalle cellule durante le metamorfosi loro in zoosporangi. In conseguenza di ciò, gli zoosporangi più grossi mancano di così fatta produzione gelatinosa o tutto al più questa è ridotta a minime proporzioni. Dall'ordine di genesi dei zoosporangi dipende il fatto che, esaminando ad una data epoca delle colonie zoosporangifere, vi si scorgano cellule generatrici di zoospore in differenti gradi di maturazione e quindi aventi variabilissime dimensioni: i più grossi zoosporangi si troveranno costantemente nello interno; anzi quivi, soggetti a mutue pressioni durante il loro incremento, essi talora appaiono schiacciati da più lati.

Le zoospore si formano per simultanea divisione del contenuto di

TAV. VIII E IX.

Fig. 12.

ogni zoosporangio in 8-16-32-64 parti. Questa diversità di numero dipende dalla variabile grandezza dei zoosporangi; i più piccoli danno origine a sole 8 zoospore, i più grossi a 64 ed anche più. Prima della completa differenziazione del contenuto in germi mobili, la parete della cellula madre comincia a crescere da un lato sollevandosi a poco a poco in forma di papilla. Il contenuto medesimo prende una struttura più finamente granulosa ed un colorito tendente al giallastro. Le zoospore nascenti sono indicate da minutissime areole più pallide, fittissime e poliedriche. Durante lo sviluppo dei germi l'emergenza laterale si solleva sempre più, assottigliandosi continuamente la parete corrispondente a quella regione e si differenzia a poco a poco in una sorta di collo.

Compiuto lo sviluppo delle zoospore, il contenuto prende una colorazione rossastra dovuta agli ocelli delle zoospore, i quali spiccano attraverso le pareti della cellula madre. I germi sembrano immersi in un liquido trasparentissimo. Il loro moto comincia nello interno dello zoosporangio e si versano a poco a poco nella regione del collo; questo tosto si discioglie all'apice, formandosi una sorta di manica che le zoospore attraversano immantinentemente rendendosi così libere.

Fig. 13.

Le zoospore sono piccolissime e di una estrema delicatezza. La loro struttura non è quindi di facile rilievo. Sono ovato-bislunghe od ovali, assottigliate in rostro, spesso lungo, jalino nella estremità anteriore, un po' ottuse posteriormente. Nell'interno scorgonsi pochi granuli d'un verde pallido e lateralmente un ocello rossigno. Per mezzo dei reagenti rendono visibili due esilissime ciglia eguaglianti in lunghezza presso a poco il corpo della zoospora. Esaminate nell'acqua, le zoospore muovonsi con grande vivacità dirigendosi verso i punti più rischiarati. Impedite sovente nel loro moto dalla gelatina delle colonie vegetative si arrestano prestissimo. Se la densità della mucilagine ambiente non è molto grande esse muovonsi ancora alcun tempo lentamente dando luogo a un fenomeno già accennato a proposito delle macrozoospore del *Ctenocladus circinnatus*, il quale prova ancor meglio essere il corpo dei protoplasmii nudi, massime delle zoospore, estremamente contrattile. In tali condizioni in fatti le zoospore dell'*Hormotila mucigena* si spingono innanzi contraendo ripetutamente il loro corpo, sformandolo profondamente per ripigliar tosto la primitiva configurazione. Il germe par che

Fig. 14.

faccia degli enormi sforzi per superarli; gli ostacoli ambientali e mediante siffatto moto ameboide sovente esso rendesi perfettamente libero dalla gelatina ambiente.

D'ordinario il moto dura circa 6 ore; prodotto verso le prime ore della giornata, le zoospore passano allo stato di quiete poco prima di mezzogiorno. Malgrado le più accurate ricerche non ho potuto verificare se esse adempiano ad altra funzione all'infuori di quella di germi di moltiplicazione agamica. Pervenute in riposo, germinano trasformandosi tosto in piccole cellule sferoidi. La germinazione presenta questo di caratteristico, che il rostro sparisce e tutto il corpo del germe, da bislungo che era, i. sformarsi, contraendosi lentamente, in una piccola massa globosa a contorni distinti. Per qualche tempo rimane visibile nell'interno l'ocello rossigno ed un piccolo granulo amilaceo. Gli altri corpuscoli clorofillacei, già esistenti nel corpo della zoospora, verosimilmente vengono disciolti durante la germinazione. Tali cellule s'ingrandiscono poi insensibilmente, aumentando proporzionatamente nel tempo stesso lo spessore della membrana. Lo sviluppo poi continua non interrotto per alcun tempo seguendo per due vie differenti: ora in fatti hanno origine colonie vegetative a sviluppo di *Glaucocystis*, ora direttamente sole colonie zoosporangifere.

Il primo è probabilmente il caso normale. Le cellule derivate dalla germinazione delle zoospore divengono allora molto grandi, cingendosi di una membrana assai spessa e differenziata in istrati concentrici. I granuli clorofillacei stanno accumulati in maggior copia contro le pareti. Ben tosto il contenuto successivamente si scinde in 2, 4, 8 cellule, mentre la parete diffluisce in mucilagine trasformandosi in una serie di involucri parziali involti dentro un comune involucro. Così generasi una piccola famiglia a sviluppo di *Glaucocystis*, il cui ampliamento procede poi rapidamente secondo i modi sopra descritti.

Il secondo caso trovasi rappresentato nella fig. 20 della tav. IX. Probabilmente trattasi di un fenomeno accidentale avendolo io riscontrato poche volte. In tal caso le cellule non s'ingrandiscono gran fatto e rimaste piccole si dividono tosto trasformandosi in corte coroncine. Queste non sono poi suscettive di raggiungere uno sviluppo completo, come ho potuto verificare, il che conferma la mia supposizione quanto alla poca o veruna importanza di questa forma di sviluppo.

TAV. VIII B 1

Fig. 15.

Fig. 16-19

Poco mi resta da dire intorno alla posizione sistematica ed alle affinità del genere *Hormotila*. Evidentemente trattasi di una nuova Palmellacea. Adottando gli aggruppamenti proposti dal Kirchner (3) quest'Alga andrebbe collocata fra le *Palmellacae Stipitatae*. E di certo, nelle condizioni presenti della Sistematica delle Alghe inferiori, nessun'altra posizione, sembra, le possa convenire, sebbene quel gruppo, parmi, includa qualche volta degli elementi assai eterogenei (4). Comunque sia, evidenti affinità legano l'*Hormotila* all'*Hauckia insularis* Bzi (5). Questa pianta forma delle colonie vegetative aventi la struttura di una *Glaucocystis*, i cui elementi si compongono più tardi in serie, trasformandosi in zoosporangi. La disposizione ed il modo di deiscenza di questi, la forma ed il modo di sviluppo delle zoospore, costituiscono le sole differenze capitali fra questi due generi. Del resto il contenuto cellulare presenta in ambedue questi generi delle grandi

(3) *Op. cit.*, pag. 105.

(4) Citerò a mo' di esempio il *Dictyosphaerium Ehrenbergianum* Näg. (Gatung. einzell. Algen, Zürich 1849, p. 72-74, Tav. II, E.). Con ogni probabilità questa pianta è molto più affine al *Physocytium confervicola*, da me descritto nelle precedenti pagine, anzichè ad altre forme del riferito gruppo. La formazione di tenui stipiti, filiformi, gelatinosi, che vi è caratteristica, non basta che ad indicarei alcune prossime analogie che corrono tra le forme di cui è parola. Tutte coteste peculiarità, determinanti l'associazione di individui unicellulari e la costituzione loro in colonie, hanno, siccome io credo, un'importanza ben secondaria nella determinazione del valore tassonomico di date forme spettanti alle Palmellacee, mentre è indispensabile in simili casi di rivolgere con preferenza la nostra attenzione alla struttura intima delle cellule e allo sviluppo cui queste vanno soggette. La produzione di esterni involucri gelatinosi è un fenomeno frequentissimo in esseri come questi, dove tutta la esistenza si compendia nell'attività propria all'unico elemento istologico onde si compone l'organismo, e rappresenta una speciale forma di adattamento alle condizioni ambientali, una provvida disposizione di resistenza dell'individuo contro gli svantaggi del suo isolamento e dell'estrema piccolezza del suo corpo. Sgraziatamente lo sviluppo del *Dictyosphaerium Ehrenbergianum*, c'è finora in gran parte ignoto. Quanto alle cellule è possibile per altro affermare essere esse intimamente costituite come quelle di una Volvocinea, almeno a dedurlo dalla distribuzione della sostanza verde, dalla presenza di un grosso nucleo amilaceo e di vacuole pulsanti nel loro interno.

(5) A. Borzi, *Hauckia insularis*, nuova Palmellacea dell'Isola di Favignana, nel *Nuovo Giornale botanico italiano*, vol. XII, 1880, n. 4.

rassomiglianze. Forse alcuni altri punti di contatto esistono fra la *Hormotila* ed il *Dimorphococcus lunatus* A. Br. od altre forme di Palmellacee a cellule fruttifere sorrette da stipiti gelatinosi consistenti. Il *Mischococcus confervicola* Näg., che io già indicavo molto intimo all'*Hauckia*, non ha nulla di affine nè con questa pianta nè colla stessa *Hormotila*; probabilmente trattasi di un organismo da cancellarsi dal novero delle Palmellacee, come poi dirò rappresentando esso lo stadio di sviluppo di qualche Confervoidea.

TAV. VIII E IX

 SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE VIII E IX.

- Fig.* 1. — Porzione di una colonia a sviluppo di *Gloocystis*; gl'integumenti possiedono la ordinaria consistenza gelatinosa; nell'interno delle cellule la clorofilla è differenziata in granuli, di cui alcuni sono manifestamente amilacei ($\frac{650}{1}$).
- » 2. — La precedente ad integumenti molto consistenti, anularmente inspessiti e differenziati in grossi stipiti a mo' di *Urococcus* (id.).
- » 3. — Piccola colonia vegetativa ad integumenti parziali sciolti, con cellule elissoidi (id.).
- » 4. — Cellule vegetative assai allungate, divenute libere per completa soluzione degli integumenti e moltiplicantisi per longitudinali divisioni (id.).
- » 5. — Le medesime dividenti trasversalmente (id.).
- » 6. — Diversi gradi di trasformazione delle cellule vegetative in colonie zoosporangifere: la differenziazione dello inviluppo in stipiti suole, nel caso indicato, precedere la divisione del contenuto della relativa cellula (id.).

- Fig. 7. — Giovine colonia zoosporangifera derivata dal precedente processo ($\frac{650}{1}$).
- » 8. — Colonia zoosporangifera adulta, a sviluppo non ancora perfettamente compiuto (id.).
- » 9. — Cellule vegetative sferoidali, libere, prive d'involuppi destinate e trasformarsi in colonie zoosporangifere (id.).
- » 10. — Le medesime in via di sviluppo; in ciascuna cellula la differenziazione degl'involuppi in stipite gelatinoso segue appena compiuta la divisione del contenuto della cellula stessa (id.).
- » 11. — Due zoosporangi contigui appartenenti alla regione più vecchia di una colonia fruttifera (id.).
- » 12. — Porzione di una colonia zoosporangifera a cellule in diverso grado di riproduzione per zoospore (id.).
- » 13. — Zoospore libere molto ingrandite ($\frac{1320}{1}$).
- » 14. — Le precedenti dotati di moto lentissimo, ameboide (id.).
- » 15. — Primi stadî di germinazione delle zoospore ($\frac{650}{1}$).
- » 16-18. — Stadî successivi di germinazione delle precedenti; in una delle figure, le zoospore impedito di allontanarsi dalle cellule madri loro, si sono svolte in prossimità di queste (id.).
- » 19. — Stadio di sviluppo definitivo delle zoospore germinanti: dagli elementi rappresentati nella figura, avranno origine nuove colonie a sviluppo di *Glaecystis* (id.).
- » 20. — Colonie zoosporangifere in corso di formazione, derivate direttamente dalla germinazione di zoospore (id.).



AGGIUNTE

PARECCHIE difficoltà incontrate nella esecuzione delle Tavole hanno di gran lunga ritardato la pubblicazione di questo primo fascicolo, rendendo inevitabili talune imperfezioni, nonostante il grave dispendio subito. Durante questo tempo trascorso mi si è presentata di quando in quando l'occasione di ritornare sulla traccia delle precedenti ricerche, di controllarne i risultati con nuove indagini, riempiendo qua e là qualche lacuna rimasta nei primi miei studî. Limitando quindi la mole del lavoro alle poche pagine che precedono, parmi conveniente di riferire qui in ultimo questi nuovi risultati, i quali completano in gran parte le esposte cognizioni sulla Biologia di alcune forme studiate.

Riferendomi primieramente a quanto dissi intorno alla sessualità della *Ulva Lactuca*, le nuove ricerche confermano pienamente i precedenti studî. Nell'*Ulva Grevillei* Le Jol., che ebbi occasione di studiare nello scorso anno da materiale raccolto sulle coste della vicina Calabria, le zoospore si comportano da veri plasmidi sessuati, mancando assolutamente della facoltà di svolgersi in via agamica: la copulazione è quindi anche in questo caso una condizione esclusivamente indispensabile alla conservazione dell'organismo. Lo stesso non potrebbe dirsi quanto allo sviluppo di una forma, che con molta probabilità va ritenuta

affinissima od identica alla *U. crispata* del Bertoloni (*Amoen. ital.* p. 83). Quivi una gran parte di zoospore si accoppiano e trasformansi in zigospore, le quali germinano tosto come gli omonimi germi della *U. Lactuca*; le altre, rimaste infeconde, conservano la facoltà di svolgersi, trasformandosi direttamente in brevissime serie ifiche, aderenti alla roccia colla base conformata a mo' di rizina e costituite da un semplice ordine di cellule. Nelle mie culture dalla germinazione di cotesta sorta di zoospore non si sono formate che piante esili, dotate di uno sviluppo in apparenza stentato, lentissimo, aventi una costituzione ben differente e semplicissime in confronto alle giovani piantine della medesima specie, ottenute nelle medesime condizioni di cultura e nello stesso tempo dalle zigospore germinanti. In questo caso nei primi stadi della germinazione, accresciutosi il volume del germe, differenziatasi la base in rizina, seguiva tosto la lenta e graduale dissoluzione del corpo germinante in cellule distinte, suscettive di autonomo sviluppo a mo' di gemme staccate dal corpo materno. Seguendo le medesime leggi indicate trattando dello svolgimento dei germi sessuati dell'*U. Lactuca*, siffatte cellule davano origine nel corso di circa due mesi a giovani piantine aventi una costituzione del tutto normale.

La conclusione, che potremmo trarre da coteste ricerche, basteranno probabilmente a porre in rilievo tutta l'importanza della sessualità, di fronte alla moltiplicazione agamica presso il genere *Ulva*. Non sarà forse inverosimile ammettere come in quelle specie, dove la differenziazione sessuale non si è punto manifestata in maniera assoluta ed esclusiva dal lato fisiologico e i germi mobili sono altresì suscettivi, per mancata copulazione, di svolgersi in via agamica, quest'ultima forma di moltiplicazione rappresenti una condizione impossibile alla conservazione dell'organismo attraverso un grande numero di generazioni, rendendosi indispensabile in tal caso che lo sviluppo venga rinnovato per via sessuale e quasi rinvigorito dalla fusione di due distinti plasmidi.

Gettando poi uno sguardo alle forme differenti, rappresentanti la piccola famiglia delle Ulvacee, considerate dal punto di vista del loro sviluppo, giusta le cognizioni finora acquisite, riesce agevole classificarle in tre gruppi secondo il modo e la forma di moltiplicazione lor propria. Avremo cioè:

1° Specie a sviluppo esclusivamente agamico: *Monostroma Witrockii*, Born.

2° Specie a sviluppo sessuale ed agamico contemporaneo: *Ulva crispata*, Bert.

3° Specie a sviluppo esclusivamente sessuale: *Monostroma bulbosum* Ktz, *Enteromorpha compressa* L., *E. clathrata* L., *Ulva Lactuca* L., *U. Grevillei* Le Jol.

In tutti i casi indicati i plasmidi, tanto agamici come sessuati, sono identici nella forma e nelle dimensioni loro. Le sole differenze si riferiscono alle loro proprietà fisiologiche. Tali considerazioni possono gettare molta luce allo importante problema della sessualità, indicandoci per quali modi e per quali vie si sia essa gradualmente e progressivamente stabilita nel corso della evoluzione organica.

Durante la stampa di questo fascicolo mi si porgeva la occasione di rinvenire una seconda forma del genere *Ctenocladus* e di studiarne lo sviluppo. Essa cresceva copiosa sulle mura di un vecchio acquidotto nelle vicinanze della città, preferendo le screpolature e tutte le parti della parete prive d'intonaco. Le osservazioni estese a questa nuova specie completano in gran parte le esposte notizie sul genere *Ctenocladus*, epperò, parmi, valga la pena spendere qualche parola sui risultati di tali ricerche.

Distinguerò questa nuova specie col nome di *Cl. fastigiatus* per allusione alla caratteristica disposizione delle estreme ramificazioni dei filamenti macrozoosporiferi. L'alga si estende a mo' di crosta sottile a superficie finamente verrucosa, colorata in un bel verde intenso e di notevole compattezza. Questa è poi d'ordinario accresciuta da un leggero deposito calcareo dovuto all'acqua fluente dalle pareti sovrapposte. Lo spessore massimo di tali incrostazioni non supera i 2 mm. Esse sono costituite da un sistema di filamenti delicati, irregolari, diffusi e serpeggianti sul substrato, tramezzati tratto tratto a grandi e disuguali distanze. Si fatte cellule contengono da principio scarsa clorofilla, raccolta in unica fascia parietale, situata verso il mezzo ed includente un grosso e distinto nucleo amilaceo; indi vuotansi e costituiscono delle serie perfettamente scolorate a mo' degli ifi di un fungo. L'analogia è

grandissima stante la delicatezza e trasparenza delle membrane cellulari.

Cotesto sistema di filamenti presenta in origine ramificazioni assai scarse e prodotte in apparenza senza alcuna norma; indi le divisioni divengono a grado a grado più frequenti; intanto i fili si allontanano a poco a poco dal substrato e i ramuli tendono a disporsi unilateralmente per assumere infine una direzione verticale. Ogni cellula dà allora origine ad un nuovo ramo, e tutti i ramuli, inseriti sopra uno stesso lato del filamento di ordine precedente, si rivolgono all'insù crescendo ritti ed accalcati densamente gli uni sugli altri per raggiungere la stessa altezza. Ne derivano in tal modo folti ed estesi cespuglietti coi rami copiosi e regolarmente fastigiati. Le cellule stesse di questa ultima regione rivestono caratteri del tutto particolari; esse sono divenute a poco a poco più corte, superando raramente la lunghezza loro del doppio il diametro trasversale. Contengono abbondante clorofilla, la quale occupa interamente la cavità, differenziandosi in granulazioni frequenti, fra le quali spicca un grosso corpuscolo amilaceo, quasi globoide. I contorni delle cellule assumono sempre più una certa regolarità ed una forma determinata; le strozzature, indicanti i punti di connessione di articoli contigui, a poco a poco si rendono meno marcate, a misura che ci si accosta alla estrema regione della fronda. Quivi infine gli articoli appaiono cilindrici.

La trasformazione delle cellule apicali in macrosporangî mette un termine all'aumento vegetativo della fronda. Le macrozoospore nascono per successiva divisione del contenuto dei zoosporangî e ne derivano d'ordinario 8 da ogni cellula siffatta. L'uscita delle macrozoospore ha luogo prontamente per completa dissoluzione della regione apicale dello zoosporangio. I germi rassomigliano moltissimo a quelli del *Ct. circinnatus*, salvo che sono un po' più piccoli. Del resto subiscono pure le medesime fasi di sviluppo.

Compiuta la evacuazione dei macrozoosporangî, i filamenti danno luogo ad un nuovo modo di svolgimento. I ramuli seguitano ad allungarsi, producendo articoli sempre più corti. Questi assumono a poco a poco una forma globosa e costituiscono delle serie moniliformi. Tali cellule inspessiscono a grado a grado la loro parete, si riempiono di grosse e fitte granulazioni clorofillacee e l'una dopo l'altra, secondo

l'ordine loro di nascita, si staccano e si sperdono sul substrato. In tal modo hanno origine dei cumoli di elementi protococcoidei. Si fatta trasformazione si estende rapidamente a tutti gli elementi di una fronda e solamente i filamenti primordiali ipofleodici, scarsi di clorofilla, delicati, ad articoli lunghissimi vi sono esclusi; i quali bentosto si disfanno.

Lo sviluppo ulteriore di tali elementi segue però per due vie differenti: alcuni persistono inalterati lungo tempo allo stato di zoosporangi; altri si scindono successivamente in 2, 4, 6, 8 ecc. parti, le quali divengono altrettante cellule protococcoidee contenenti un plasma clorofillaceo, densamente granelloso, provvisto di nucleo amilaceo e cinto da una membrana di mediocre spessore. Tali elementi divengono ben presto cellule generatrici di microzoospore suscettive di dar luogo ad infinite generazioni di nuovi elementi protococcoidei, oppure, influendo favorevoli condizioni, svolgonsi in delicati filamenti, rinnovando così le frondi per via agamica. Uno stadio palmellaceo contraddistinto da notevole gelificazione delle membrane cellulari, siccome abbiamo notato nel *Ct. circinnatus*, manca a questa seconda specie. Del resto ambo le forme convengono perfettamente nei loro caratteri fondamentali relativi allo sviluppo ed alla organizzazione. Un po' più piccoli appaiono i germi mobili del *Ct. fastigiatus*, confrontati con quelli della precedente specie. Lo stesso dicasi dei zoosporangi. I microzoosporangi stessi di questa ultima specie sono costantemente solitari all'apice dei ramuli, mentre questi nascono diritti, comunque tutti situati lungo uno stesso lato del filamento d'ordine precedente.

Tali sono le principali differenze che corrono tra le due specie descritte, le quali possono brevemente riassumere colle frasi seguenti:

CT. CIRCINNATUS, Bzi — Ramelluli apicales eleganter circinnato-cymosi. Macroz. lat. ad 7 micr.; microz. 2-3 micr. crassae.

In stagnis submarinis Siciliae (Messanae).

CT. FASTIGIATUS, Bzi — Ramuli et ramelluli apicales erecti, stricti, fastigiato-aggregati. Macroz. et micr. paullo minores.

In aquis dulcibus, praecipue copiose ad parietes vetusti aquaeductus, apud Messana (Siciliae).

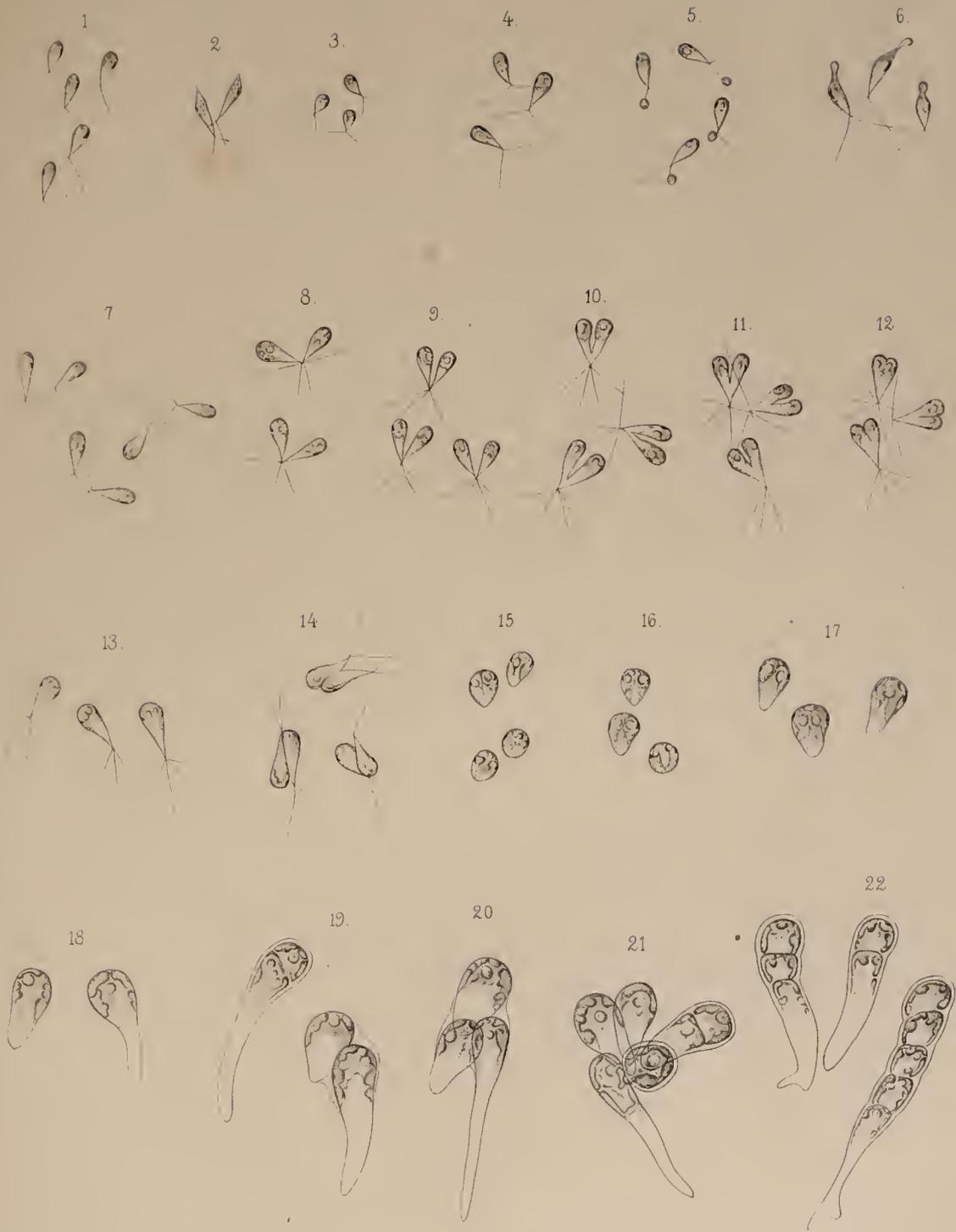




INDICE DEL PRIMO FASCICOLO

PREFAZIONE	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	v
CHLOROPHYCEÆ :																				
Ulva, L. (<i>Tav. I</i>)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1
Leptosira, n. gen. (<i>Tav. II</i>)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	17
Ctenocladus, n. gen. (<i>Tav. III e IV</i>)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	27
Cladophora, Ktz. (<i>Tav. V</i>)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	51
Physocytium, n. gen. (<i>Tav. VI</i>)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	71
Kentrosphaera, n. gen. (<i>Tav. VII</i>)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	87
Hormotila, n. gen. (<i>Tav. VIII e IX</i>)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	99
AGGIUNTE	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	113

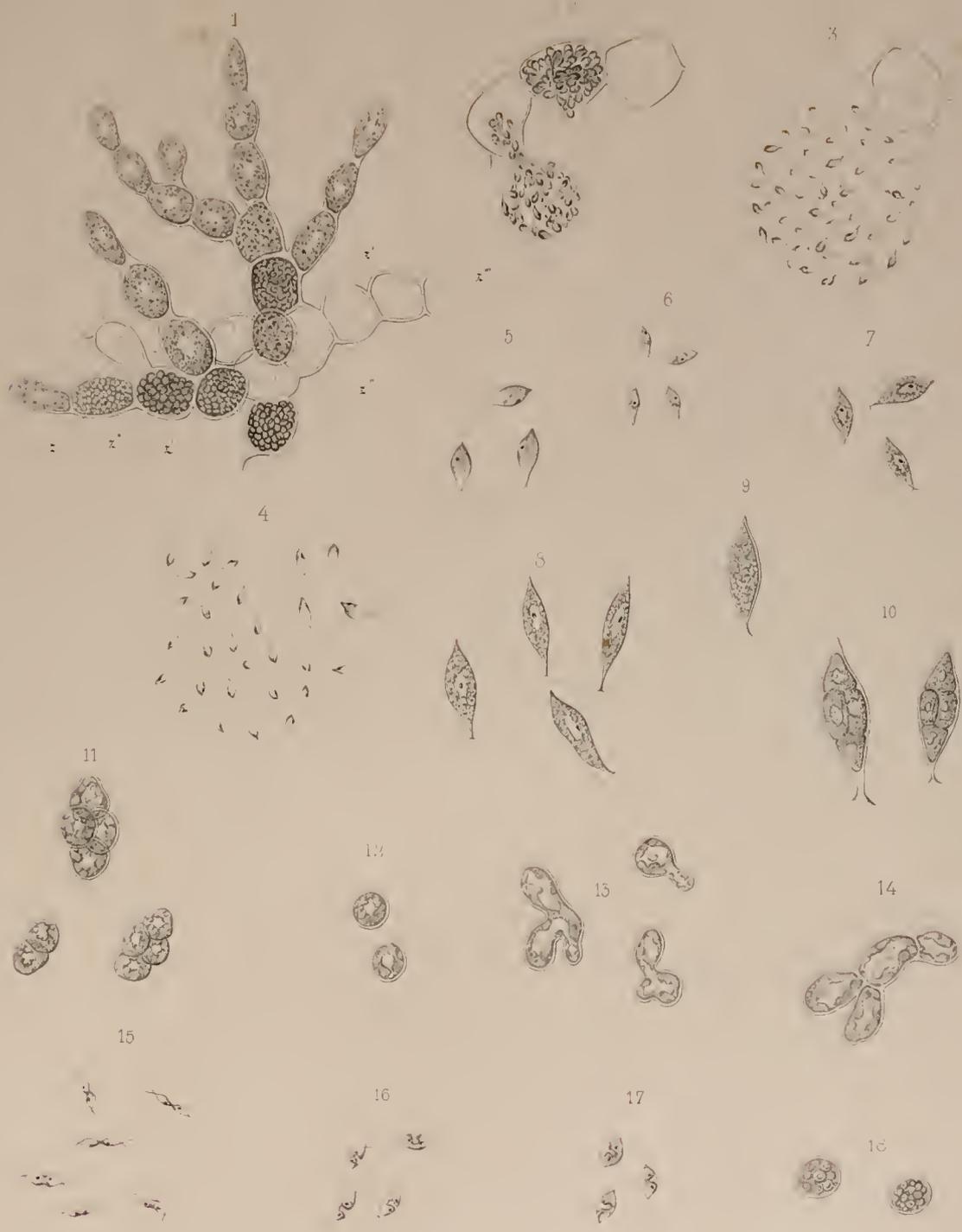




Auct. ad nat. del.

Lit. Laue, Berlin.

ULVA LACTUCA (Linn.)

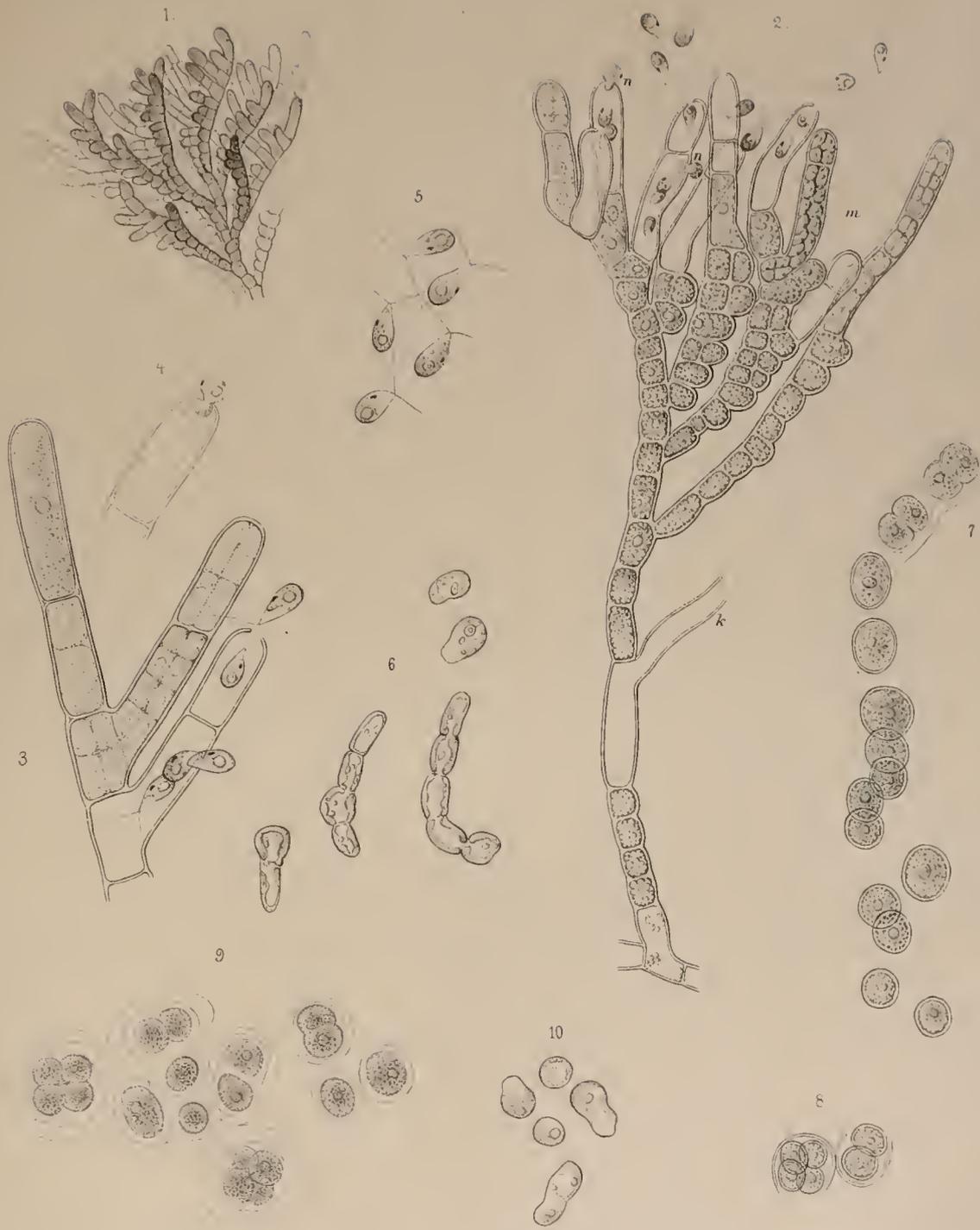


Auct. ad nat. del.

C. Galvani scise

LEPTOSIRA MEDIANA, D. 221

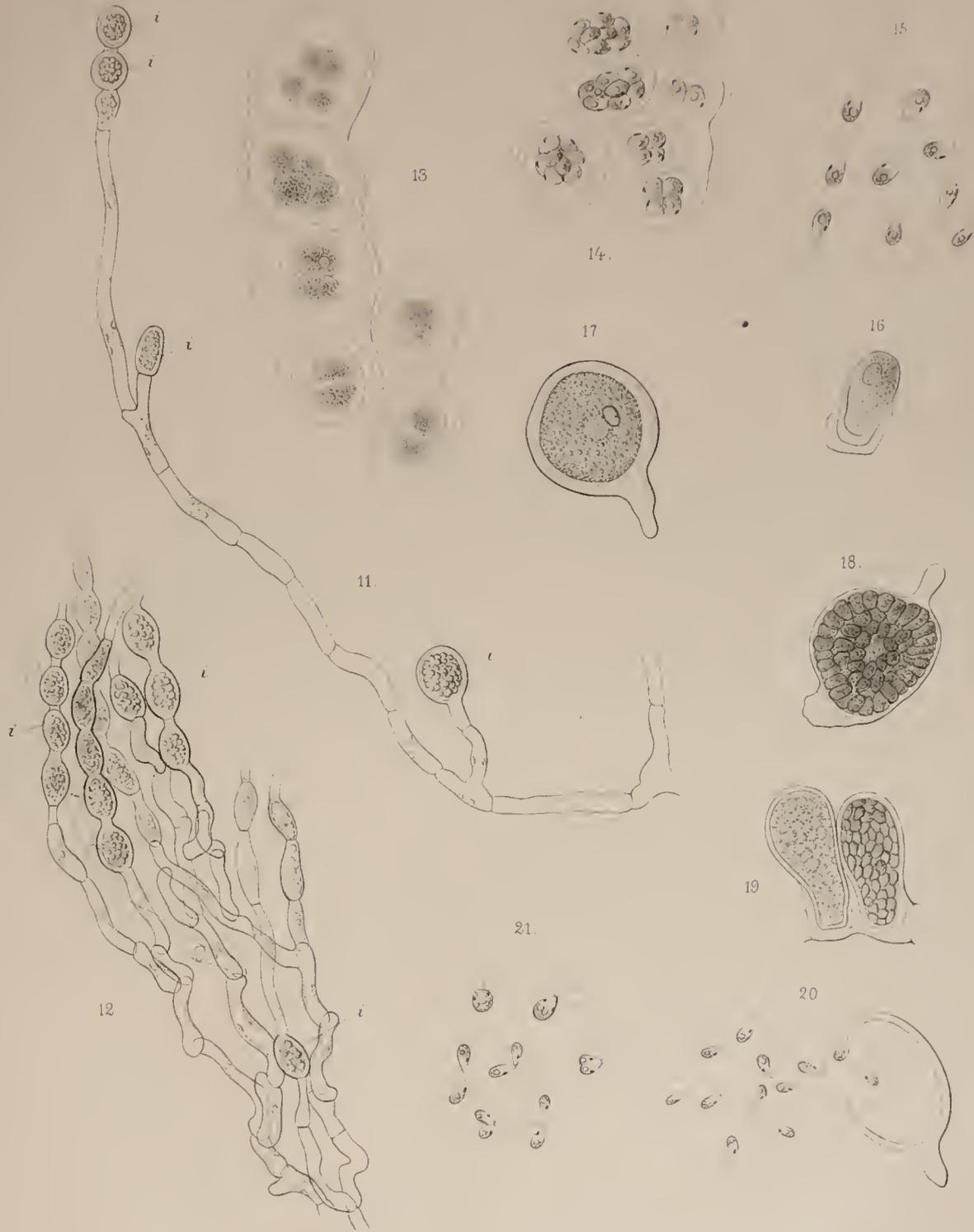
L. mediana



Auct. ad nat. del.

Lit. L. uise, Berlin

CTENOCLADUS CIRCINNATUS Borzi



Auct. ad nat. del.

Int. Luss., Berlin

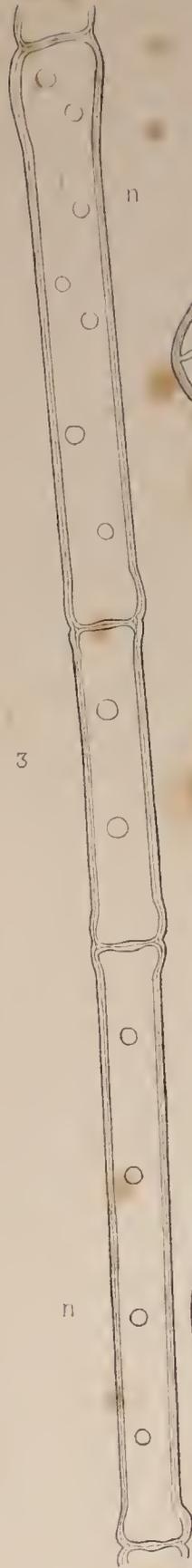
CTENOCLADUS CIRCINNATUS Borzi.



2

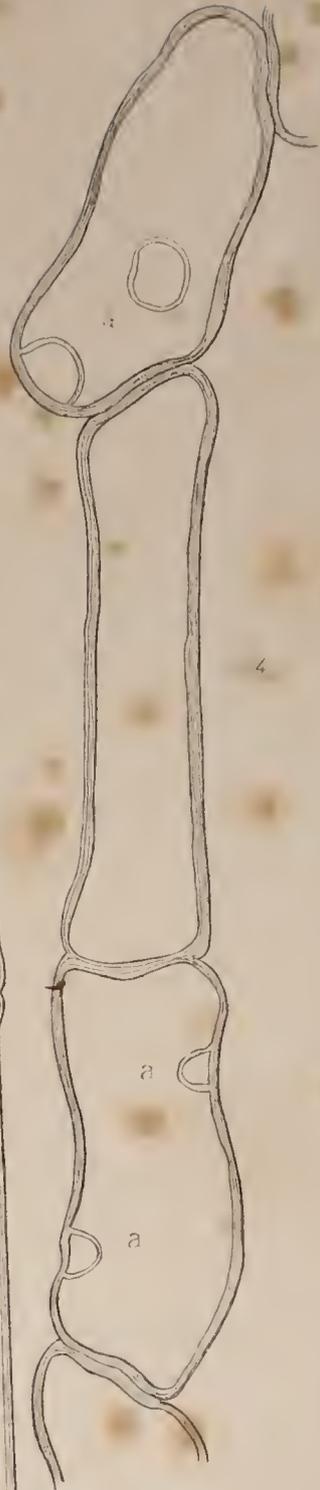


n



3

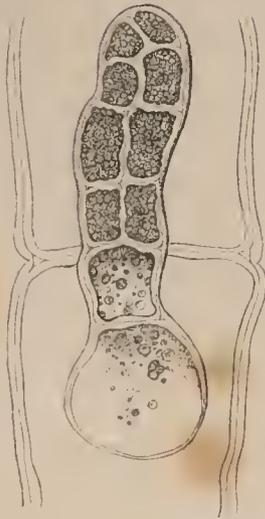
n



4

a

a



5

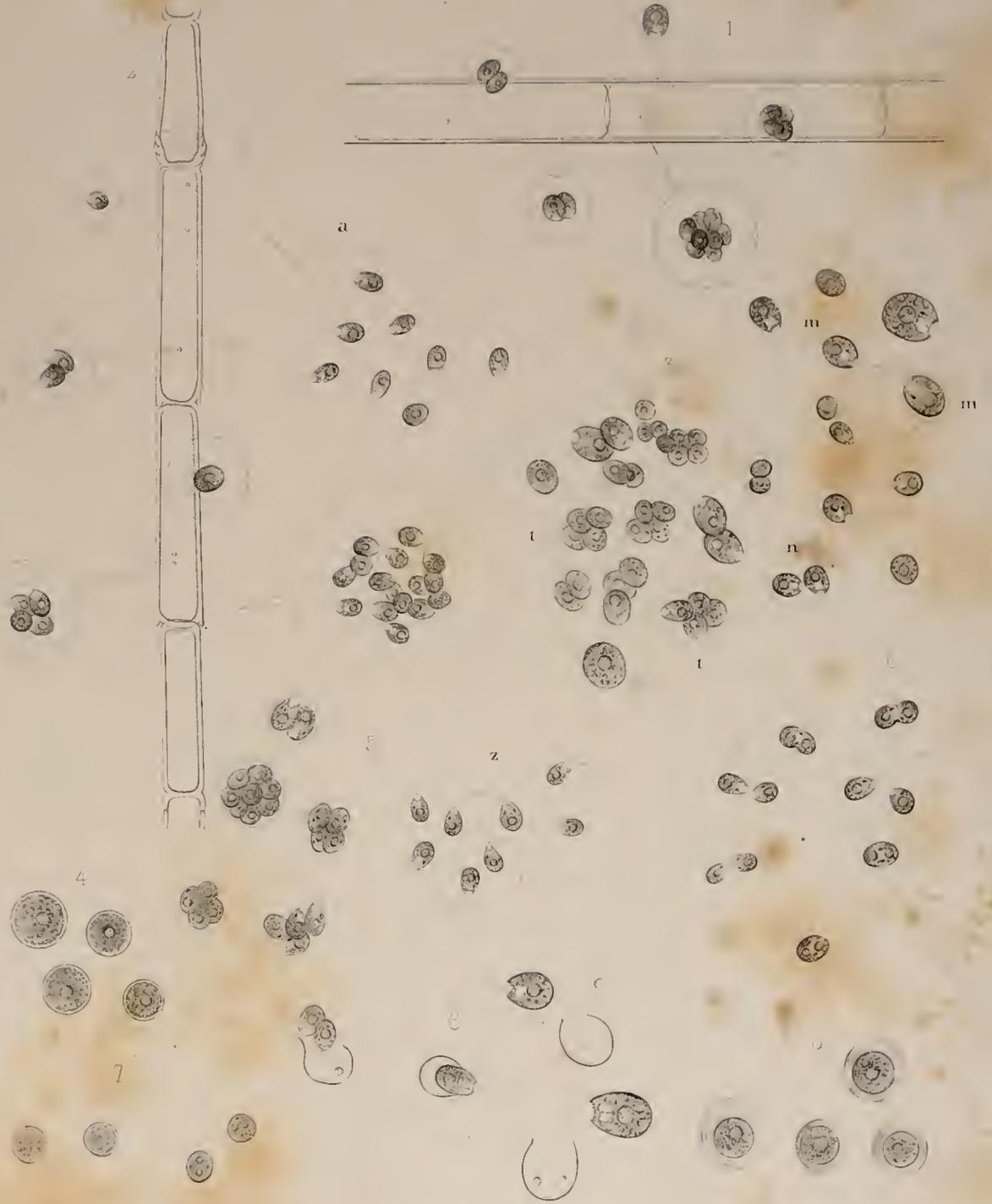
luch del et sculps

lit. Ehrhng

CLADOPHORA, Kütz.





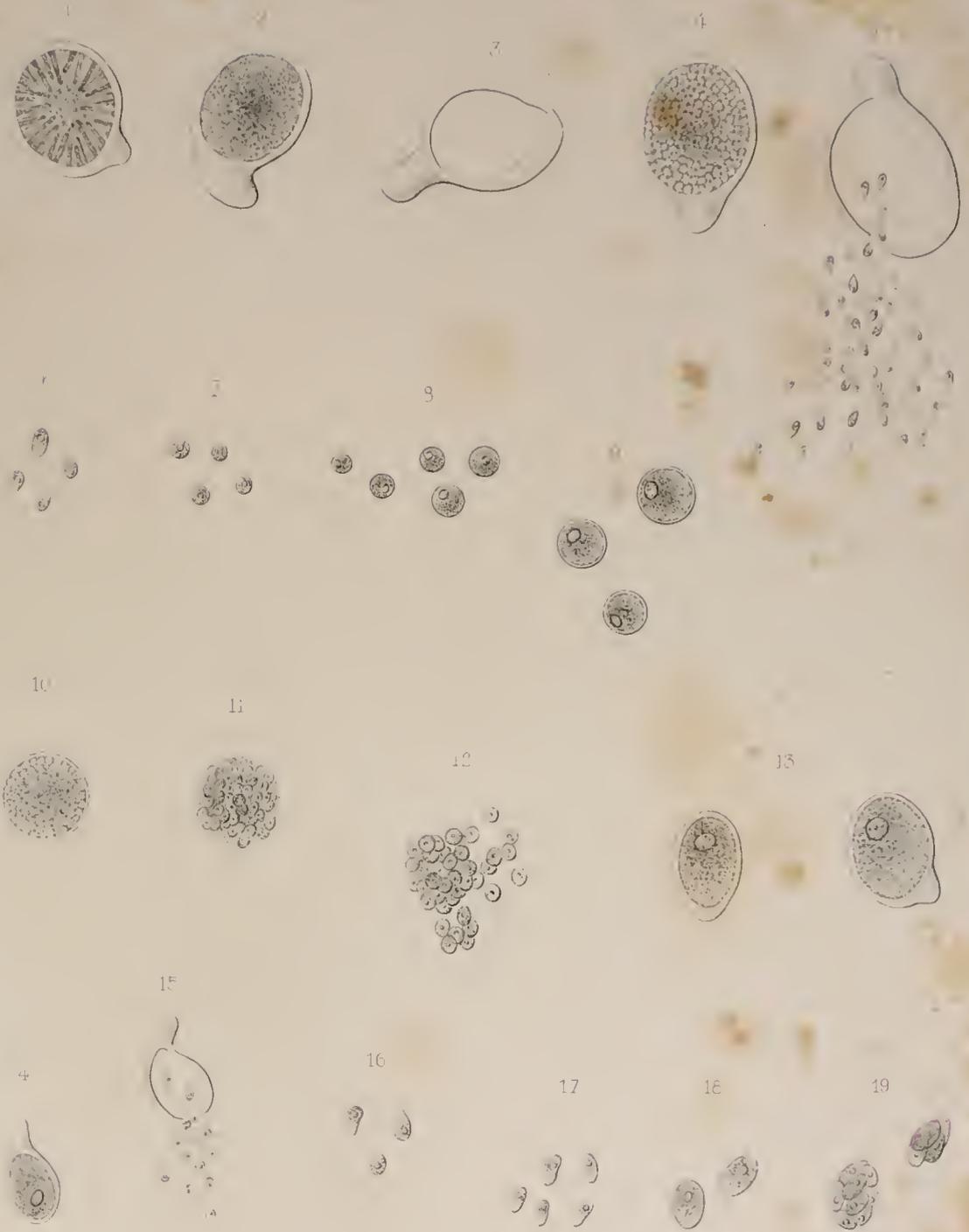


Act. ad nat. del.

C. Galeani incis.

PHYSOCYTIUM CONFERVICOLA. Berni.

1892

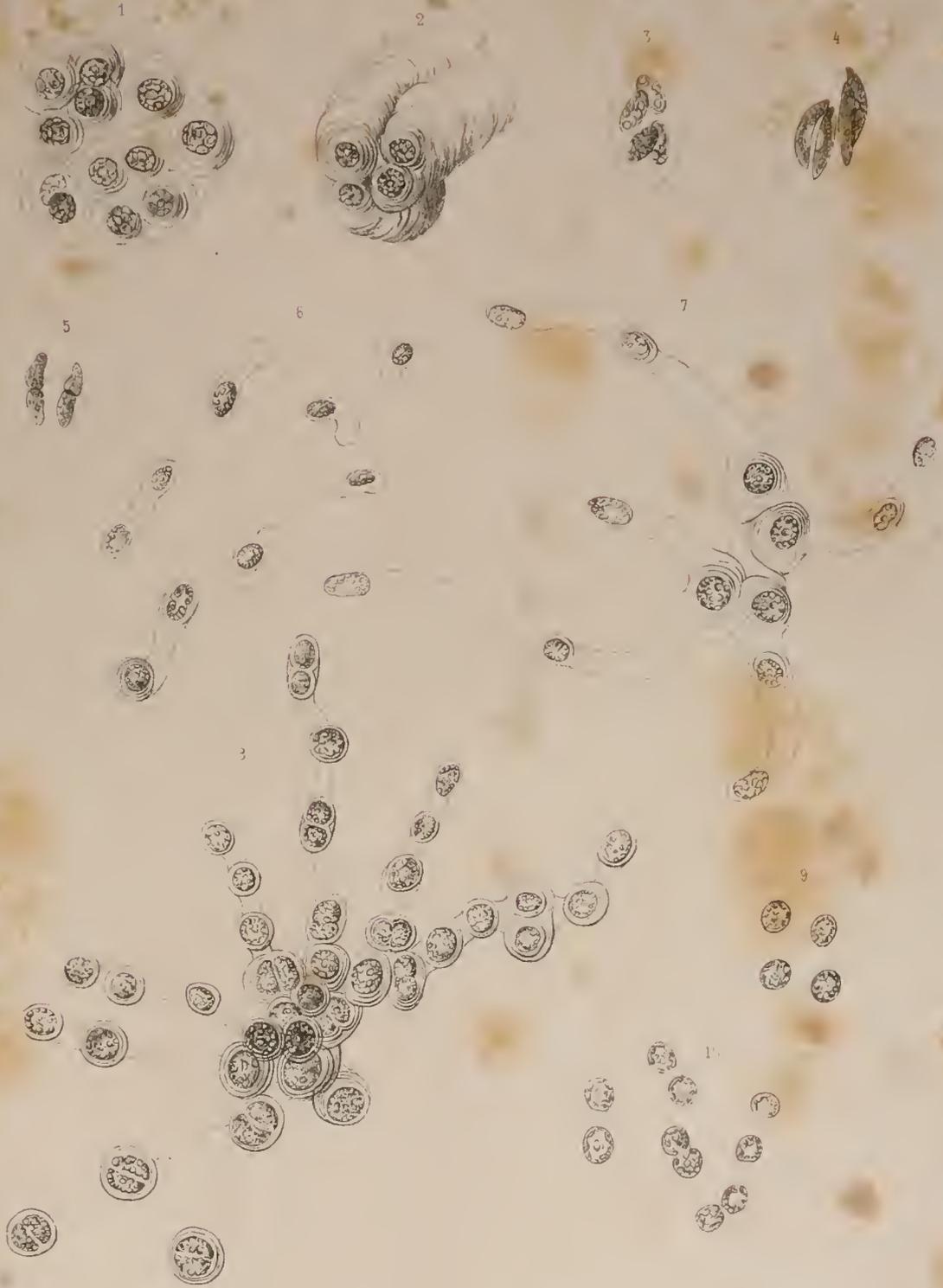


Viol. ad nat. del.

C. Galeati incise

FIG. 15. KENTROSPHAERA FACCIOLAE Borner. - FIG. 14. 1° K. MINOR Borner.





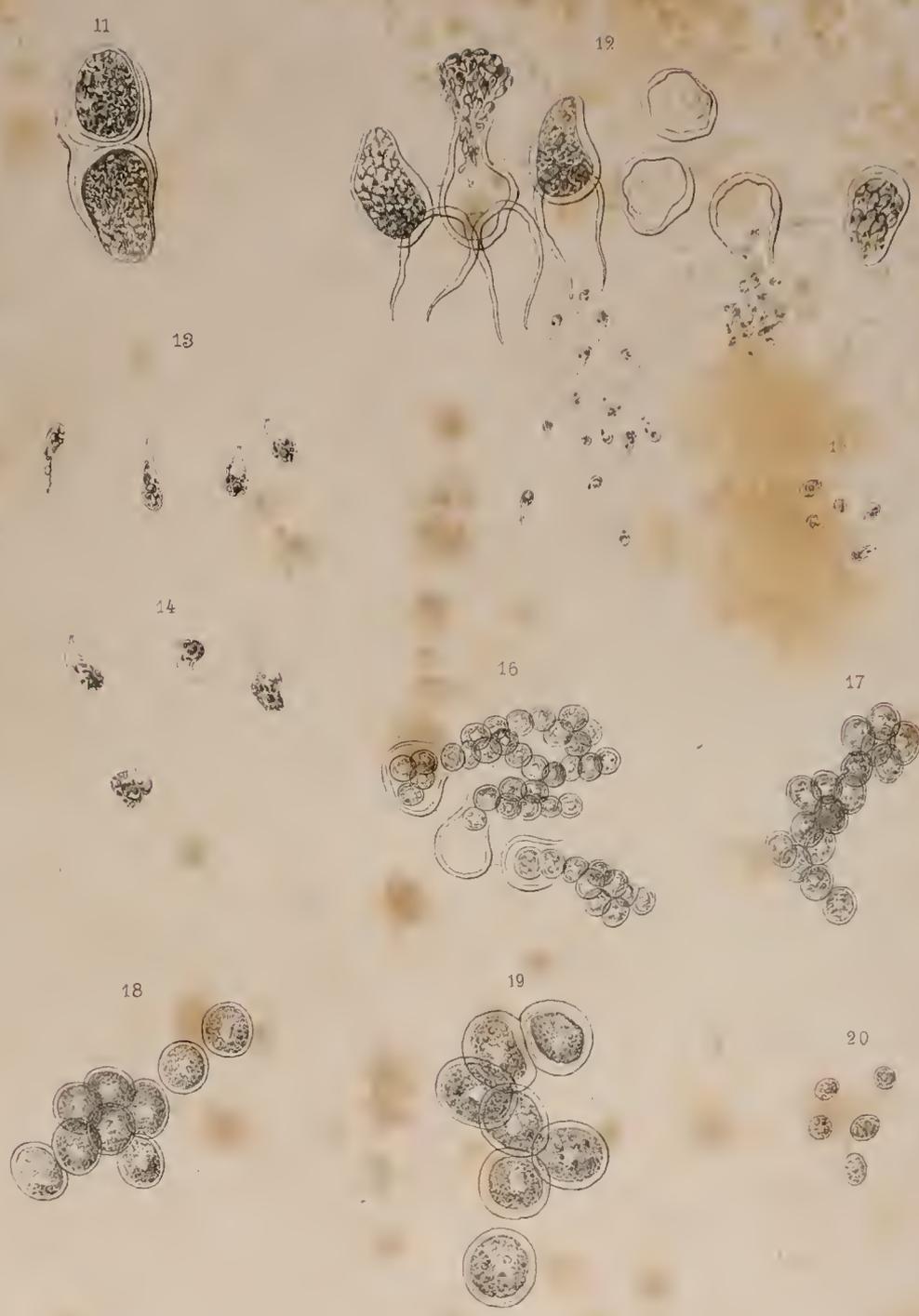
Auct ad nat del

Th. Sebald lit

HORMOTILA MUCIGENA, Born.

H. mucigena





Auct. ad nat. del.

Th. Sebold. lit.

HORMOTILA MUCIGENA, Borzi.

E. Bühring. Mon. 12



STUDI
ALGOLOGICI

—

