

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCC.

1903

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1903

indicano i quozienti incompleti consecutivi di \sqrt{D} , si ha

$$II_n = \left(a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, \frac{\alpha z + \beta}{\gamma z + \delta} \right),$$

con $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ positivi e $\alpha > \gamma$. Ponendo in questa eguaglianza $z = \infty$, si ottiene facilmente il teorema sopra enunciato.

Corollario. — Se i numeri $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ sono non minori di ω nè maggiori di $\frac{D}{\omega}$, e se si pone

$$(\mu_1 + \sqrt{D})(\mu_2 + \sqrt{D}) \dots (\mu_n + \sqrt{D}) = A_n + B_n \sqrt{D},$$

il rapporto $\frac{A_n}{B_n}$ è compreso fra le ridotte n^{ma} ed $(n-1)^{\text{ma}}$ di \sqrt{D} (1).

Ponendo $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_n = \omega$, si ottiene come caso particolare il teorema che fu argomento di una mia Nota inserita nel Periodico di matematica sopra citato (2).

Zoologia — *Sull'adattamento degli Infusori marini alla vita nell'acqua dolce*(3). Nota di PAOLO ENRIQUES, presentata dal Socio EMERY.

Ebbi recentemente ad occuparmi delle reazioni osmotiche che gli Infusori presentano, per le variazioni del loro ambiente (4); studiai specialmente Infusori di acqua dolce, o che vivono in ambienti poco salati. L'importanza di tali questioni per ciò che riguarda la biologia dei Protozoi, mi destò il desiderio di proseguire le ricerche, servendomi di Infusori marini, e con

(1) Poichè i numeri non minori di ω nè maggiori di $\frac{D}{\omega}$ sono quelli contenuti nella formola

$$\frac{\omega \theta^2 + D}{\theta^2 + \omega},$$

dove θ varia da $-\infty$ a $+\infty$, questo teorema rende possibile la formazione di una funzione di n variabili $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$, compresa fra le ridotte n^{ma} ed $(n-1)^{\text{ma}}$ di \sqrt{D} , per tutti i valori reali delle variabili. Con facile calcolo si trova che tale funzione è

$$\sqrt{D} \frac{1 + \left(\frac{\omega - \sqrt{D}}{\omega + \sqrt{D}} \right)^n \frac{x^n \theta_x^2 - \sqrt{D}}{x-1 \theta_x^2 + \sqrt{D}}}{1 - \left(\frac{\omega - \sqrt{D}}{\omega + \sqrt{D}} \right)^n \frac{x^n \theta_x^2 - \sqrt{D}}{x-1 \theta_x^2 + \sqrt{D}}}$$

(2) Vol. XVII, settembre-ott., 1901.

(3) Queste ricerche sono state eseguite nella Stazione Zoologica di Napoli.

(4) Enriques P., *Ricerche osmotiche sugli Infusori; Ricerche osmotiche sui Protozoi delle infusioni; Ricerche osmotiche sulla Limnaea stagnalis; Osmosi ed assorbimento nelle reazioni a soluzioni anisotoniche.* Rendiconti Accademia Lincei Vol. XI (5), pag. 340-347, 392-397, 440-448, 495-499.

vari intenti; ma specialmente quello di comparare la reazione che gli Infusori presentano per un repentino cambiamento di ambiente, con quella che presentano per un cambiamento graduale e lento. D'altra parte, una curiosa questione è collegata con tali problemi osmotici. Tra i Protisti, a differenza di quello che avviene tra tutti gli altri gruppi di esseri viventi, sono moltissime le specie che vivono, a detta degli autori, tanto nell'acqua dolce che nell'acqua di mare; e, ciò è ancor più curioso, in uno stesso genere, spesso sono comprese specie unicamente marine, specie unicamente d'acqua dolce, e specie che vivono nei due ambienti. È vero che i generi li facciamo noi, riunendo insieme quelle forme che ci sembrano più affini, e che invece potrebbero non esserlo; ma chi ha un poco di pratica coi Protozoi, sa che spesso sono tanto simili le specie riunite in un genere, che è molto difficile di riconoscerle e classificarle. Mi son proposto di verificare sperimentalmente, per alcune specie, se in realtà la specie di acqua dolce e di acqua di mare sono *la stessa*, e se quelle che sono descritte come soltanto marine, proprio non possano esser trasportate nell'acqua dolce. Solo colla verifica sperimentale di questo fatto si può concludere che una differenza reale esiste tra i due gruppi di specie prese in considerazione; giacchè il leggere nei trattati che una specie non vive nell'acqua dolce, non toglie il dubbio che un osservatore più fortunato non possa un bel giorno scoprirla in questo ambiente. Se la distinzione nei caratteri biologici dei due gruppi di specie realmente esiste, verrà in discussione in che cosa essa consista, cioè quale proprietà anatomica, chimica, o d'altra natura produca, negli animali considerati, il comportamento diverso.

E trattiamo prima delle reazioni osmotiche. La questione è posta ben nettamente: è noto che un Infusorio, trasportato repentinamente in un ambiente ipotonico o ipertonico a quello in cui vive, si rigonfia, o, rispettivamente, si contrae. Nelle mie Note sopracitate, io ho mostrato quali sono le varie fasi di questa reazione, fino al suo scomparire; e come vari argomenti tendono a dimostrare che la reazione osmotica sia compensata da una reazione di indole assai diversa, legata alle funzioni cellulari (assorbimento o escrezione). Si tratta di vedere se, nella variazione lenta di ambiente, la reazione osmotica sia visibile o no.

Cominciai col verificare che anche negli Infusori marini esiste, ed intensa, la reazione osmotica ai variazioni rapidi. Non mi fermerei molto su tale questione; essa dovrebbe essere un fatto ormai acquisito alla scienza; ma in un recente lavoro, molto lungo, del sig. Goldberger (1) si considerano gli Infusori come non affatto sensibili alle condizioni osmotiche! L'A. non conosce le mie Note, nelle quali è messa in luce l'estrema sensibilità degli

(1) Goldberger H., *Die Wirkung von anorganischen Substanzen auf Protisten. Ein Beitrag zur Biochemie des Protoplasmas. Zeitschr. f. Biol.* 43 B. pag. 503-581, 15 figg.

Infusori d'acqua dolce alla concentrazione dell'ambiente; adesso riferirò qualche dato relativo agli Infusori marini.

Per dimostrare coi numeri il comportamento osmotico degli Infusori, ho preso in esame lo *Zoothamnium alternans*, in cui si possono assai facilmente misurare gli individui della colonia, mentre non sarebbe facile di fare un buon numero di misure esatte sopra agli Infusori liberi, i quali fuggono via continuamente dal campo del microscopio. Nè è possibile di fermarli con qualche artificio, p. e. con quello di lasciarli quasi completamente a secco tra i due vetrini, perchè in tal caso la loro forma si modifica considerevolmente.

Da un infuso di Idroidi, pescati nel porto di Napoli e vicino alla località che è chiamata Mergellina, si prendono varie porzioni di Idroidi e si distribuiscono in 4 vaschette contenenti rispettivamente (10 agosto 1902):

- 1) ClNa 3 ‰, 25 cm.c.
- 2) " 3,5 " " "
- 3) " 4 " " "
- 4) Acqua di mare 25 cm.c. a cui si aggiungono 2 cm.c. di acqua distillata.

Prima di trasportare gli Idroidi nelle vaschette, si lavano abbondantemente collo stesso liquido in cui devono venire immersi.

11 Agosto. Presa una parte degli Idroidi dalla vaschetta n. 1 e trasportata in un'altra vaschetta (n. 6), con ClNa 2,5 ‰. Id. dalla vaschetta n. 3 e trasportata in ClNa 4,5 ‰ (n. 7).

12 Agosto. *Zoothamnium* in parte conservati, in tutte le vaschette. Diametri di alcuni individui, in μ (il primo numero indica il diametro longitudinale, dall'attacco del filamento all'apice dell'individuo; il secondo il diametro trasversale massimo):

- 6) $48 \times 35,2$; $51,2 \times 32$; $57,6 \times 38,4$; 48×32 ; $51,2 \times 32$; $64 \times 35,2$; $44,8 \times 28,8$.
- 7) $38,4 \times 28,3$; $35,2 \times 25,6$; $32 \times 22,4$; $44,8 \times 32$.

Le differenze tra le dimensioni degli individui viventi nella soluzione concentrata (7) e diluita (6), sono molto evidenti, specialmente se si tiene conto delle dimensioni dei più grandi individui; esse sono dimensioni dovute a condizioni dell'ambiente pernicioso per questi organismi, giacchè il 13 agosto nella vaschetta 7 ed il 16 nella vaschetta 6, gli *Zoothamnium* sono completamente distrutti. Del resto il loro aspetto, anche indipendentemente dalle misure è molto chiaro, quanto al rigonfiamento negli uni, contrazione negli altri, in relazione col trasporto negli ambienti rispettivamente diluito e concentrato.

Anche negli *Zoothamnium* delle vaschette 1 e 3 la differenza di aspetto è notevole, nello stesso senso di sopra; io però non riporto i numeri delle misure che ho fatto, perchè la differenza non apparisce da essi molto chiara; ciò dipende dal fatto che le differenze tra i vari individui viventi in uno stesso ambiente sono già così forti, che pochi numeri non possono mostrare

la differenza tra gli individui viventi in due ambienti diversi, tranne il caso in cui essa sia fortissima. Anche nelle vaschette 1 e 3 gli *Zoothamnium* finiscono col morire completamente, dopo pochi giorni.

Nella vaschetta n. 4, in cui vengono aggiunti vari cm. c. di acqua distillata, a 2 o 3 per giorno, gli *Zoothamnium* hanno ugualmente l'aspetto rigonfiato, e muoiono dopo pochi giorni, verso la concentrazione di 2,5 % (questo numero esprime la concentrazione di una soluzione di ClNa molecolarmente equivalente all'acqua di mare diluita in cui muoiono gli *Zoothamnium*).

Resulta dunque da questa esperienza, che gli *Zoothamnium* presentano i fenomeni di contrazione e dilatazione osmotica, come gli Infusori d'acqua dolce. Con altre osservazioni, non tanto particolareggiate, ma ugualmente significative, la stessa cosa si osserva in altri Infusori marini, come gli *Euplotes charon* ed *harpa* ed altri.

Passiamo adesso ad un'altra serie di esperienze, tendenti a produrre un adattamento graduale degli Infusori marini all'acqua dolce. Riferisco estesamente l'esperienza più completa. E prima alcune illustrazioni tecniche.

I soliti Idroidi, i cui infusi sono spesso ricchi di Infusori, sono posti in un grande bicchiere, la cui capacità è circa di 6 litri. Il bicchiere era stato prima graduato di mezzo litro in mezzo litro, per quanto è possibile esattamente. Dato il suo diametro assai considerevole, ebbi l'avvertenza di fare le letture tenendo il vaso sempre nello stesso posto del banco su cui era disposta l'esperienza, per evitare maggiormente le cause d'errore. Un altro grande bicchiere situato più in alto, era connesso con questo per mezzo di un sifone, in modo che dal recipiente superiore, pieno di acqua potabile, all'inferiore, contenente l'infuso, cadeva continuamente acqua, a gocce; avevo infatti procurato che il sifone versasse molto lentamente, tirandone in punta l'estremità, che era di vetro, e diminuendo ancora la corrente d'acqua per mezzo di un batufolo di cotone idrofilo, introdotto in un punto del tubo. La velocità del deflusso non si è mantenuta costante durante tutta la durata dell'esperienza, ma sempre tale da non portare più di un litro in 24 h. dal recipiente superiore all'inferiore. Nel vaso inferiore, ho messo dapprima un litro d'acqua di mare, a cui ho aggiunto qualche idroide; quando per l'aggiunta graduale dell'acqua potabile la quantità di liquido in esso era notevolmente cresciuta, ne tolsi una gran parte, fino a lasciarvi di nuovo solo un litro di liquido; il riempimento seguitava, e, giunto nuovamente ad esser considerevole, nuovamente tolsi liquido, e così via. Valendomi della graduazione del vaso, era facile calcolare ogni volta a qual punto di diluizione arrivava il liquido, con notevole approssimazione. Passo alla descrizione particolare dell'esperienza.

3 Settembre. 1.000 cmc. di acqua di mare nel vaso (la concentrazione molecolare è approssimativamente uguale a quella di una soluzione di ClNa 3,5 %). Si aggiungono

alcuni Idroidi da un infuso contenente molti Infusori, tra i quali: *Euplotes charon*, *Euplotes harpa*, *Chilodon cucullus*, *Uronema marinum*, ecc.

4 Settembre. Il liquido è arrivato a 1.750 cmc. (concentrazione $1.000 : 1.750 = 0,55$ rispetto all'acqua di mare presa come unità). Si trovano parecchi cadaveri di Infusori alla superficie del liquido. Però delle specie sunnominate vivono ancora moltissimi individui i quali non sono rigonfiati.

5 Settembre. 2.300 cmc.; dunque la concentrazione è $1.000 : 2.300 = 0,4337$ rispetto all'acqua di mare; pari cioè a quella di una soluzione di ClNa 1,52%. Tolto liquido fino a cmc. 1.250.

6 Settembre. 1.700 cmc.

7 Settembre. Poco aumentato il liquido, a causa di un guasto nell'apparecchio.

8 Settembre. 2.300 cmc. Concentrazione: $1.250 : 2.300 \times 0,4347 = 0,2362$ rispetto all'acqua di mare; pari cioè a ClNa 0,826%. Tolta parte del liquido fino a 1.000cmc.

11 Settembre. 3.000 cmc. Concentrazione: $1.000 : 3.000 \times 0,2362 = 0,0787$; pari così a ClNa 0,275%. Non c'è più traccia nè di *Euplotes harpa*, nè di *Uronema marinum*; *Euplotes charon*, *Chilodon cucullus* ancora abbondanti e non rigonfiati, al solito. Tolta parte del liquido, fino a 1.000 cmc.

13 Settembre. 2.200 cmc.

16 Settembre. 3.300 cmc. Concentrazione: $1.000 : 3.300 \times 0,0787 = 0,0238$; pari cioè a ClNa 0,083%. Tolta parte del liquido fino a 500 cmc.

21 Settembre. 3.500 cmc. Concentrazione: $500 : 3.500 \times 0,0238 = 0,0034$; pari cioè a ClNa 0,0119%, cioè circa 1 per 10.000.

A questo punto si cessa l'esperienza.

Nel considerare i risultati di questa esperienza, dobbiamo tener conto di vari fatti. In primo luogo ci colpisce la differenza con cui gli Infusori reagiscono ai cambiamenti di concentrazione dell'ambiente, secondochè essi sono gradualmente oppure saltuari. In quest'ultimo caso, si hanno dapprima i fenomeni di rigonfiamento o restringimento, poi le altre fasi della reazione, di cui trattai nelle mie Note sopra citate. Se invece, come nella presente esperienza, la trasformazione dell'ambiente è graduale, la reazione osmotica non esiste più. La diluizione non produce rigonfiamento. Nè alcuna contraddizione vi è tra questo risultato e quelli precedenti; giacchè, se è vero che nel cambiamento repentino si ha una reazione che è soltanto temporanea, perchè dei meccanismi di compensazione insorgono, e ne distruggono l'effetto, è evidente che l'effetto osmotico non si vedrà più, quando la modificazione dell'ambiente sia tanto lenta da permettere che i meccanismi di compensazione abbiano effetto, prima che l'azione della differenza di concentrazione sia osmoticamente sensibile per la cellula. Nell'esperienza fatta si era raggiunta una tale lentezza.

Ma, a parte queste considerazioni, il confronto tra le specie sopravvissute e quelle scomparse, è interessante dal punto di vista osmotico, appunto per la perfetta somiglianza del loro comportamento, dinanzi all'azione delle soluzioni diluite. Sopra è stato detto che un repentino cambiamento di ambiente produce un rigonfiamento negli Infusori marini, quando si tratta di trasporto in soluzioni diluite; e tra le specie prese in considerazione, vi erano

appunto alcune di quelle che nell'esperienza di adattamento si sono conservate, ed alcune di quelle che non si sono conservate. Ora vediamo che la mancanza di rigonfiamento, per la graduale diluizione dell'ambiente, si verifica in ambedue le categorie di Infusori. Ciò significa che la sopravvivenza di qualche Infusorio, e la morte di qualche altro, non sono causate da speciali differenze nelle proprietà di permeabilità delle rispettive pareti esterne. Se un Infusorio si lasciasse più facilmente di un altro traversare dal sale, ciò potrebbe costituire una differenza capace di far sopravvivere uno dei due e l'altro no. Quello più permeabile, e quindi meno soggetto a rigonfiarsi, sarebbe probabilmente il più salvo; si osserva sempre, infatti, che gli Infusori rigonfiati offrono una quantità di sintomi di alterazioni gravi, fino alla distruzione completa della loro struttura cellulare. Ma tali possibilità, tali interpretazioni devono essere affatto escluse; i vari Protozoi studiati non hanno mostrato nessuna differenza nel loro comportamento osmotico. Si potrebbe ancora supporre, che qualche alterazione, dovuta a causa osmotica, piccola e perciò tale da sfuggire all'osservazione, potesse essere la causa della morte degli *Euplotes harpa* ecc.; alterazioni che non si dovrebbero verificare invece nelle altre specie. Ma anche l'*Euplotes harpa* può essere condotto in un ambiente più diluito dell'acqua di mare, e sopravvivere, purchè non sia troppo diluito; e se è condotto in un ambiente poco differente dall'acqua di mare per concentrazione, ma vi è condotto ad un tratto, si rigonfia, e non muore; e può dopo qualche tempo riacquistare i caratteri normali; vale a dire si può produrre in esso un'alterazione per causa osmotica, ben visibile, e quindi certamente molto più forte di quella che abbiamo immaginato potesse avvenire nell'esperienza di adattamento, — di quella che abbiamo immaginato, ma senza vederla —, si può produrre una vera alterazione per causa osmotica, senza cagionare la morte. Resulta evidente da tutte queste considerazioni, che la causa della morte di alcune specie e della sopravvivenza di altre, non è da ricercarsi in proprietà di permeabilità delle membrane esterne, che non si può cioè dare una spiegazione osmotica del fenomeno.

Non sembri inutile tale discussione; in questi tempi, in cui si cercano le differenze chimiche che esistono tra specie molto affini, per mezzo delle proprietà dei sieri (precipitine ecc.), e si tende ad acquistare il concetto che il metabolismo di due specie affini sia altrettanto diverso quanto lo è la loro forma, mi pare abbia interesse, ogni volta che tra due specie si osservi una diversità di comportamento, il ricercare a quali proprietà fisiche o chimiche della loro sostanza vivente si debbano attribuire. Colle presenti esperienze, non si dà una risposta positiva alla questione, per quel che riguarda l'adattabilità degli Infusori considerati; ma si esclude intanto quella spiegazione che poteva sembrare più spontanea; ed il problema si riporta appunto alle proprietà chimiche delle cellule, di cui alcune possono seguitare a svolgere i loro processi vitali in un ambiente meno ricco di sali del loro abi-

tuale, altre no. Se sia realmente così, e, nel caso affermativo, di quali processi chimici si tratti, tale importante questione, forse molto difficile a risolversi, è per ora completamente aperta.

Venendo ad esaminare quali siano le specie che si sono conservate, e quali no, troviamo, tra le prime, l'*Euplotes charon* e il *Chilodon cucullulus*, specie descritte dagli autori come viventi tanto nel mare che nell'acqua dolce; tra le seconde, l'*Euplotes harpa*, che gli autori descrivono come solo marina, e molte altre specie, delle quali non ho parlato in modo speciale, ma che appartengono unicamente alla fauna marina. Di più, non ha sopravvissuto l'*Uronema marinum*, specie di cui si dice che viva anche nell'acqua dolce. Ma quanto a questa specie, vi è discussione, e sembra, per quello che ne dice il Blochmann (1), che non sempre si tratti della medesima specie, tutte le volte che si parla di *Uronema marinum*; nè io potrei assicurare di quale *Uronema marinum* si trattasse nelle mie esperienze.

Il caso più caratteristico ci è dunque offerto dai due *Euplotes*, di cui uno si può adattare alla vita d'acqua dolce, l'altro no. Le mie esperienze hanno perciò confermato sperimentalmente che l'*Euplotes charon* ed il *Chilodon cucullulus* marini e di acqua dolce sono realmente la stessa specie, ed hanno dimostrato che l'*Euplotes harpa* non si trova nell'acqua dolce perchè non vi si può trovare.

Nelle specie studiate, quelle adattabili alla vita nell'acqua dolce non differiscono dunque da quelle non adattabili per proprietà osmotiche o di permeabilità; la ragione della differenza deve risiedere nelle diverse particolarità dei processi chimici che si svolgono nei vari organismi.

Parassitologia. — *Studio sui Cytoryctes vaccinae* (*). Nota II preliminare della dr. ANNA FOÀ, presentata dal Socio GRASSI.

PARTE II. — Mentre sottoponevamo la cornea a diversi trattamenti per confrontare le sue proprietà con quelle del vaccino, abbiamo seguito il modo di comportarsi dei *Cytoryctes* in questi vari ambienti.

Le esperienze venivano generalmente condotte in questo modo: si innestava un coniglio in tutti e due gli occhi procurando per quanto era possibile di avere nelle due cornee un'infezione della stessa intensità. Il coniglio veniva ucciso dopo due giorni e mezzo o tre, cioè quando erano già comparse tutte le forme dei supposti parassiti e non erano ancora caduti estesi tratti di epitelio. Le due cornee venivano trattate contemporaneamente nello stesso

(1) Blochmann Fr., *Die Mikroskopische Thierwelt des Süßwassers. Abth. I Protozoa*. Hamburg, 1895 (pag. 99).

(*) Lavoro eseguito nel Laboratorio di Anatomia comparata della R. Università di Roma