

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA NAZIONALE  
DEI LINCEI

ANNO CCCXIX.  
1922

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXXI.

2° SEMESTRE.



ROMA

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

1922

la debole azione ionizzante, osservata in queste esperienze, si presenta in corrispondenza della massima attività dell'enzima e può essere interpretata come un effetto secondario di questa stessa attività o di una proprietà della sostanza vivente durante il processo della secrezione enzimatica. Si tratta in ogni caso di una proprietà delle molecole, non degli atomi, giacchè basta l'azione del sublimato o del calore per farla scomparire.

Anche le ceneri dei tessuti seminali adoperati in queste esperienze si sono dimostrate completamente inattive. È dunque una proprietà della sostanza vivente, o di un suo prodotto immediato, che non ha niente a che fare con la radioattività ben nota di alcuni corpi semplici. L'azione ionizzante osservata non può quindi essere attribuita alla presenza nei semi di tracce di sostanze radioattive, come in altri casi è stato verificato <sup>(1)</sup>, ma, sino a prova contraria, può essere interpretata come una manifestazione secondaria di una particolare forma dell'energia vitale.

Biologia. — *Ancora sulla biofotogenesi*. Nota II di SILVIA MORTARA, presentata dal Corrisp. RAFFAELE <sup>(2)</sup>.

In seguito alla critica fatta dal prof. Pierantoni <sup>(3)</sup> ad una mia prima Nota sulla biofotogenesi, credo opportuno ritornare sopra alcuni punti, che forse in quel mio breve resoconto non sono abbastanza chiariti, e possono aver dato luogo a false interpretazioni sul valore delle mie osservazioni.

Ho cercato di dimostrare che non si può ritenere accertata la necessità della simbiosi per la produzione della luce nei *Cefalopodi*, perchè vedevo nelle ultime ricerche sull'argomento una evidente tendenza a generalizzare questa ipotesi; tendenza tale che il lettore non sufficientemente edotto dell'argomento, era ormai tratto a riguardare la simbiosi come la più frequente, se non l'unica causa della biofotogenesi in questo gruppo di animali. Qualunque critica faccia alle mie osservazioni, il prof. Pierantoni dovrà pure riconoscere che in base alle sue ricerche sugli organi luminosi di *Sepiola*, *Rondeletia* e *Carybditeuthis* (*Pyroteuthis*), egli non aveva affermato soltanto che in queste specie vi è una simbiosi fisiologica ed ereditaria di batteri fotogeni negli organi luminosi, ma, estendendo i suoi risultati ai *Cefalopodi* in genere, non aveva esitato a concludere <sup>(4)</sup>: « tutte queste considerazioni « ed osservazioni permettono di considerare tutti gli organi luminosi dei « *Cefalopodi* (in apparenza di forma e costituzione così varia) come appar-

<sup>(1)</sup> Stoklasa J., *Biochem. Zeitschrift*, Bd. 108, 1920, pag. 109.

<sup>(2)</sup> Pervenuta all'Accademia il 13 luglio 1922.

<sup>(3)</sup> in *Rend. Acc. Lincei*, vol. 31, fase. 9<sup>a</sup> [1922].

<sup>(4)</sup> in *Arch. Zool. Italiano*, vol. IX, pag. 208 [1920].

« tenenti ad un unico tipo e come originantisi in un unico modo, e permettono di ritenere unica anche la natura della sostanza luminosa sulla quale tanto si è discusso, e che appare così di origine costantemente ed essenzialmente batterica, per quanto più o meno trasformata da speciali condizioni di vita dei microrganismi che la costituiscono, ossia secondo che i batteri liberamente si moltiplichino in cavità relativamente ampie e comunicanti con l'esterno (*Sepiola, Rondeletia*), ovvero si siano adattati alla vita endocellulare come nelle cellule del nucleo luminoso degli organofotogeni dei Cefalopodi abissali ».

Nè può avere dimenticato di avere così esposto in altra parte dello stesso studio le proprie conclusioni: « tutta una serie di Cefalopodi di media profondità (*Sepiola, Rondeletia*, ecc.) da cui probabilmente sono derivati questi abissali (*Carybditeuthis* e forme affini) per successivo adattamento alla vita di profondità, hanno organi luminosi la cui sorgente di luce è un ammasso di batteri fotogeni ».

Partendo dalle osservazioni su *Carybditeuthis (Pyroteuthis)*, che del resto credo abbisognino di un più rigoroso controllo, egli ha creduto di poter estendere le sue conclusioni non solo al gruppo degli *Oegopsida*, ma addirittura ai Cefalopodi abissali<sup>(1)</sup>; come d'altra parte dalle osservazioni su *Sepiola* e *Rondeletia* aveva concluso: « non corre ormai alcun dubbio sulla origine batterica della luminescenza dei Sepiolidi »<sup>(2)</sup>, estendendo senz'altro a tutto questo gruppo le sue vedute sulla origine microrganica della luce e sulla simbiosi ereditaria.

I brani riferiti ed altri, che mi sembra superfluo riportare qui, indicano in modo non equivoco quali fossero nel 1920 le idee del Pierantoni a proposito della natura microrganica della luminosità nei Cefalopodi; non essendosi successivamente più occupato in modo particolare di questi animali, non mi risulta affatto che egli abbia modificato menomamente le sue idee durante il 1921.

Anzi, facendo una accurata revisione di tutti i lavori sulla luminosità animale, pubblicati dal Pierantoni dal 1914 in poi, sarebbe facile mostrare come le sue conclusioni sulla natura microrganica della luminescenza animale, limitate da principio, vadano poco a poco estendendosi e generalizzandosi sempre più a partire dai lampiridi e dai sepiolidi, poi ai cefalopodi abissali, ai cefalopodi in genere, e in fine anche ai Crostacei<sup>(3)</sup>, ai Pirosonomi e ai Pesci<sup>(4)</sup>; ma preferisce rimandare ai singoli lavori del Pierantoni, senza dubbio ben noti a chi si interessi dell'argomento.

(1) in Arch. Zool. Italiano, vol. IX [1920].

(2) in Boll. Soc. Nat., Napoli, vol. XXXIII, anno XXXIV, pag. 59 [1920].

(3) in pubbl. Staz. Zool. Napoli, vol. III [1921].

(4) in Riv. di Biologia, vol. III [1921].

Con le mie recenti osservazioni io ho voluto soltanto cercare di limitare il campo di affermazioni, che mi sembravano estendersi troppo al di là del vero; e, per quanto scarsa importanza il Pierantoni sembri attribuire alle mie ricerche, sono lieta di vedere che egli finisce coll'aderire, almeno in parte, alle mie conclusioni. Infatti egli dichiara (riferendosi ai miei studi sui Cefalopodi) di non essersi <sup>(1)</sup> « mai sognato di dire che per aversi la luminescenza sia necessaria la simbiosi batterica », col che evidentemente recede dalle affermazioni dianzi citate (pag. 55) e specialmente dall'aver sostenuto che nei Cefalopodi la sostanza luminosa appare di origine *costantemente ed essenzialmente batterica*; e sembra perfino disposto a rinunciare a tutto quanto aveva dato come dimostrato sulla ereditarietà dei batteri fotogeni viventi negli organi luminosi dei Sepiolidi, poichè ammette che si possa estendere a questi « l'ipotesi che i batteri costituenti la parte fotogena « degli organi luminosi, possano talora aver origine dall'esterno » <sup>(2)</sup>. È vero che egli ha riscontrato un tale fenomeno nella ghiandola accessoria di *Loligo forbesi*, ma è pur vero che si tratta nel caso attuale precisamente di quella *Sepiola intermedia* per la quale egli ha formulato la parte della sua teoria che riguarda la trasmissione ereditaria dei germi fotogeni, esaminando le uova deposte in acquario e i primi stadi di sviluppo <sup>(3)</sup>.

L'*Heteroteuthis dispar*, che io ho preso in esame, è un Sepiolide, e come tale dovrebbe rientrare senz'altro fra le forme, per le quali il Pierantoni ha varie volte ammessa implicitamente dimostrata la natura batterica della sorgente luminosa. Nè può avere alcuna importanza il fatto che questa specie viva a 1200-1500 metri, per ammettere teoricamente una diversa costituzione della sorgente luminosa, dato che il Pierantoni stesso in forme di profondità ancora maggiore (*Pyroteuthis*) ha già osservata nel nucleo fotogeno la presenza di batteri, più o meno modificati dalla simbiosi (vedi pag. 55).

Eppure le mie ricerche mostrano chiaramente che in *Heteroteuthis* manca qualsiasi traccia di batteri simbiotici; ed io desidero appunto mettere bene in chiaro che, se essi esistono in qualche specie (come simbiotici o come semplici commensali), non è prudente ammettere la loro presenza in forme affini, quando pure si limitino le conclusioni ad un gruppo determinato, o si parli di organi apparentemente dello stesso tipo. Il fenomeno è assai più complesso di quel che si possa pensare e la soluzione mi sembra tutt'altro che prossima.

Così per esempio l'organo fotogeno di *Heteroteuthis*, che a primo aspetto presenta funzionamento e struttura assai simili a quelli di altri Sepiolidi (*Sepiola* e *Rondeletia*), ne risulta del tutto differente ad un esame attento, per la sua

<sup>(1)</sup> in Rend. Acc. Lincei, vol. XXXI, pag. 385 [1922].

<sup>(2)</sup> in Rend. Acc. Lincei, nota cit., pag. 387.

<sup>(3)</sup> in pubbl. Staz. Zool. Napoli, vol. II [1918].

struttura fondamentale ghiandolare. La porzione fotogena è formata da un insieme di tubuli, nell'epitelio ghiandolare dei quali con opportune colorazioni è facilissimo differenziare i granuli della secrezione, dentro il plasma delle singole cellule. Il secreto si va accumulando verso la superficie secernente e finirà poi col versarsi nel lume dei vari tubuli, dove appare, nei preparati, in forma di grosse gocce amorfe. I tubuli, che costituiscono la parte secernente dell'organo, si raccolgono medialmente in due larghi condotti, che sboccano per mezzo di due pori su due papille sporgenti dalla superficie esterna dell'organo luminoso. Le papille sono visibilissime a occhio nudo. Mi sembra quindi che non si possa supporre, come vorrebbe il Pierantoni, rudimentale la comunicazione di tali organi con l'esterno, poichè i condotti di sbocco appaiono così chiaramente dall'esterno e dalle sezioni, e poichè esiste un controllo irrefutabile nelle osservazioni del Mayer<sup>(1)</sup> e del Dahlgren<sup>(2)</sup> che hanno potuto ripetutamente vedere la emissione di un secreto luminoso, tenendo esemplari vivi di *Heteroteuthis* in acquario. L'organo fotogeno è in questo caso certamente dunque ghiandolare e funzionante come tale. Voler interpretare le granulazioni grossolane e amorfe del secreto, che riempiono i tubuli, come ammassi di batteri non è assolutamente possibile, non avendone il minimo aspetto; basta il confronto tra le sezioni di questi organi e quelle di organi contenenti realmente dei batteri, per convincere che siamo in presenza di un fenomeno assolutamente differente. Nè si può pensare a riportare la natura della sostanza luminosa a quei tipi di sostanza granulosa di alcuni Cefalopodi abissali, nei cui granuli il Pierantoni vorrebbe vedere una particolare modificazione di simbionti adattati a vita endocellulare, trattandosi in *Heteroteuthis* di un tipo di struttura completamente diverso da quelli.

Quanto ai dubbî espressi dal Pierantoni sul cattivo stato del materiale da me studiato, devo notare: che gli esemplari presi in esame non erano affatto raccolti spiaggiati (come egli afferma non so su qual fondamento), ma erano stati pescati vivi a Messina e messi subito in ghiaccio, secondo il metodo dal Pierantoni stesso consigliatomi, sotto il controllo del prof. Sanzo. Niente di strano quindi che siano arrivati a Roma in ottimo stato di conservazione. Anzi prove di controllo, eseguite su altre specie, mi hanno dimostrato che, dove realmente esistono dei batteri fotogeni, non è tanto facile che muoiano e tanto meno che ne scompaiano le tracce, se pure siano tenuti a lungo in ghiaccio.

Del resto, quando anche il Pierantoni volesse negare ogni valore alle prove delle mie culture ed a quelle fatte col materiale fresco, non so perchè passi completamente sotto silenzio quelle fornite dallo studio di organi con-

<sup>(1)</sup> in Zool. Anz., Bd. 32 [1908].

<sup>(2)</sup> in Journ. Franklin Inst. (pag. 1-75), [1916].

servati che da sole bastano certo a dare argomenti sufficienti per la dimostrazione della mia tesi. Gli esemplari fissati erano stati quasi tutti catturati vivi; quindi se i batteri non si sono rivelati mai, in nessuna sezione, con nessun metodo di colorazione, non mi sembra davvero di aver troppo osato concludendone che in *Heteroteuthis* non esistono batteri dentro l'organo luminoso. Questo fatto dovrebbe bastare per lo meno, per ammettere che non può dirsi costante la natura microrganica della luce nei Cefalopodi in genere e nei Sepiolidi in specie.

Organi sezionati ne ho esaminati molti e devo escludere che le strutture osservate possano esser dovute a difetti di tecnica o che i batteri non fossero riconoscibili perchè alterati dai fissativi o degenerati; ho compiuto per questo tutti i controlli opportuni e necessari.

Nè il Pierantoni può accusarmi di aver precipitato le mie conclusioni poichè le sue ricerche sui Cefalopodi abissali sono basate esclusivamente su materiale conservato e si riferiscono ad un'unica specie (*Pyroteuthis margaritifera*), e non è fuori luogo notare che, gli esemplari di questa specie, si catturano a Messina in condizioni certamente peggiori di quelli di *Heteroteuthis dispar*.

Quanto allo sviluppo di batteri sulla muscolatura e sulla pelle di esemplari, che avevo tenuti all'aria un paio di giorni dopo averli tirati fuori dal ghiaccio, è un fatto tanto generalmente noto, che ritengo inutile tornarci sopra. Mi interessa invece spiegare (se non lo ho detto abbastanza chiaramente nella mia prima Nota) che da un organo intero, pestato nel mortaio, per provarne tutto il contenuto, non ho avuto, nè potevo avere, sviluppo di germi nelle culture, dato che l'esame è stato fatto dal materiale appena tirato fuori dal ghiaccio, che la superficie esterna dell'organo era stata sterilizzata e che nell'interno non c'erano batteri d'alcun genere, come hanno dimostrato le ricerche sul materiale fissato, di cui ho parlato sopra. Se fosse comparso « qualche puntino luminoso » o se avessi avuto sviluppo di altri germi, questo avrebbe semplicemente dimostrato che non avevo usato tutte le precauzioni necessarie per garantire il contenuto dell'organo luminoso da inquinamenti esterni.

Tutto il valore dell'esperienza sta proprio nel fatto che le culture hanno dato costantemente risultato negativo, essendo rimasti i tubi di cultura, in ogni caso, sterili.