

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA NAZIONALE
DEI LINCEI

ANNO CCCXXI
1924

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXXIII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1924

Zoologia. — *Gl' Individui misti formati dagli exconiuganti, dopo la coniugazione vera in Crjptochilum echini Maupas, e l'origine dei Gametogeni.* Nota del Corrisp. ACHILLE RUSSO (1).

Nell'ultima fase della *coniugazione vera*, descritta nella Nota precedente, dopo che ciascun nucleo migratore è penetrato nel gamete vicino (n I della figura annessa), i due individui si separano e passano allo stato di *Exconiuganti*.

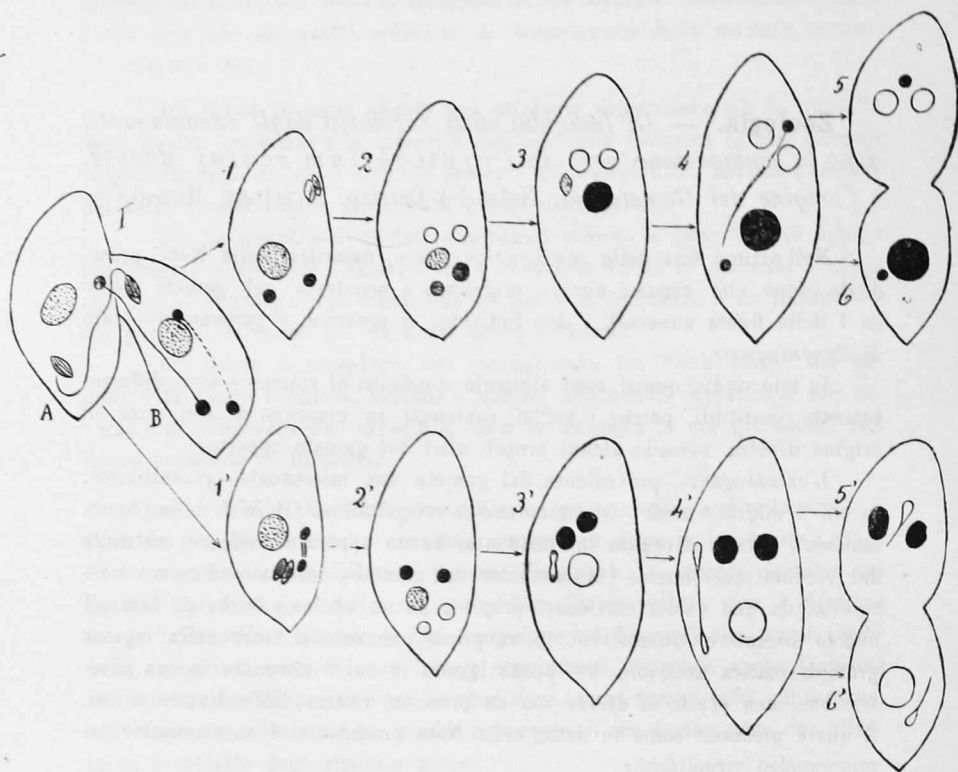
In tale stadio, questi sono alquanto diminuiti di volume e sono differentemente costituiti, perchè i nuclei, contenuti in ciascuno di essi, sono di origine diversa, essendo alcuni propri, altri del gamete opposto.

L'exconiugante, proveniente dal gamete con micronucleo globuliforme, in cui è migrato metà del micronucleo virgoliforme (B in I della figura annessa), appena divenuto indipendente, ha un apparato nucleare costituito dal vecchio macronucleo (Macronucleo del gamete), destinato ad essere riassorbito, da due nuclei stazionari propri e da un nucleo a forma di fuso: il nucleo migratore. Questo, che in un primo momento si trova nella regione protoplasmatica anteriore, nel punto istesso in cui è avvenuta la sua penetrazione, ben presto si divide con un processo diverso dall'ordinaria mitosi, il quale processo, come fu detto nella Nota precedente, è caratteristico del micronucleo virgoliforme.

Il nucleo migrato, quando è penetrato nel protoplasma del nuovo individuo gametico, conserva tutti i caratteri del nucleo dal quale deriva, poichè non solo mantiene la forma di fuso, ma quanto perchè nell'atto di dividersi la sua sostanza nucleare si conforma in un filamento cromatico, che da prima si dispone in un fascio di fili quasi paralleli fra loro, i quali poi si raggruppano in due fasci, che fanno assumere alla figura nucleare la forma di due fusi contigui. Tali due aggruppamenti di sostanza nucleare a poco a poco si allontanano tra loro, costituendo due nuovi nuclei, che conservano per qualche tempo la forma fusata. Questi nuclei, appena costituiti, dalla regione protoplasmatica anteriore dell'exconiugante si portano sempre più verso la regione posteriore, dove sono i due nuclei stazionari, e quivi si dispongono vicino al vecchio macronucleo.

A questo stadio i quattro nuclei, i due *migrati* ed i due *stazionari*, avendo assunto tutti la forma globosa, essendo divenuti dello stesso volume

(1) Presentata nella seduta del 4 maggio 1924.



SPIEGAZIONE DELLA FIGURA.

I. — Ultimo stadio della Coniugazione vera, in cui avviene lo scambio dei nuclei migratori. Il nucleo migratore, proveniente dal gamete che aveva il micronucleo virgoli-forme (A) è $1/2$, quello proveniente dal gamete con micronucleo globuliforme (B) è $1/4$.

1, 1'. — Exconiuganti, in cui dai nuclei migratori e dai nuclei stazionari s'inizia la formazione dell'apparato nucleare dell' *individuo misto*. In 1 i quattro nuclei, che si costituiscono, sono tutti $1/4$ dei micronuclei originari; in 1' i due, che derivano dal nucleo migratore sono $1/8$, i due che provengono dal nucleo stazionario, $1/4$.

2, 2'. — Exconiuganti, in cui sono costituiti i 4 nuclei dell'apparato nucleare dell' *individuo misto*.

3, 3'. — *Individui misti* a completo sviluppo, in cui il micronucleo inizia la scissione.

4, 4'. — *Individui misti* in fase inoltrata della divisione, con distribuzione dei 3 macronuclei: 2 nella regione anteriore ed 1 nella regione posteriore.

5, 5'. — *Gametogeni impuri*.

6, 6'. — *Gametogeni puri*.

ed assumendo la stessa colorazione, non potrebbero essere più distinti tra loro; però, avendo ciascuno di essi una posizione ben determinata rispetto al macronucleo del vecchio gamete, i due nuclei migrati si possono ancora distinguere dai due nuclei stazionari e si possono seguire nelle loro ulteriori trasformazioni, come è indicato nella figura annessa.

Alla distinzione, che in questo stadio si può fare fra i quattro nuclei, in base al criterio della loro relativa posizione, negli stadi successivi altri caratteri si aggiungono, come il volume diverso da essi assunto e la loro diversa colorabilità; per cui i 4 nuclei, nella figura qui inserita, si sono potuti indicare alcuni in nero, altri con semplici contorni, per facilitare al lettore la precisa valutazione di un momento molto importante del ciclo evolutivo del *Cryptochilum echini*.

Nello stadio considerato, infatti, mentre i due nuclei stazionari (in nero) sono costantemente situati dietro il macronucleo del gamete e tutti e due allo stesso livello, i due nuclei migratori (rappresentati col solo contorno) stanno in avanti dello stesso macronucleo.

In uno stadio successivo, mentre il macronucleo del gamete originario viene riassorbito dal protoplasma, s'inizia la formazione dell'*individuo misto*, il cui apparato nucleare, quando ha raggiunto il pieno sviluppo, si compone di 3 macronuclei e di 1 micronucleo di natura e provenienza diversa, i quali assumono anche, l'uno rispetto all'altro, una posizione definitiva e costante. Difatti, il micronucleo sta sempre ad un piano inferiore ed ha di lato un macronucleo della sua stessa origine, mentre gli altri due macronuclei anche essi della stessa origine, ma di natura diversa dai primi, sono situati in un piano anteriore (N. 3 della figura annessa).

La posizione dei 4 nuclei dell'apparato nucleare dell'*individuo misto* indica, come si è detto, la loro diversa origine; ma, a tale distinzione se ne può aggiungere altra, dipendente dal volume e dalla loro diversa colorabilità. Difatti, i due macronuclei anteriori, che hanno origine dal nucleo migratore, sono più piccoli e più intensamente colorati del macronucleo, posto al piano inferiore, a lato del micronucleo, che hanno origine entrambi dal nucleo stazionario.

La *forma mista* così costituita, mediante una divisione trasversale, forma due nuovi individui, i quali, essendo destinati a produrre dei gameti, ho denominato *Gametogeni*.

La divisione dell'*individuo misto* viene iniziata dal micronucleo, il quale, con un processo mitotico, forma due nuovi micronuclei di forma globulare, che per qualche tempo rimangono legati da un filamento connettivo, ingrossato ed intensamente colorato nella porzione mediana (N. 4 della figura). Dopo che i due micronuclei si sono situati rispettivamente nella regione anteriore e posteriore del protoplasma, i tre macronuclei si ripartiscono due in avanti ed uno indietro; onde i due nuovi individui, che si costituiscono, hanno

l'apparato nucleare, i cui componenti sono di valore uguale o diverso, a seconda della natura dei macronuclei.

L'apparato nucleare dell'individuo, formatosi dalla regione anteriore, possiede un micronucleo di origine stazionaria (nero) e due macronuclei di origine migratoria (disegnati col solo contorno), perciò esso costituisce una *forma impura* (N. 5 della figura); l'apparato nucleare dell'individuo, costituitosi dalla regione posteriore (N. 6 della figura), possiede invece un micronucleo di origine stazionaria (nero), ed un macronucleo della stessa provenienza (nero), dando quindi una *forma pura*. Il primo ho denominato *Gametogene impuro*, il secondo *Gametogene puro*.

* * *

L'exconiugante, che si forma dal gamete, che aveva il micronucleo a forma di virgola, dentro il quale è penetrato un nucleo, formatosi dopo la 2^a divisione del micronucleo a forma di globulo (n. 1 A della figura annessa), si comporta diversamente dell'exconiugante, di cui mi sono avanti occupato. A differenza di questo, in esso, oltre al macronucleo del gamete, si osserva, nella regione posteriore, la parte stazionaria del proprio micronucleo, che ha forma fusata, e nella regione anteriore il nucleo migrato a forma di globulo.

Questi due nuclei compiono ciascuno una divisione con un processo diverso e caratteristico, come avanti fu detto, dei nuclei dai quali provengono.

Il nucleo stazionario, di forma fusata, conforma la cromatina in un filo, che si dispone in anse parallele, le quali ben presto si aggruppano in due fasci contigui, formando due figure fusate che si separano (N. 1' della figura). I due nuovi nuclei così costituiti perdono subito la forma originaria e si arrotondano, pur conservando la loro posizione nella regione posteriore, dietro il macronucleo.

Il nucleo globoso migratore si divide invece con un processo mitotico ordinario, in quanto la cromatina, conformata in fili, si porta ai due poli della figura mitotica, per formare due nuclei figli, che conservano per qualche tempo la loro posizione originaria, rimanendo a lato del macronucleo.

Quando si sono costituiti i 4 nuclei, divenendo tutti rotondeggianti e dello stesso volume, ed acquistando tutti la stessa colorabilità, solo la loro posizione, rispetto al macronucleo, ci può fare distinguere quali sono i due *stazionari* e quali i due *migratori*.

In questo stadio però il vecchio macronucleo viene riassorbito e l'exconiugante diviene un *individuo misto*, i cui 4 nuclei conservano la loro posizione originaria.

Come nell'*individuo misto* precedentemente descritto, l'apparato nucleare si compone di 3 macronuclei, formati per graduale aumento di volume dei due nuclei migratori e di un nucleo stazionario, e da un micronucleo, costituitosi da uno dei due nuclei stazionari (N. 3' della figura). Come nell'in-

dividuo misto proveniente dall'altro exconiugante, la posizione relativa, che assumono i 4 nuclei, indica quale è la loro provenienza; ma a ciò si aggiunge, come nel caso precedente, la diversa colorabilità ed il loro diverso volume. In questo caso, però, è da considerare che i due macronuclei anteriori provengono dal nucleo globulare, che ha compiuto una 3^a mitosi; mentre il macronucleo ed il micronucleo, situati posteriormente, sono originati dal nucleo stazionario, che ha compiuto la 2^a divisione.

Il micronucleo di questa *forma mista* nel dividersi, per dare origine ai due *Gametogeni*, segue un processo diverso da quello avanti descritto; la divisione avviene, cioè, mediante una *scissione diretta*, manifestando tale micronucleo, anche per questo carattere, la sua provenienza da un micronucleo virgoliforme.

Il micronucleo, difatti, senza mostrare alcuna speciale struttura, si allunga e si assottiglia nel mezzo, dove ben presto si rompe, dando origine a due nuovi micronuclei, che conservano la forma di virgola e che si situano rispettivamente nella regione anteriore ed in quella posteriore dell'*individuo misto* (N. 4' della figura).

Subito dopo, mentre i due macronuclei anteriori, come nel caso precedente, si portano in avanti, il macronucleo posteriore si porta indietro; per cui l'*individuo misto*, dividendosi trasversalmente, costituisce due nuovi individui con apparato nucleare diverso, sia per il numero dei nuclei sia per la loro differente origine.

L'individuo, formatosi dalla regione anteriore (N. 5'), ha 2 macronuclei (neri) migratori ed un micronucleo virgoliforme (disegnato col solo contorno) stazionario; quello formatosi dalla regione posteriore (N. 6') ha invece un macronucleo stazionario (solo contorno) ed anche un micronucleo (solo contorno) della stessa natura.

Il primo è una forma impura, che, dando origine a *gameti impuri*, ho denominato *Gametogene impuro*; il secondo è una forma pura che darà origine a *gameti puri* e che può denominarsi *Gametogene puro*.

Da quanto sopra fu esposto risulta che i due *individui misti*, formati dai due exconiuganti, dopo la *coniugazione vera*, sono diversamente costituiti, non solo per la diversa origine dei nuclei, che compongono il loro apparato nucleare, ma anche per la quantità di sostanza nucleare contenuta in ciascuno di essi.

Quello che deriva dal gamete, che ha ricevuto metà del micronucleo virgoliforme, ha l'apparato nucleare, i cui 4 nuclei rappresentano ciascuno la 4^a parte dell'originario micronucleo globulare o virgoliforme dei due gameti, che si sono accoppiati (N. 1). L'altro invece (N. 1'), derivando dal gamete, che ha ricevuto una 4^a parte del nucleo globulare, che, come si è detto, compie una 3^a mitosi, ha l'apparato nucleare, i cui due nuclei

di origine globulare (*migratori*) sono ciascuno la 8ª parte dell'originario micronucleo globuliforme, mentre i due, che ripetono la loro origine dal micronucleo virgoliforme (*stasionari*), sono esattamente ciascuno la 4ª parte.

Anche i *Gametogeni* e conseguentemente i gameti, che da essi si originano, conservano tale diversità di costituzione, per cui, *fin da questo stadio iniziale, le forme che sono destinate a coniugarsi hanno struttura differente.*

* * *

I due *Individui misti* che si costituiscono dai due exconiuganti, formati dopo la *coniugazione vera*, possono considerarsi le forme adulte sessuate di *Cryptochilum echini*.

In tali individui misti, come nella 1ª cellula embrionale dei Metazoi, sono riuniti gli elementi nucleari dei due gameti, consistenti nei 4 nuclei, di cui due derivano dal micronucleo globuliforme, due da quello virgoliforme.

L'*amfimissi*, in questo caso, si compirebbe per raggruppamento di nuclei di natura diversa, provenienti dai due gameti in copula, che sono da considerare sessualmente differenti.

Il fatto che in *Cryptochilum* la coniugazione non conduce ad alcun processo di *cariogamia*, ma solo ad un raggruppamento di elementi nucleari di diversa natura, trova anche riscontro nei Metazoi, nei quali, in molti casi, gli elementi cromatici (*chromosomi*) del pronucleo maschile e di quello femminile restano indipendenti.

A tali risultati condussero le ricerche originarie di Rückert (1), il quale in *Cyclops ferox* trovò che, durante lo sviluppo dell'embrione, i cromosomi, ad ogni mitosi, si mostrano distinti in due gruppi, di cui uno paterno ed uno materno, e che il nucleo a riposo è formato da due parti distinte, fino allo stadio in cui nel *Vauplius* comparisce il 3º paio di zampe.

I reperti di Rückert furono in seguito confermati da Häcker (2) in altri *Copepodi*.

Le osservazioni di Herla (3) e le successive di Raffaello Zoja (4) ci dimostrarono poi che, nella fecondazione incrociata di *Ascaris megalocephala univalens* con la varietà *bivalens*, i tre cromosomi restano indipendenti, fino ad uno stadio molto avanzato dello sviluppo, e sono riconoscibili perchè il

(1) Rückert S., *Ueber das Selbständigbleiben der väterlichen und mütterlichen Kernsubstanz während der ersten Entwicklung des befruchteten Cyclops-Eies*. Archiv für Mikr. Anatomie, Hft. 3, Bd. XLV, 1895.

(2) Häcker V., *Ueber die Autonomie der väterlichen und mütterlichen Kernsubstanz von Ei bis zu den Fortpflanzungszeilen*. Anatomischer Anzeiger, Bd. XX, 1902.

(3) Herla V., *Étude des variations de la mitose chez l'Ascaride mégalocephale*. Arch. de Biologie, tome XIII, 1894.

(4) Zoja R., *Sulla indipendenza della cromatina paterna e materna nel nucleo delle cellule embrionali*. Anat. Anzeig. Bd. XI, 1896.

cromosoma della cellula sessuale maschile è corto, mentre i due cromosomi della cellula femminile sono molto più lunghi.

Dei quattro nuclei, che compongono l'apparato nucleare dell'*Individuo misto* di *Crjptochilum*, uno solo assume la funzione sessuale per la formazione dei gameti.

Anche tale fatto potrebbe avvalorare il ravvicinamento sopra cennato, cioè che tra l'*Individuo misto* e la *prima cellula embrionale* esista una certa identità. In alcuni Metazoi, infatti, fu osservato che la prima cellula sessuale si differenzia precocemente dalla 1^a cellula embrionale e da un determinato cromosoma (Boveri, Rückert ed altri), che si trasmette integro alle successive cellule della *linea germinale*, mentre gli altri cromosomi sono ridotti e in parte distrutti.

Nell'*Individuo misto* del nostro Ciliato si realizza, sebbene in forma elementare, la stessa condizione di un Metazoo, in quanto che solo uno dei 4 nuclei, il micronucleo, permane e si trasmette ai nuovi individui, mentre gli altri, i 3 macronuclei, hanno un'esistenza effimera e transitoria.

NOTE PRESENTATE DA SOCI

Meccanica. — *Sulla stabilità del rotolamento di un disco.*

Nota di G. VRANCEANU, presentata dal Socio T. LEVI-CIVITA.

1. Consideriamo il movimento per puro rotolamento, sopra un piano orizzontale H , di un disco circolare pesante, o, più generalmente, di un solido (quale una ruota), che si appoggia sul piano, lungo un orlo circolare. Detto comunque S tale solido, supporremo:

a) che il centro di gravità G di S coincida col centro del cerchio d'appoggio;

b) che l'ellissoide baricentrale di inerzia del sistema sia di rivoluzione intorno alla perpendicolare Gz^* al piano del cerchio.

Il moto si intenderà riferito ad un sistema di assi fissi $\Omega\xi\eta\zeta$, di cui $\Omega\zeta$ è verticale, e $\Omega\xi$, $\Omega\eta$ appartengono al piano orizzontale H . Conviene introdurre altresì una terna $Oxyz$, mobile anche rispetto al solido (terna stereonodale) così definita: l'origine O coincide in ogni istante col punto di contatto fra il disco e il piano orizzontale H ; Oz è parallelo a Gz^* (formando un angolo $\leq \pi/2$ colla verticale ascendente); Oy coincide con OG , e quindi Ox colla tangente al disco.

Indichiamo con m la massa, con a il raggio del disco, rappresentando i momenti di inerzia assiali ed equatoriali, relativi al baricentro, con $m\gamma a^2$, $m\alpha a^2$: γ ed α sono con ciò delle costanti numeriche, le quali, nel caso di