

---

ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI  
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI

# RENDICONTI

---

GIORGIO MARCUZZI, MARINELLA MILLERO

## Il contenuto in Ca e Mg nell'emolinfa del Coleottero *Tenebrio molitor* L

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,  
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 36 (1964), n.2, p. 234–239.*

Accademia Nazionale dei Lincei

<[http://www.bdim.eu/item?id=RLINA\\_1964\\_8\\_36\\_2\\_234\\_0](http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1964_8_36_2_234_0)>

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

---

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma  
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)*

*SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>

**Fisiologia degli Insetti.** — *Il contenuto in Ca e Mg nell'emolinfa del Coleottero Tenebrio molitor L.* Nota preliminare di GIORGIO MARCUZZI e MARINELLA MILLERO, presentata (\*) dal Socio U. D'ANCONA.

I dati sulla quantità di Ca e Mg nell'emolinfa degli Insetti sono oggi piuttosto abbondanti ed alcuni di essi sono frutto di determinazioni recenti e molto accurate, come ad esempio quelle di Clark e Craig. Questi due Autori hanno anche riassunto tutte le conoscenze precedenti in merito (p. 102, Tavola 1).

Limitandoci ai soli Coleotteri, cui appartiene il *Tenebrio molitor*, possiamo sintetizzare i dati finora esistenti nella tabella che segue, tralasciando determinazioni molto vecchie, come ad esempio quelle di Griffiths, che comunque sono riportate da Clark e Craig [1].

Specie	Ca meq/l	Mg meq/l	Autore
<i>Hydrophilus piceus</i> . . . . .	21,0-23,0	35,8-45,0	Florkin [2]
<i>Scaphinotus sp. A.</i> . . . . .	10,9	18,6	Clark e Craig [1]
<i>Meloe strigulosus A.</i> . . . . .	26,6	156,6	» »
<i>Lytta molesta A.</i> . . . . .	—	185,8	» »
<i>Coelocnemis dilaticollis A.</i> . . . . .	27,1	10,0	» »
<i>Geotrupes stercorosus A.</i> . . . . .	17,8	49,8	Duchateau et al. [3]
<i>Melolontha melolontha A.</i> . . . . .	15,3	41,3	» »
<i>Popilia japonica L.</i> . . . . .	16	40	Ludwig [4]
<i>Timarcha tenebricosa L.</i> . . . . .	72,2	158	Duchateau et al.
<i>Leptinotarsa 10-lineata L.</i> . . . . .	82	17	» »

Nel quadro delle ricerche condotte da uno di noi sul ricambio idrico del Coleottero *Tenebrio molitor* L. (Marcuzzi [5, 6, 7, 8]) abbiamo voluto vedere i valori normali di Ca e Mg nell'emolinfa della larva di questo Insetto e il comportamento di questi due elementi in animali esposti a varie umidità ambiente. La tecnica per la determinazione di Ca e Mg è stata quella del Komplexone, già usata per gli Insetti da van Asperen e van Esch [9], basata sull'impiego di un reagente chelante introdotto da Schwarzenbach et al.

(\*) Nella seduta dell'8 febbraio 1964.

(1946) per la determinazione di vari metalli. La soluzione di Nero Eriocromo T fu preparata seguendo i suggerimenti di Buckley et al. (1951).

I risultati ottenuti sono i seguenti (ciascun dato è il risultato di 7 determinazioni).

Animali normali (normalmente alimentati, tenuti a temperatura e umidità ambiente): Ca 310 mg/l (15,5 meq/l); Mg 916 mg/l (76,3 meq/l); rapporto Ca/Mg pari a 0,338.

Animali esposti per un periodo di 7 giorni a umidità costante e nota e digiunanti:

Umidità relativa	0 %	10 %	40 %	60 %	76 %	86 %	92 %	95 %	100 %
Ca(mg/l) { M . . . . .	502	480	403	482	500	461	422	517	610(*)
{ $\sigma$ ( $\pm$ ) . . . . .	103,5	94,5	119,5	145,5	157,5	156,5	131,5	131,5	69,5
Mg(mg/l) { M . . . . .	1083	1168	1118	1128	1155	1035	1122	1160	—
{ $\sigma$ ( $\pm$ ) . . . . .	184,5	239,5	238,5	183,5	246,5	236,5	200,5	287,5	—
Ca/Mg . . . . .	0,470	0,427	0,422	0,430	0,426	0,444	0,379	0,462	—

(\*) In base a 3 sole determinazioni.

In base a questi dati sono stati costruiti i grafici 1-3.

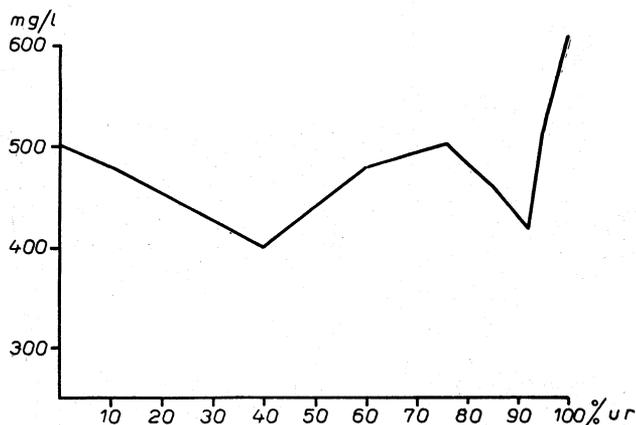


Fig. 1. - Andamento del Ca dell'emolinfia in funzione dell'umidità ambiente (u.r.).

Pur essendoci delle variazioni molto notevoli sia di Ca che di Mg, sembra ci sia un moderato influsso dell'umidità ambiente sul contenuto in Ca, almeno stando ad un confronto tra i livelli 40 e 95 % di u.r. (differenza statisticamente significativa, con  $P < 0,001$ ).

Da notare che anche gli altri Insetti investigati finora presentano delle variazioni molto notevoli nel contenuto di questi due cationi <sup>(1)</sup>. Così il Mg

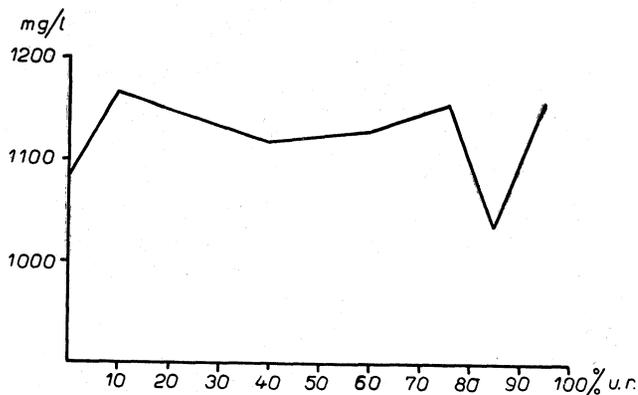


Fig. 2. - Andamento del Mg dell'emolinfia in funzione dell'umidità ambiente.

nella larva di *Apis mellifica* varia da 15,8 a 18,3 meq/l, il Ca nella *Blatta* da 12 a 25,1 mg % (femmine) e il Mg della stessa da 7 a 22,8 (maschi). Secondo van Asperen e van Esch, queste differenze sarebbero dovute a differenze di dieta e di condizioni di vita, sebbene questi Autori *non abbiano alcuna prova definitiva* (p. 349).

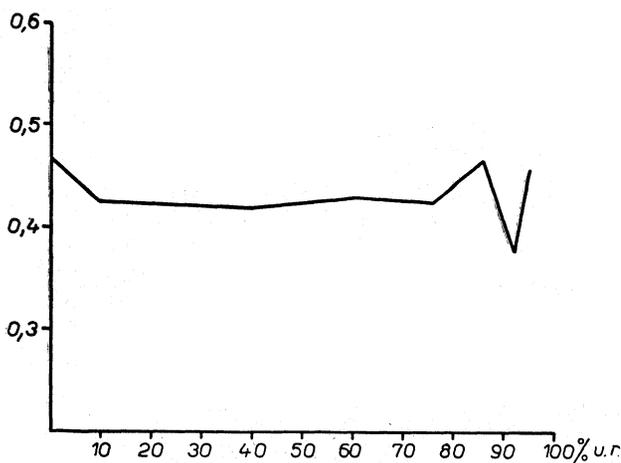


Fig. 3. - Andamento del rapporto Ca/Mg in funzione dell'umidità ambiente.

Del resto anche i due cationi monovalenti più importanti dell'emolinfia, Na e K, variano moltissimo: in *Periplaneta americana* il Na va da 247 a 500 mg %, il K da 25 a 50; nella larva del Coleottero *Tenebrio molitor* Marcuzzi [8] trova in animali tenuti a varie umidità dei valori di Na da 43,9

(1) Roeder afferma che i tessuti irritabili della blatta possono tollerare una grande variazione della concentrazione esterna di Ca e K [10].

a 97,6 meq/l, di K da 14,7 a 40 meq/l. Nell'*Apis mellifica* il Na va da 0,012 a 0,017 g%, nella cavalletta *Locusta migratoria* Hoyle [11] trova pure notevoli variazioni (cfr. fig. 1).

Nei Crostacei troviamo poi delle oscillazioni forse ancora maggiori: recentemente Gross [12] trova in *Gecarcinus lateralis* (animali normali) una quantità di Ca pari a  $41,8 \pm 7,83$  e una quantità di Mg pari a  $26,9 \pm 7,20$  meq/l. In animali tenuti in condizioni sperimentali le oscillazioni sono ancora maggiori.

Meno notevoli sono invece le variazioni del rapporto Ca/Mg nella larva del *Tenebrio molitor*. Come si è visto prima, questo rapporto varia da 0,333 (animali normali) a 0,470 (animali tenuti a umidità controllata e digiunanti) dimostrando quindi un'omeostasi molto notevole <sup>(2)</sup>. Nella *Periplaneta americana* van Asperen e van Esch trovano esattamente lo stesso valore medio (1,3) per maschi, femmine e ninfe.

Sembra comunque che il rapporto Ca/Mg vari meno di quello Na/K: nella cavalletta *Locusta migratoria* Hoyle trova variazioni molto notevoli di questo ultimo (fig. 1); nel *Tenebrio molitor* Marcuzzi trova dei valori che vanno da 1,72 a 3,25 (animali tenuti a varie umidità).

A parte le variazioni del rapporto Ca/Mg, sembra che ci sia una relazione tra questo e il tipo di alimentazione: nei fitofagi il rapporto andrebbe da 0,16 a 0,8; negli onnivori si ha un valore di 0,6; nei predatori il rapporto andrebbe da 1 a 11; negli ematofagi infine da 19 a 45 (Clark e Craig). Effettivamente i valori da noi trovati confermano l'appartenenza della larva del *Tenebrio molitor* alla categoria degli onnivori, che in questo modo vede estendere i propri limiti da 0,338 a 0,6.

Se poi vogliamo inquadrare il comportamento del Ca e del Mg nell'emolinfa della larva di *Tenebrio molitor* nel processo di osmoregolazione, i dati esistenti in merito (Marcuzzi [6,7 e 8]) permettono di affermare – anche se con certe riserve – che Ca e Mg intervengono solo minimamente a regolare il  $\Delta$  del sangue. Precisamente, osserviamo che il Mg è relativamente costante alle varie umidità ambiente e conseguenti modificazioni del  $\Delta$ , facendo pensare ad una possibile omeostasi e pertanto costanza del tasso ematico di questo elemento. Il Ca invece presenta un sensibile e costante aumento coll'aumentare della umidità ambiente e conseguente diluizione dei liquidi interni, per cui potrebbe intervenire attivamente nell'osmoregolazione. Naturalmente

(2) Senza entrare nel problema estremamente complesso del ruolo fisiologico dei cationi bivalenti negli animali in generale, possiamo ricordare che gli ioni Ca sembra influiscano in modo particolare sulla contrazione dei tessuti contrattili e nel determinarne la tensione; gli ioni Mg disperdono quelli Ca, bloccando in tal modo la trasmissione degli impulsi nervosi (cfr. BAYLISS [13]). Uno ione pertanto annulla o previene l'azione dell'altro. Bisogna però tener presente che probabilmente un'alta percentuale del Ca dell'emolinfa è combinata con le proteine, derivati proteici e altri composti organici, dimodoché la concentrazione del Ca libero e fisiologicamente attivo deve essere determinata con ulteriori studi (Clark e Craig). BETHE ([14], p. 111) dice che negli Invertebrati il Ca ha un'azione molto diversa rispetto ai Vertebrati; i risultati ottenuti nei diversi animali sono inoltre molto diversi.

sarebbe necessario conoscere anche i livelli tissutali di questi due cationi per avere una idea chiara del ricambio idrico-salino di questo animale. Il ruolo del Ca e del Mg nella determinazione del  $\Delta$  dell'emolinfa alle varie umidità ambientali viene indicato nella fig. 4.

I presenti dati non fanno che confermare quanto già affermato da uno di noi (MARCUZZI [8]) che cioè i principali costituenti dell'emolinfa responsabili dell'osmoregolazione negli Insetti terrestri sono gli aminoacidi, alla stessa stregua di quanto avviene negli Insetti acquatici (cfr. Jeuniaux et

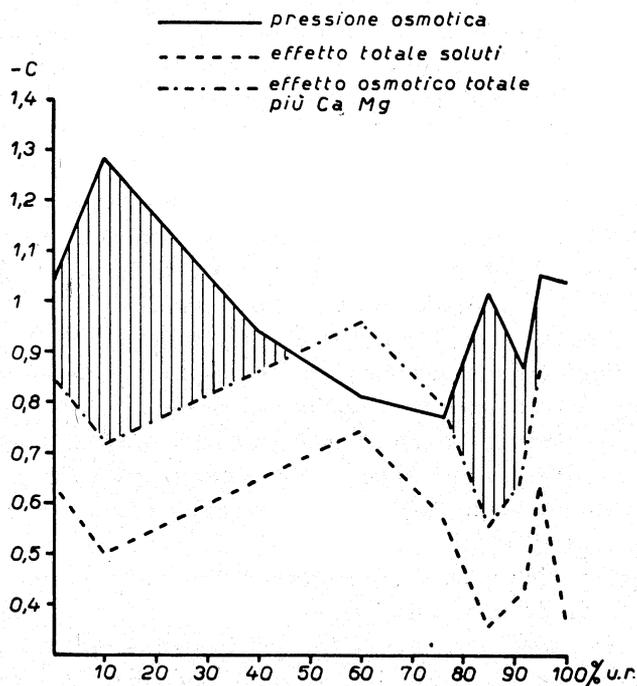


Fig. 4. - Variazioni della pressione osmotica dell'emolinfa (espressa come  $\Delta$ ) in funzione dell'umidità ambiente.

Sono indicati inoltre effetto osmotico di aminoacidi, zuccheri, cloruri, Na e K (totale soluti) e effetto osmotico degli stessi più Ca e Mg. Pressione osmotica e effetto osmotico del totale soluti, secondo ricerche precedenti (MARCUZZI [8]), effetto di Ca e Mg in base alla presente ricerca. Le zone tratteggiate stanno ad indicare l'effetto osmotico di sostanze ancora da determinarsi.

al. [15]); ad essi si associano il Ca e probabilmente alcuni anioni (fosfati, bicarbonati, sostanze organiche).

I risultati ottenuti per mezzo delle nostre ricerche permettono di giungere alle seguenti conclusioni. Il contenuto in Ca e Mg nell'emolinfa del Coleottero *Tenebrio molitor* ha un valore medio rispetto agli altri Coleotteri finora studiati. Il basso rapporto Ca/Mg attesta che l'Insetto studiato è un onnivoro. Il ruolo degli ioni Ca e Mg nella osmoregolazione è piuttosto limitato. Il Ca in particolare sembra aver una tendenza ad impedire le variazioni del  $\Delta$  dell'emolinfa, ma la sua efficacia è molto inferiore, dal punto di vista osmotico, a quella di altre sostanze, come ad esempio gli aminoacidi, che in

tutti gli Insetti terrestri sono i principali costituenti del sangue responsabili dell'osmoregolazione.

## AUTORI CITATI.

- [1] E. W. CLARK e R. CRAIG, *The calcium and magnesium content in the haemolymph of certain insects*, « *Physiol. Zool.* », 26, 101 (1953).
- [2] M. FLORKIN, *Sur la composition inorganique du milieu interieur des invertébrés dulcicoles et terrestres*, « *Bull. Soc. Roy. Sci. Liege* », 12, 301 (1943).
- [3] G. DUCHATEAU, M. FLORKIN e J. LECLERCQ, *Concentration des bases fixes et types de compositions de la base totale de l'hémolymphé des Insectes*, « *Arch. Intern. Physiol.* », 61, 518 (1953).
- [4] D. LUDWIG, *Composition of the blood of the Japanese beetle (Popilia japonica)*, « *Physiol. Zool.* », 24, 329 (1951).
- [5] G. MARCUZZI, *Osservazioni chimico-fisiche sul sangue dei Coleotteri Tenebrionidi. La pressione osmotica del Tenebrio molitor L.* « *Rend. Accad. Naz. Lincei* », 18, 654 (1955).
- [6] IDEM, *L'osmoregolazione nel Tenebrio molitor L.*, ibidem, 20, 492 (1956).
- [7] IDEM, *Osmoregulation in Tenebrionid beetles*, « *Proc. XV Intern. Congr. Zool., London* », VI, 16 (1958).
- [8] IDEM, *L'osmoregolazione nel Tenebrio molitor L.*, « *Boll. Zool. Agr. Bachic.* », II (1958).
- [9] K. VAN ASPEREN e J. VAN ESCH, *The chemical composition of the haemolymph in Periplaneta americana*, « *Arch. Neerl. Zool.* », 11, 342 (1956).
- [10] K. D., ROEDER, *Insect Physiology*, New York & London (1953).
- [11] G. HOYLE, *Sodium and Potassium changes occurring in the haemolymph of insects at the time of moulting, etc.*, « *Nature* », 178, 1236 (1955).
- [12] W. J. GROSS, *Cation and water balance in crabs showing the terrestrial habit*, « *Physiol. Zool.* », 36, 312 (1963).
- [13] L. E. BAYLISS, *Principles of General Physiology*, II vol., London (1960).
- [14] A. BETHE, *Allgemeine Physiologie*, Gottingen & Heidelberg (1955).
- [15] C. JEUNIAUX, G. DUCHATEAU-BOSSON e M. FLORKIN, *Contribution a la biochimie du ver a soie. XXII. Modifications de l'amino-acidémie, etc.*, « *Arch. Intern. Physiol.* », 69, 617 (1961).