

conditions expérimentales définies. Les quantités de nidulotoxine ont été appréciées, pour l'ensemble des souches, par comparaison sur couche mince de gel de silice des fluorescences développées par des spots de dilutions successives de l'échantillon et des standards préparés

Tableau II. Synthèse de nidulotoxine par des souches des groupes *A. nidulans* et *A. versicolor*

Espèce	Désignation de la souche	Quantité de nidulotoxine (mg/l de culture)	
		Par comparaison de fluorescences	Par pesée après cristallisation
<i>A. nidulans</i>	516 B	49	26,6
	110 C	35	
	120	49	
	114 C	23	
	47 D	1,5	
	537 B	15	
	523 C	50	
	502 J	32	
	535 C	25	
<i>A. versicolor</i>	A.V N 1	36	19,1
	304 C	3	0,9
	305 A	28	17
<i>A. Sydowi</i>	577 B	26	18,1
	325	34	20
	352	9	2,6
	366	22	8,9

à partir de produit cristallisé; cette méthode paraît comporter une marge d'imprécision de l'ordre de $\pm 15\%$. Pour certaines souches, des volumes importants de culture ont été utilisés pour purifier et cristalliser la nidulotoxine; en raison de pertes survenant aux différents stades de la préparation, le poids de cristaux est nettement inférieur aux valeurs estimées par appréciation de l'intensité de la fluorescence sur chromatogrammes de l'extrait brut. Dans le Tableau II sont rapportés les résultats fournis par les 2 méthodes; ces résultats montrent que certaines souches d'*A. versicolor* Tir. et d'*A. Sydowi* Thom et Church élaborent des quantités importantes de nidulotoxine⁵ 6.

Summary. Strains of *A. versicolor* Tiraboschi and *A. Sydowi* Thom and Church produce a toxic metabolite spectrographically identical with the nidulotoxin.

P. LAFONT et J. LAFONT

Inserm – Laboratoire de Toxicologie Alimentaire, Boîte postale 40, F-78 Le Vesinet (France), 5 janvier 1970.

⁵ Ce travail a bénéficié d'une aide financière de contrats de recherches de l'Action Concertée «Aflatoxine».

⁶ Nous exprimons nos remerciements à MICHEL GAILLARDIN pour son excellente assistance technique.

PRO EXPERIMENTIS

Measurement of Pumping Activity in the Gastropod *Crepidula fornicata*

In contrast to most prosobranchs, the limpet *Crepidula fornicata* (L.) – adapted to its almost sessile way of life – is a suspension feeder. A water current is produced by the lateral cilia on the gill filaments which makes gas exchange possible as well as filtration of suspended particles (detritus, plankton, etc.). The mechanism of filtration, by means of 2 endless, continuously secreted mucus filters of different structure, has attained a high degree of perfection in this mollusc. The coarse mantle mucus filter, spread at the entrance to the mantle cavity, retains mainly large particles and the much finer branchial mucus filter, situated beneath the gills, entangles small particles from the water inspired. Although the structure and function of the feeding organs have been thoroughly studied in *Crepidula fornicata*¹, no information has been obtained on the rates of water transport and filtration.

Several techniques of rather different reliability have been employed in corresponding physiological experiments conducted with various species of bivalves (cf. JØRGENSEN², WINTER³). The determination of pumping rate (the measurement of the inhalant or exhalant water flow) requires a direct method: while the determination of filtration rate (the measurement of the decrease in concentration of colloidal or particulate matter) is achieved in an indirect way. Advantages and shortcomings of both methods have recently been emphasized by WINTER³, who expressed reservations against the application of the direct method because it may lead to a significant impairment of the test animals.

In any case, to measure the flow rates of suspension feeders, some manipulations are necessary for channelling the inflowing or outflowing water current. This statement also pertains to the principle used with *Crepidula fornicata*. It is based on photo-electric measurement of water transport by means of a flowmeter allowing continuous, long-term recordings. Registrations made over several days, however, did not indicate any recognizable disturbances in the individuals tested; hence, this device was regarded as being highly suitable for experimental work of this kind.

The method employed was designed by REIN⁴ for measurement of the velocity of blood transport in blood vessels. A modified technique was developed by KRÜGER⁵ for investigations on pumping intensity of the lugworm *Arenicola marina* in situ. This principle has been adopted for *Crepidula fornicata* with some minor improvements with regard to recording. The flowmeter is constructed as

¹ B. WERNER, Helgoländer wiss. Meeresunters. 4, 260 (1953).

² C. B. JØRGENSEN, *Biology of Suspension Feeding* (Pergamon Press, Oxford 1966).

³ J. E. WINTER, Mar. Biol. 4, 87 (1969).

⁴ H. REIN, in *Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden* (Ed. E. ABDERHALDEN; Urban und Schwarzenberg, Berlin 1935), vol. 8, p. 693.

⁵ F. KRÜGER, Helgoländer wiss. Meeresunters. 17, 70 (1964).

follows: the excurrent water is channelled through a plexiglass pipe equipped with a heating filament in its centre. Two thermocouples are placed in symmetric arrangement on the right and left of the filament through which a heating current passes and heats the through-flowing water. The difference in temperature between the thermocouples is a measure of the velocity of water movement; it is inversely proportional to the rise in temperature. For registration of the thermocurrent a multiflex galvanometer is used in connection with a tracing recorder (Figure 1). The flowmeter must be calibrated with known flow rates because there is no linear relation between the deflections on the scale of the galvanometer and the rate of water movement. The degree of precision is greatest with low flow rates which cause large deflections and vice versa. The lowest rate of water movement exactly determined by the flowmeter described is less than 0.1 ml/min.

Crepidula fornicata offers 2 essential advantages for the application of this flowmeter: (1) its sessile way of life, and (2) the possibility of channelling the excurrent stream.

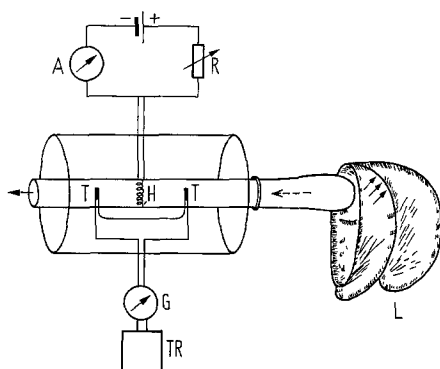


Fig. 1. Schematic drawing of the experimental set-up. Limpet (L) attached to an empty *Crepidula fornicata* shell in connection with the flowmeter (designed after KRÖGER⁶). For heating, direct current (4–6 V) is used; its intensity (30–100 mA) is chosen according to size of test animal or pumping rate, respectively. A, ammeter; R, resistor; G, multiflex galvanometer (20 Ω internal resistance); TR, tracing recorder (model 2; Dr. B. Lange, Berlin); T, thermocouple (made up of a junction of constantan and iron); H, heating filament (15 Ω). Arrows indicate direction of water movement.

Measurements can best be made with an individual settled on an almost equally sized shell of a dead limpet or mussel. Under these conditions, the snail cannot change position, and, furthermore, the exhalant aperture situated on the anterior right side can be exactly localized. The closed end of a pipette bulb is cut open and accurately stuck to the upper side of the shell of the test animal and to the underside of the shell serving as substratum. In this way, and by avoiding leaks, the excurrent water can be quantitatively isolated and directed into the flowmeter. This device is elastic enough not to hamper the test animal when lifting off its shell from the base for pumping. Careful preparation allows repeated use of an animal in flow experiments for several months.

As mentioned above, the essential advantage of this very sensitive method is the possibility of continuous measuring. An example of registration is given in Figure 2. It illustrates that pumping activity has a rather discontinuous course. A great number of recordings which show similar patterns indicate the occurrence of rhythms with rather short periods. Phases of a more rapid water movement alternate with phases of less water flow. Undisturbed limpets generally pump continuously; experiments in closed standing-water systems as well as in aquariums with running sea-water suggest that periodic resting phases do not occur.

In conclusion, this method makes it possible to obtain quantitative results on the volume of water transported per unit time and the responses to and influences of biological, chemical and physical factors on the rate and pattern of pumping. Investigations on these problems are in progress.

Zusammenfassung. Die Pumpaktivität der Pantoffelschnecke *Crepidula fornicata* (L.) wird mit Hilfe eines Strömungsmessers (Prinzip der Thermostromuhr nach REIN), durch den das ausströmende Atemwasser geleitet wird, photoelektrisch gemessen. Die dargestellte, sehr empfindliche Methode gestattet eine kontinuierliche Registrierung des Aktivitätsverlaufs und ermöglicht quantitative Aussagen über die Pumpleistung.

H.-P. BULNHEIM

*Biologische Anstalt Helgoland,
Central Laboratory,
D-2000 Hamburg 50 (Germany), 21 December 1969.*

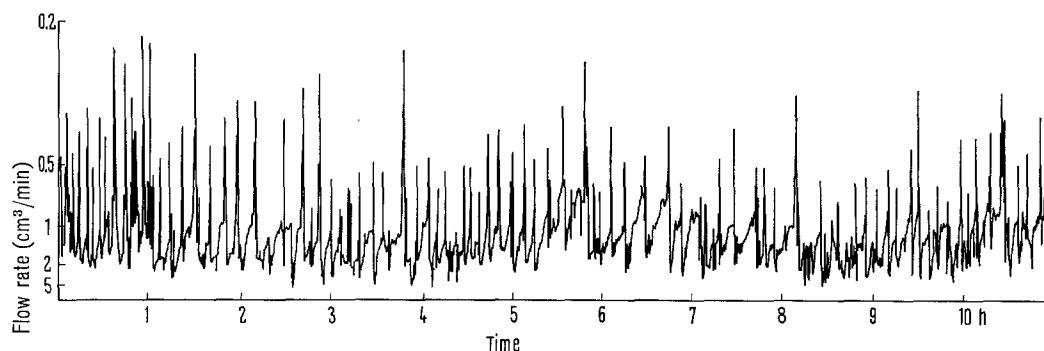


Fig. 2. Original recording of pumping activity of *Crepidula fornicata* (26 mm shell length) at 15 °C (inserted within a standing-seawater aquarium).

PRO NATURA INTEGRÄ

Editor's note. Under the title of 'Pro Natura Integra', papers on fundamental research in the field of bio-protection will appear. Over-population, under-nutrition and changes in environment have led to ecological disturbances in the balance of Nature which threaten the existence of mankind. Man is faced with uncertainty through the changes in his environment.

The following article by ERWIN CHARGAFF does not seem to fit at first glance under this heading. But the writer shows, that there is just as an important balance in the mental environment as there is in the Natural Environment. This is expressed in the scientist's epistemological view of the world. H. M.

Vorwort zu einer Grammatik der Biologie¹

Hundert Jahre Nukleinsäureforschung

VON ERWIN CHARGAFF

Columbia University, Cell Chemistry Laboratory, College of Physicians and Surgeons, New York (N.Y. 10032, USA).

DARWIN'S *Origin of Species*, wahrscheinlich eines der einflussreichsten Bücher in der Geschichte der Naturwissenschaften², erschien im Jahre 1859. Die offenmündige, augenverdrehende, unaufrichtige Bewunderung der Naturforschung, welche unsere Zeit charakterisiert, setzte jedoch viel später ein. So konnte zum Beispiel der sehr gescheite PEACOCK, SHELLEYS altgewordener Jugendfreund, in seinem letzten, 1860 erschienenen Roman zwei Hauptpersonen wie folgt sprechen lassen.

«Lord Curryfin: . . . We ought to have more wisdom, as we have clearly more science. — The Rev. Dr. Opimian: Science is one thing and wisdom is another. Science is an edged tool with which men play like children and cut their own fingers. If you look at the results which science has brought in its train, you will find them to consist almost wholly in elements of mischief. . . . The day would fail, if I should attempt to enumerate the evils which science has inflicted on mankind. I almost think it is the ultimate destiny of science to exterminate the human race»³.

Wer würde jetzt, da wir diesem Ziel so viel näher gekommen sind, es noch wagen, so zu schreiben? Es gibt nichts ärgeres, als in finsternen Zeiten als *vir obscurus* verufen zu werden. Dennoch wagte es JEAN PAUL in jener «Kriegs-Erklärung gegen den Krieg», Teil des wunderbaren, wunderlichen Buches, dessen Veröffentlichung so viel Mühe kostete; 137 Jahre vor der Explosion der ersten Atombombe: «Und wer bürgt unter den unermesslichen Entwicklungen der Chemie und Physik dagegen, dass nicht endlich eine Mordmaschine erfunden werde, welche wie eine Mine mit Einem Schusse eine Schlacht liefert und schliesst; so dass der Feind nur den zweiten thut, und so gegen Abend der Feldzug abgethan ist?»⁴.

Aber ich will in diesem Versuch mit einem Stillen im Lande beginnen, mit FRIEDRICH MIESCHER, der vor hundert Jahren, im Jahre 1869, so zwischen Tübingen und Basel, die Nukleinsäuren entdeckte. Als dies geschah, hat, wie nicht anders zu erwarten, kein Hahn danach gekräht. Die riesigen Publizitätsmaschinen, die heute auch den kleinsten Zug auf dem Schachbrett der Natur mit enormen Fanfaren begleiten, waren noch nicht in Position. Fünfundsiebzig Jahre mussten vergehen, bevor die Bedeutung der Miescherschen Entdeckung gewürdigt werden konnte. Es bedurfte dazu eines andern stillen Mannes. Ich werde ihn bald erwähnen.

II

Ich möchte diese kurzen Betrachtungen unter den Schutz zweier Aussprüche stellen. Der erste stammt von einem uralten griechischen Dichter, dem die Erfindung

der Iamben zugeschrieben wird: Archilochos aus Paros, welcher sagte (warum weiss niemand): «Viele Dinge weiss der Fuchs, aber der Igel *ein* grosses Ding»⁵. Der zweite Ausspruch aber stammt von KIERKEGAARD, der 1849 folgendes in seinem Tagebuch notierte: «Ein einzelner Mensch kann einer Zeit nicht helfen, er kann nur ausdrücken, dass sie untergeht»⁶.

Die ersten Worte beziehe ich auf MIESCHER und die zweiten auf unsere Zeit. Es ist jetzt gerade hundert Jahre her, dass FRIEDRICH MIESCHER im Jahre 1869 die Nukleinsäuren entdeckte. Zuerst aus Lymphozytenkernen, und später aus den Spermatozoen des Rheinlachs, isolierte er, was wir jetzt als DNA bezeichnen: die Desoxyribonukleinsäure. MIESCHER selbst — und dies geht aus seinen Briefen und dem Ton seiner gedrängten Arbeiten klar hervor — war sich der Wichtigkeit seiner Beobachtungen wohl bewusst⁷. Sie machten jedoch wenig Eindruck auf ihre Zeit; und wie gering der Widerhall war, kann man vielleicht daraus erkennen, dass sogar heute die gegenwärtig beste Geschichte der Naturwissenschaften in

¹ Dieser Aufsatz ist aus einem Vortrag hervorgegangen, den ich am 30. Mai 1969 in der Aula der Universität Basel anlässlich der Vierteljahrhundertfeier der Zeitschrift EXPERIENTIA hielt. Seine Abfassung wurde durch eine Zuwendung seitens des 'Scottish Rite Committee on Research in Schizophrenia' erleichtert.

² Biologische Hypothesen werden im allgemeinen von der Öffentlichkeit viel bereitwilliger und schneller aufgenommen als chemische oder physikalische Erkenntnisse. So enthält der Index zu Schlechtas Ausgabe der Schriften NIETZSCHES 33 Hinweise auf DARWIN, je eine Erwähnung von ROBERT MAYER und VIRCHOW und keine von HELMHOLTZ, CLAUSIUS oder LIEBIG. In seiner enormen Aufnahmebereitschaft ist unter den deutschen Denkern NOVALIS die grosse Ausnahme.

³ THOMAS LOVE PEACOCK, *Gryll Grange*, chapter 19.

⁴ JEAN PAUL, *Dämmerungen für Deutschland*, in *Sämtliche Werke* (Reimer, Berlin 1862), Bd. 25, S. 91. — Eine nicht unähnliche Stelle findet sich sogar schon bei MONTESQUIEU, im 105. Brief der *Lettres persanes*.

⁵ E. DIEHL, *Anthologia lyrica Graeca* (Teubner, Leipzig 1949–1952), No. 103.

⁶ SÖREN KIERKEGAARD, *Die Tagebücher*. Ausgewählt und übersetzt von Theodor Haecker (Brenner-Verlag, Innsbruck 1923), 2. Bd., S. 33.

⁷ FRIEDRICH MIESCHER, *Die histochemischen und physiologischen Arbeiten*, gesammelt und herausgegeben von seinen Freunden. 2 Bde. (F. C. W. Vogel, Leipzig 1897). Besonders lesenswert sind die im ersten Band enthaltenen Briefe und auch die Einleitung von WILHELM HIS.