34. Kalzium im Blut des Regenwurms.

Von Kiyoshi AOKI.

Zoologisches Institut, Naturwissenschaftliche Fakultät
Kaiserliche Universität zu Sapporo.

(Comm. by A. OKA, M.I.A., Feb. 12, 1934.)

Trotz vielen Untersuchungen über die Mineralbestandteile im Blut der im Wasser lebenden wirbellosen Tiere ist unsere Kenntnis dagegen bei landlebenden wirbellosen viel mangelhafter. Bei der Analyse des Bluts vom Regenwurm *Pheretima hilgendorfi* (Mehlen.) fand ich, dass Na- und Ca-Gehalt sich etwas anders als bei anderen Tieren verhalten, was von wichtiger Bedeutung für das Leben dieses Tiers zu sein scheint.

Zur Bestimmung des Kalziums bediente ich mich sowohl der veränderten Krammer-Tisdallschen Methode nach B. Groak¹⁾ als auch derselben von F. F. Tisdall²⁾ verbesserten Methode.

Der Wurm wurde in Holzkisten mit dungreicher Ackererde gezüchtet, deren obere Erdschicht jeden zweiten Tag erneuert wurde.

Da eine stark entwickelte Muskelwand erhaltende Rückengefäß und das Herz ziehen sich so leicht zusammen, dass sie kein Blut aus der Schnittwunde fließen lassen. Deshalb kann das Blut nur aus dem Bauchgefäß entnommen werden, und zwar wurde das Bauchgefäß in Seg. XX–XXII des zuvor 10 Minuten lang mit 10% Alkohol narkotisierten Wurms durchschnitten, um reichlichen Blutfluss zu bekommen. Die Umgebung der Wunde wurde vorsichtig mit Watte bedeckt, damit sich keine übrige Körperflüssigkeit mit dem Blut mischen sollte. Die von einem Wurm gewonnene Blutmenge beträgt durchschnittlich nur etwa 50 mg, deshalb muss man stets wenigstens drei Würmer zur Analyse benutzen. Die Resultate sind in Tabelle I zusammengestellt.

TABELLE I.

Versuchs-Nr.	Blutmenge in mg	Ca in mg per 100 g Blut	Bestimmungsmethode
1	96	34.7	Croak
2	107	30.1	„
3	86	33.0	„

Contribution No. 63 from the Zoological Institute, Faculty of Science, Hokkaido Imperial University.

1) Bioch. Ztschr., Bd. 212, p. 47, 1929.

2) J. Biol. Chem., Vol. 56, p. 439, 1923.

Versuchs-Nr.	Blutmenge in mg	Ca in mg per 100 g Blut	Bestimmungsmethode
4	137	32.9	"
5	101	34.3	"
7	124	31.0	"
6	780	31.5	Tisdall
9	512	33.6	"
10	420	35.7	"
18	201	31.8	"
Mittelwert		32.9	

Der Mittelwert des Ca-Gehalts beträgt 32.9 mg per 100 g Blut.

Zur Bestimmung des Verhältnisses von Na zu Ca wurde der Mittelwert des Ca auf den Na-Atomgehalt 100 bezogen. Der Na-Gehalt wurde als durchschnittlich 213 mg per 100 g Blut bestimmt.¹⁾ Dann ergab der Ca-Atomgehalt des Regenwurms den Wert 8.85. Die Ergebnisse der verschiedenen Autoren bei anderen Tiergruppen wurden zum Vergleich ebenso umgerechnet und in Tabelle II wiedergegeben.

TABELLE II.

Tierart	Ca-Atomgehalt/Na	Autor
<i>Cancer paguris</i>	2.25	Bethe u. Berger ²⁾
<i>Homarus vulgaris</i>	3.35	"
<i>Eriocheir sinensis</i>	2.87	"
<i>Astacus</i>	8.05	"
<i>Aplysia punctata</i>	2.28	"
<i>Ostrea circumpicta</i>	3.55	Kumano ³⁾
<i>Vanessa</i>	2.61	Griffiths ⁴⁾
<i>Sumerinthus</i>	3.11	"
<i>Lucanus</i>	2.82	"
<i>Dytiscus</i>	2.80	"
<i>Pheretima hilgendorfi</i>	8.85	Aoki

Wie Tabelle II zeigt, ist das Verhältnis bei den meisten Tieren nahezu gleich, ausgenommen von dem bei *Astacus*. Es liegt aber beim Regenwurm viel höher als bei anderen Tieren. Aus der Tatsache, dass der Regenwurm immer in schlecht ventilierter Erde wohnt, und deshalb CO₂ nicht so leicht wie in der Luft abgegeben wird, können wir kurz schliessen, dass die CO₂-Spannung im Blut hoch bleibt und das

1) Bei der Natriumbestimmung wurde die McCance-Shippische Methode angewandt. (Bioch. J., Bd. XXV, p. 449, 1931 und ebenda, Bd. XXV, p. 1845, 1931.) Der Mittelwert von Na ergab 213 ± 11.85 mg per 100 g Blut durch 10 Bestimmungen.

2) Pflügers Arch., Bd. 227, p. 571, 1931.

3) Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ., 4th Ser., Biol., Vol. 4, p. 281, 1929.

4) Aus Wintersteins Handb., Bd. I, I. Hälfte, p. 767.

CO₂ im Blut mit dem Kalziumkarbonat Kalziumbikarbonat bildet;¹⁾ also ist die Konzentration des Kalziumbikarbonat immer hoch. Vorausgesetzt, dass das Kalziumkarbonat von aussen geliefert wird, wird der Ca-Gehalt des Bluts steigen, wenn der Wurm unter ungünstigen Verhältnissen atmet. Somit führte ich Versuche darüber aus, wie der Ca-Gehalt des Bluts schwankt, wenn der Wurm in sehr CO₂-haltigem Zustand gehalten wird. Vor dem Beginn der Versuche liess ich die Würmer 4 Tage lang fast Ca-losen Fliesspapierbrei fressen, der täglich erneuert wurde. Dadurch wurde die im Darm zurückgehaltene Erde ausgeschieden, die während des Versuchs Ca liefern könnte. Je drei dieser erdfreien Würmer wurden mit etwas Aqua dest. in einen Erlenmeyerkolben von etwa 200 ccm Inhalt mit doppelt durchbohrtem, gut schliessendem Stopfen gebracht. 15 Minuten lang wurde ein CO₂-Luftgemisch von verschiedenem Verhältnis bzw. 30%, 10% und 4% langsam durchgeleitet, dann wurden das Ab- und das Zuleitungsrohr fest verschlossen und schliesslich die Kolben in den Thermostat (19° C ± 0.5) getan. Nach bestimmter Zeit wurde die Ca-Menge im Blut festgestellt. Zur Kontrolle diente die Ca-Menge im Blut bei solchen Würmern, die in einem grossen Becherglas ohne Deckel mit etwas Aqua dest. 30 Minuten lang im Thermostat gehalten worden waren. Tabelle III zeigt die Ergebnisse.

TABELLE III.

Versuchs-Nr.	Blutmenge	Temp. °C	CO ₂ -Gehalt des Gasgemisches in %	Zeitdauer in Min.	Ca in mg per 100 g Blut
7	124	19	30	20	44.0
9	158	"	"	"	43.5
10	123	"	"	"	47.4
11	91	"	"	"	47.9
Mittelwert					45.7
12	155	19	10	30	46.7
13	130	"	"	"	42.0
Mittelwert					44.4
14	130	19	4	30	40.7
15	136	"	"	"	37.9
16	133	"	"	"	40.9
Mittelwert					39.8
Kontrolle 1	147	19	in Luft	30	36.3
" 2	117	"	"	"	35.0
" 3	133	"	"	"	31.3
Mittelwert					34.2

1) Gieschen, A.: Zool. Jb. (Physiol.), Bd. 48, p. 121, 1930.

Unter solch ungünstigen Bedingungen steigt die Ca-Menge im Blut ohne Zweifel. Auf Grund der Ergebnisse dieser Versuche scheint es mir, dass zwischen dem Kalk und dem CO_2 -Gehalt der Umgebung ein Verhältnis besteht. Darauf komme ich wieder in weiteren Versuche zurück. Nun fragt es sich, wo die Quelle der Lieferung des Kalziumkarbonats ist, das sich mit dem Kohlendioxyd im Blut verbindet. Diese Quelle ist m. E. die Kalkdrüse, die durch zahlreiche, durchblutete Lamellen reich mit Blut versorgt wird. Über die Tätigkeit dieser Kalkdrüsen bei *Lumbricus* sind schon viele Arbeiten veröffentlicht worden. Kürzlich untersuchte O. Voigt¹⁾ bei *L. terrestris* L. nach neuer Methode und stellte dabei fest, dass unter CO_2 -Verhältnissen das Ca_2CO_3 der Drüsen, durch Bindung von CO_2 gelöst, als $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ins Blut geht und durch die Haut aus dem Körper entfernt wird. Es folgt natürlich daraus, dass unter diesen Verhältnissen die Ca-Menge im Blut steigt, was mit den oben erwähnten Ergebnissen übereinstimmt. Aber die Kalkdrüse von *Pheretima hilgendorfi* (Mehlen.) ist nicht so entwickelt wie die von *Lumbricus*. Also sind noch weitere Versuche nötig, um festzustellen, ob diese Erhöhung des Kalks im Blut direkt von den Kalkdrüsen abhängt.

1) Zool. Jb. (Physiol.), Bd. 52, p. 677, 1933.