

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCXIV.

1917

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXVI.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1917

Fisiologia. — *Influenza della temperatura sulla regolazione osmotica della rana esculenta estiva*. Nota VIII di BRUNO BRUNACCI, presentata dal Socio LUIGI LUCIANI.

È stato constatato in questi ultimi anni che anche complessi fenomeni biologici, quali per es., il ritmo cardiaco (¹), la frequenza della pulsazione dei vacuoli negli infusori (²), la contrazione muscolare (Bernstein J.; Pflüger's Arch., 122, 129, 1908) la segmentazione delle uova di rana, di riccio di mare (³), l'eliminazione del CO₂ nella respirazione degli animali e l'assimilazione dello stesso gas nelle piante (⁴), seguono molto approssimativamente, rispetto alla temperatura, la cosiddetta regola di van t'Hoff per la velocità delle reazioni chimiche; che cioè, in generale, per una elevazione di temperatura di 10° C. essa si raddoppia o si triplica (⁵). In base a ciò, ed in considerazione anche del fatto che mentre la velocità di una reazione chimica aumenta generalmente di circa il 10% per ogni aumento termico di 1° C.; per la medesima elevazione di temperatura un fenomeno fisico aumenta invece solo del 2%, si è concluso per la natura prevalentemente chimica dei suddetti fenomeni vitali.

Per quanto mi consta, nessuno ha finora cercato di vedere se il complessivo fenomeno dell'adattamento di un animale acquatico vivente ad un ambiente liquido ipertonico, mediante la regolazione osmotica del proprio sangue (ambiente interno, Cl. Bernard), segua, in rapporto alla temperatura, la medesima regola generale valevole per la velocità delle reazioni chimiche, o, in altre parole, se il fenomeno della regolazione osmotica di un animale acquatico vivente, preso nel suo insieme, si svolga su processi prevalentemente chimici, pur essendo in sé un fenomeno così evidentemente di natura fisica.

Ho sperimentato sulle rane esculente estive tenute in soluzione Ringer ipertonica massima (A in media = 0°,686) alle temperature di 0°, 10°, 20°

(¹) Kanitz, Pflüger's Arch. 118, 601, 1907; Snyder, Arch. f. An. u. physiol. Physiol. Abt. 118, 1907; Americ. Journ. of Physiol., XXII, 309, 1908; Galeotti e Piccinini, Arch. di Fisiol., VIII, 337, 1910; Cesana G., Arch. di Fisiol., X, 193, 1912.

(²) Kanitz A., Biolog. Zentralbl., XXVII, 14, 1907.

(³) Hertwig O., Arch. f. mikr. Anat., 51, 1898; Loeb J., Pflüger's Arch. CXXIV, 411, 1908.

(⁴) (Miss Matthaei, Blackmann cit. in Galeotti, loc. cit.).

(⁵) Come è noto, la regola di van t'Hoff non è senza eccezioni, tanto per i valori del coefficiente termico superiore al 3 (per es., nello sdoppiamento della salicina per opera dell'emulsina Q₁₀ è maggiore di 7 (reazione enzimatica), quanto per i valori inferiori al 2 (esempio nella decomposizione della fosfina Q₁₀ = 1,2. Ad essa deve quindi attribuirsi un valore relativo (Nernst, *Traité de Chimie générale*, 2^e partie, pag. 262 e segg.).

e 30° C. dopo aver soggiornato qualche tempo in acqua di condotta a quelle medesime temperature. Ciascun esperimento fu eseguito, nelle successive ore, su circa 25-30 rane dalle quali si estraevano il sangue e la linfa dei sacchi (quando c'era) che, defibrinati, servivano per le analisi. I risultati sperimentali ottenuti da circa 700 rane sono rappresentati nelle due grafiche. Nella prima di queste sono state riportate sull'ascissa le ore e sulle ordinate, anziché i valori del Δ del sangue, del siero e della linfa, le differenze tra questi valori e quelli del liquido ambiente ipertonico subito dopo messi le rane, considerando *l'adattamento compiuto quando le differenze tra i suddetti valori e quelli del Δ dell'ambiente fossero ridotte a 0 per tutti i liquidi in esame, o che fossero ridotti a 0 per il sangue defibrinato e per gli altri liquidi ad un valore superiore allo 0.*

Nella seconda grafica sono poi riportati i valori della resistenza elettrica dei medesimi liquidi di cui si era determinato l'abbassamento del punto di congelazione.

Dalle esperienze suddette sono stati posti in evidenza i seguenti fatti:

1°) Le rane esculente estive immerse in soluzione Ringer ipertonica massima a 0° non riescono ad adattarsi nei limiti compatibili con la vita della maggior parte di esse. Infatti dopo 123 h., di 36 rane messe nella suddetta soluzione, solo 9 erano ancora vive e il Δ del loro sangue non riuscì a raggiungere quello dell'ambiente. A tale temperatura non si accumula linfa nei sacchi linfatici (*Animali in letargo; ricambio materiale ridotto al minimo*). Ciò coincide col fatto già osservato da me nelle rane esc. ibernanti tra la terra umida, nelle quali la concentrazione molecolare del sangue non arrivò mai ad un valore di Δ superiore a 0°,650 (cfr. Nota 7°).

2°) Le rane esculente estive immerse in soluzione Ringer ipertonica a 10° C. (a tale temperatura le rane estive sono un po' torpide nei loro movimenti) si adattano ad essa entro 48 h. e precisamente nell'intervallo esistente tra le 46 e le 48 h. *Tale intervallo di tempo è relativamente indipendente dalla maggiore o minore ipertonicità della soluzione salina* (infatti la differenza esistente tra il Δ dell'ambiente esterno e quello dell'ambiente interno in due esperienze eseguite dopo 24 h., con liquido ambiente diversamente ipertonico, era la medesima). La linfa comincia a raccogliersi nei sacchi linfatici laterali in evidente quantità nell'intervallo esistente dalle 16 alle 24 h.

Dalla grafica rappresentante i valori del Δ si vede chiaramente come le concentrazioni molecolari del sangue in toto, del suo siero, e quelle della linfa dei sacchi subiscano delle alternative oscillazioni dignisachè quando l'uno è più concentrato l'altro lo è meno. A queste oscillazioni alternative nelle varie ore si intercalano dei periodi di tempo durante i quali i valori si eguagliano (punti di intersezione delle curve). Le analisi contemporanee delle conducibilità elettriche degli stessi liquidi fanno rilevare la regolarità

assai maggiore delle curve che le rappresentano. Solo il contenuto in elettroliti della linfa sembra subire delle oscillazioni più marcate. *Ciò dimostra l'importanza che hanno anche le sostanze osmoticamente attive, non elettrolite, nei fenomeni della regolazione osmotica di un animale acquatico vivente, e la partecipazione alternativa del siero e dei corpuscoli del sangue in tali fenomeni.* Dopo le 48 h. il contenuto in elettroliti dei liquidi interni comincia a decrescere. Questo fatto coincide esattamente con quanto io avevo già osservato analizzando le variazioni di conducibilità elettrica del liquido ambiente durante lunghi periodi di permanenza delle rane in esso, comparativamente alle variazioni della sua concentrazione molecolare (31 giorni e 21 giorni, cfr. Nota III).

3°) Le rane esculente estive immerse in soluzione ipertonica massima a 20° C. (rane vivaci e normali) vi si adattano in 12 h. circa, e precisamente nell'intervallo esistente tra le 10 e le 12 h. La linfa si comincia a raccogliere nei sacchi linfatici laterali dalle 8 alle 10 h. Anche in questo caso si osserva che le concentrazioni molecolari del sangue in toto, del suo siero e quelle della linfa presentano nelle successive ore dell'adattamento oscillazioni alternative intercalate da periodi di eguaglianza (punti d'intersezione delle curve).

4°) Le rane esculente estive immerse in soluzione ipertonica massima a 30° C. vi si adattano entro le prime 6 h. e precisamente nell'intervallo esistente tra le 5 e le 6 h. La linfa si comincia a raccogliere nei sacchi nell'intervallo esistente tra le 4 e le 5 h.

CONCLUSIONI.

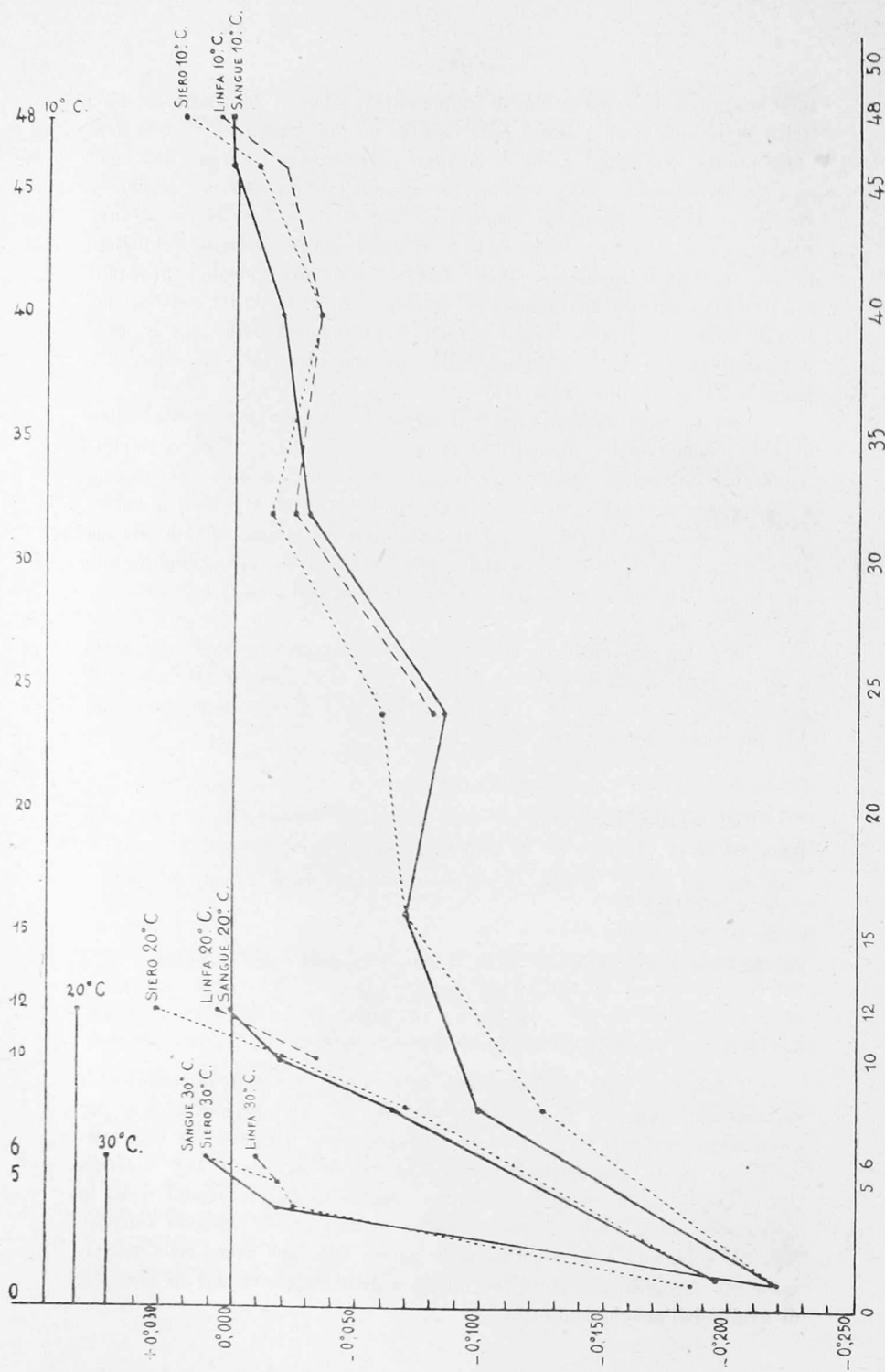
Dall'insieme delle presenti ricerche risulta dunque che le rane esculente estive si adattano ad un ambiente liquido ipertonico entro circa:

48 ore	a	10° C.	(ricambio più vicino a quello degli animali ibernanti)
12 "	"	20° "	
6 "	"	30° "	

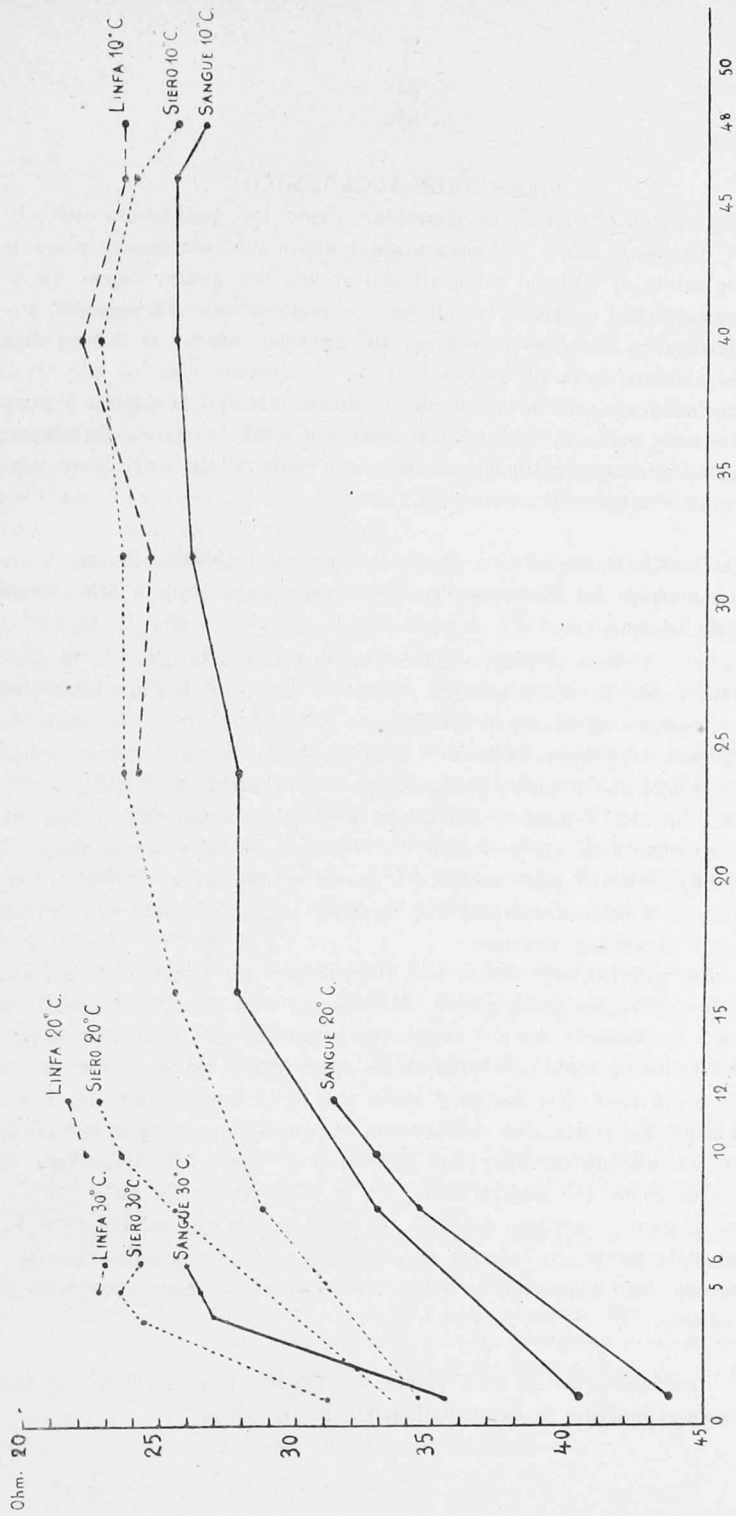
che la linfa si raccoglie nei sacchi linfatici laterali entro le prime:

16-24 ore	a	10° C.
8-10 "	"	20° "
4-5 "	"	30° "

Il fenomeno così evidentemente fisico della regolazione osmotica di un animale acquatico vivente preso dunque nel suo insieme, avendo per fondamento processi in prevalenza chimici segue, in relazione alla temperatura, assai approssimativamente la regola di van t' Hoff relativa alla velocità delle reazioni chimiche. Questa medesima regola segue la formazione della linfa e il suo accumulo entro i sacchi linfatici laterali. Basterà accennare alla importanza che questo fatto può avere nella spiegazione dei fenomeni di regolazione osmotica delle cellule viventi in generale, di quelli dell'assorbimento ecc.



Successive concentrazioni molecolari del sangue defibrinato, del sno siero, e della linfa dei sacchi di rane esculente estire immerse in soluzioni Ringer ipertoniche massime a 10°, 20°, 30° C.



Successive resistenze elettriche del sangue defibrinato, del suo siero e della linfa dei sacchi di rane esculento estive immerse in soluzioni Ringer ipertoniche massime alle temperature di 10°, 20° e 30° C.