

METHODE UND APPARATUR ZUR TITRIMETRISCHEN MESSUNG DES SAUERSTOFFVERBRAUCHES VON WASSERORGANISMEN BEI VERSCHIEDENEN TEMPERATUREN

ELEK WOYNÁROVICH

Eingegangen am 15. März 1959.

Schon seit längst ist es allgemein bekannt, dass sich die Intensität der komplizierten Lebensvorgänge der poikilothermen Organismen im Zusammenhang mit dem Temperaturwechsel auch selbst bedeutend ändert. Laut den Bandbüchern ändert sich die Intensität der Lebensvorgänge nach der wohlbekannten van't Hoff'schen R. G. T.-Regel, gleich, als ob dies auch ein chemischer Vorgang wäre.

Bezüglich einer, vom Standpunkte der Organismen als extrem zu bezeichnenden Temperatur wurde jedoch die Ungültigkeit dieser R. G. T. Regel vielfach festgestellt, und die Geschwindigkeit dieser Vorgänge kann auch bei normaler Temperatur der Organismen sich mit 10° C Erhöhung verdoppeln, beziehungsweise vervierfachen (PRECHT u. a. 1955).

Aus dem Vorhergesagten erhellt sich, dass, wenn die Geschwindigkeit des Lebensvorganges irgendeines Organismus zu einem bestimmten Temperaturgrad bekannt ist, auf Grund der R. G. T.-Regel daraus diesen Wert auch für andere Temperaturgrade, selbst mit grober Annäherung, nicht anzugeben vermag. Und doch ist die Kenntnis dieses Wertes nicht nur vom theoretischen, biologischen Standpunkte aus notwendig, sondern in vielen Fällen auch bei der praktischen biologischen Forschung erwünscht. Besonders für den produktionsbiologischen Forscher ist diese Frage von grossem Interesse, da ja doch das Tempo jeder, vom produktionsbiologischen Standpunkt aus wichtigen Tätigkeit der Organismen eben von der Geschwindigkeit der Lebensvorgänge abhängt.

Leider gibt es keine Methode, mit welcher wir die Geschwindigkeit der, aus komplizierten Vorgängen zusammengesetzten gesamten Lebenstätigkeit messen könnten. Um zu einem Ergebnis zu gelangen müssen wir aus den, mit der Geschwindigkeit der Lebenstätigkeit vermutlich parallel laufenden Vorgängen jene als Indikatoren auswählen, deren Geschwindigkeit und Grösse wir zu messen imstande sind. Auf diese Weise wurde zum Beispiel bei den Protozoen die Entleerungszeit der pulsierenden Vakuolen, und die zuckenden Bewegungen, bei den mehrzelligen Organismen deren Bewegungsrythmus, z. B. der Rythmus der Fussbewegungen, des Herzschlages usw. ausgewählt. Ein vorzüglicher Indikator der Intensität der Lebenstätigkeit könnte der, auf die Zeiteinheit bezogene Sauerstoffverbrauch des betreffenden Organismus sein.

Die Messung des Sauerstoffverbrauches der Organismen mittels des WARBURG-Apparates ist allgemein bekannt. Wenn wir jedoch die überaus reiche Fachliteratur des Sauerstoffverbrauches durchgehen, so können wir

feststellen, dass sich die Daten nur auf einen oder höchstens auf einige Temperaturgrade beziehen, und wir finden kaum solche Organismen betreffenden Daten, deren Sauerstoffverbrauch von 0—30° C ermittelt worden wäre. Dies erklärt sich aus der Umständlichkeit der Messungen mittels des WARBURG-Apparates, bzw. aus der geringen Anzahl dieser Apparate, sowie aus dem Mangel an Klimakammern mit Konstanter Temperatur.

Der Sauerstoffverbrauch von Wasser-Organismen sowie deren Entwicklungsstadien wurde mehrfach mit anderen Methoden ermittelt. Am bekanntesten ist die Methode der Durchströmungs-Gefässe bei denen der Sauerstoffverbrauch aus der Differenz des Sauerstoffgehaltes des ein- und ausströmenden Wassers gemessen wurde. Doch halte ich diese Methode für etwas zu grob; sie kann auch nur in gewissen Fällen angewendet werden.

Seit fast vier Jahren befasse ich mich mit der Bearbeitung der obigen Methode, um den Sauerstoffverbrauch der Wasserorganismen und der einzelnen Entwicklungsstadien derselben näher und eingehender kennenzulernen. Nach vielen vergeblichen Versuchen gelang es mir im vergangenen Jahre die Lösung zu finden, und ich kann heute nicht nur die Methode vorführen, sondern kann auch von einigen wertvollen Ergebnissen berichten.

Um den Sauerstoffverbrauch von Wasser-Organismen bei verschiedenen Temperaturgraden messen zu können, müssen der Reihe nach folgende Einzelschritte vorgenommen werden:

1. Beibehaltung des zu untersuchenden Temperaturgrades (Adaptation);
2. Auswahl, Auszählung;
3. Auffüllung der Gefässe mit Wasser vom gewünschten Temperaturgrad und demselben Sauerstoffgehalt;
4. Blasenfreie Schliessung der Versuchsfässe und Einstellen derselben in einen auf die eingestellte Temperatur erwärmten Wassergefüllten Thermostaten;
5. Öfteres Wenden der Gefässe während der Versuchsdauer und Einhaltung des gewünschten Temperaturgrades;
6. Abtrennung der Versuchstiere am Ende der Versuchszeit vom Wasser dessen Sauerstoffgehalt bestimmt wird;
7. Chemische Bindung des Sauerstoffes im zurückbleibenden Wasser und jodometrische Bestimmung mittels $n/200$ Natriumthiosulfats nach der abgeänderten Methode WINKLER—MAUCHA;
8. Berechnungen.

Bevor wir auf die Besprechung der einzelnen Punkte übergehen, möchte ich die Versuchsfässe beschreiben. Diese Gefässe sind numerierte, an beiden Enden mit einem feinen, geschliffenen Stöpsel verschlossenen Röhren von ca 22—23 ml Rauminhalt (Fig. 1.). Auf das dickere Ende kann ein, aus PVC hergestelltes und stets auf ebendieselbe Weise wieder anheftbares, am Ende verschlossenes Zusatzgefässchen befestigt werden. Damit die Wiederanheftung dieses Zusatzstückes zwecks ständig gleicher Kalibration immer auf dieselbe Weise erfolgen kann, liess ich an den Hals der Röhren Stoss-Stiftchen anbringen und am PVC-Rohr auch einen Stossring befestigen. Das PVC-Zusatzgefässchen muss sich vollkommen an die geschliffene Röhre anschliessen.

Die zusammengehörigen Röhren, Stöpsel und Zusatzgefässchen tragen naturgemäss die gleiche Nummer. Uns stehen auch mit aus Glas gefertigten Zusatzgefässchen versehene Versuchsröhrchen zur Verfügung. Bei diesen

wird der vollkommene Anschluss durch Zusammenschleifen und weiche Gummiringe gewährleistet. Diese Gefässe müssen aus besonderem Glas, mit sorgfältiger Kühlung hergestellt werden, weil sonst das spröde Glas muschelförmig abbröckelt und abspringt. Vorläufig lässt sich das PVC-Zusatz-

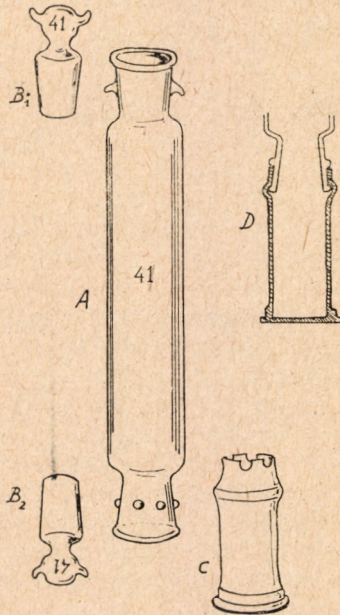


Fig. 1. Das Versuchsgefäss. A = die an beiden Enden geschliffene Glasröhre, mit 4 Ansatzstiften am unteren Ende, B₁, B₂ = eingepasste geschliffene Glasstöpsel, C = PVC-Ansatzstück, D = Anfügung des Ansatzstückes.

1. ábra. A kísérleti edény. A = mindkét végén csiszolt üvegdugós cső 4 bütyökkel az alsó végén, B₁, B₂ = becsiszolt üvegdugók, C = PVC-toldalék, D = a toldalék csatlakozása.

gefässchen besser handhaben, und die Bestimmung des Sauerstoffgehaltes ist zweckentsprechend genau.

An den eigenschliffenen Stöpseln sowie an beiden der Röhren sind kleine Glasstiftchen angebracht; beim Schliessen der Röhren werden die Stöpsel, mit ihrer Hilfe festgemacht, damit sie während des Gebrauches nicht herausfallen.

Mit den genau angepassten Zusatzgefässchen habe ich die Röhren genau kalibriert. Deren Rauminhalt betrug etwa 29—31 ml.

Wir wollen nunmehr auf die einzelnen Arbeitsphasen und Schritte übergehen:

1. Beibehaltung des zu untersuchenden Temperaturgrades (Adaptation).

Nach den bisherigen Feststellungen benötigen Eier und Larven keinerlei Adaptation, da deren Lebensfunktion sich mit dem Temperaturwechsel sehr rasch ändert. Zu einer Adaptation genügt also aller Wahrscheinlichkeit nach

ein Durchwaschen von 5—7 Minuten, unmittelbar vor Beginn des Versuches. Bei ausgewachsenen Exemplaren ist eine, mit der Versuchstemperatur annähernd gleichen Temperatur durchgeführte Adaptation unerlässlich, welche gemäss der Fachliteratur mindestens 2 Stunden dauern soll. Diese Methode gewährt weite Möglichkeiten zum Studium der Wirkung der Adaptationszeit. In Verbindung mit der Adaptation darf man nicht unterlassen, die Versuchstiere in den betreffenden, übereinstimmenden biologischen Zustand zu bringen (Aushungerung, Sättigung, usw.).

2. Auswahl, Auszählung.

Die Auswahl der zum Versuch verwendeten Tiere und Eier muss sehr sorgfältig durchgeführt werden. Die verletzten und unregelmässig entwickelten Eier und Larven müssen ausgeschieden werden. Es müssen gleichmässig entwickelte, in demselben Entwicklungsstadium befindliche, beziehungsweise gleichem Geschlecht angehörige Tiere ausgewählt werden. Zur Bestimmung der Anzahl der Versuchstiere und der Rogenmenge sind Vorversuche durchzuführen. So werden z. B. vom Rogen der Maräne 50 Eier, von Hechtlarven und -eiern je 30 Stück, vom Zander je 100 Stück, vom Wels 10—30 Stück in je ein Gefäss gezählt. Von den verschiedenen Arten des *Gammarus* genügt es, je 5 Stück zu einem Versuch zu verwenden. Bei der Bestimmung der Anzahl der Versuchstiere ist der Umstand maassgebend, dass diese bei optimaler Temperatur (10—20° C) während der Versuchsdauer von 1—2 Stunden nicht mehr als 25—50% des Sauerstoffgehaltes des Versuchsgefässes verbrauchen dürfen. Mittels weiterer Vorversuche ist festzustellen, ob in einem Wasser mit vermindertem Sauerstoffgehalt sich der Sauerstoffverbrauch ebenfalls vermindere oder nicht. Gelegentlich der Auswahl ist auch darauf zu achten, dass zugleich mit den Versuchstieren nicht etwa fremdes, zersetzbares und Sauerstoff verbrauchendes Material in die Versuchsgefässe kommt.

3. Auffüllung der Gefässe mit Wasser von gewünschtem Temperaturgrad und demselben Sauerstoffgehalt.

Wenn die Versuchstiere in die Versuchsgefässe gebracht sind, kann mit dem Auffüllen der Gefässe begonnen werden. Kurz vor Beginn des Versuches lässt man sich Wasser vom gewünschten Temperaturgrad und Sauerstoffgehalt vorbereiten. Das Auffüllungswasser fliesst durch einen fünfteiligen Verteiler in annähernd gleicher Menge in 5 Versuchsgefässe, von denen zwei als Kontrolle* fungieren, während in den übrigen dreien Versuchstiere sind. Das einströmende Wasser haben wir mittels einer langen Röhre auf den Gefässboden eingelassen; hiedurch wurden die dort befindlichen Eier und Versuchstiere gleichmässig abgewaschen und auf die gewünschte Temperatur gebracht. Bei beweglichen Organismen musste auch bedacht werden, dass die Versuchstiere nicht etwa aus den Versuchsgefässen herausschwimmen, was durch, auf die Gefässe gelegtes dünnes Gitterwerk verhindert wurde. Das Durchwaschen dauerte ungefähr 5—7 Minuten. Während dieser Zeit erneuerte sich das Wasser in den Versuchsgefässen 5—8 mal. Da das zur Auffüllung verwendete Wasser durch den fünffachen Verteiler blasenfrei in die Versuchsgefässe gelangte, kann füglich angenommen werden, dass der Sauerstoffgehalt sowohl in den

* Blindprobe

Versuchsgefäßen, als auch in den Kontrollgefäßen bei Versuchsbeginn der gleiche war. Dies wurde auch durch die Bestimmungen bestätigt.

4. *Blasenfreie Schliessung der Versuchsgefäße und Einstellen derselben in einen, auf die gewünschte Temperatur eingestellten Thermostaten.*

Bei der Auffüllung haben wir die Gefäße einigemal umgewendet, damit eventuelle Luftblasen aus ihnen entfernt werden. Der Zeitpunkt der Beendigung der Auffüllung wurde notiert, weil dies zugleich den Beginn des Versuches anzeigt. Die Gefäße wurden unverweilt geschlossen, wobei darauf geachtet wurde, dass auch nicht die geringsten Luftblasen darin verbleiben. Hierauf wurden sie mittels Gummibändern gesichert und auf der Drehscheibe des bereits eingestellten Thermostaten befestigt.

Beschreibung des Thermostaten.

Die Thermostaten sind mit einem Deckel versehene, doppelwandige, aus verzinnem Blech hergestellte Gefäße, welche durch zwischen den Doppelwänden befindliche Glaswolle isoliert sind. Die Tiefe des Wasserraumes der Gefäße beträgt 25 cm, die Breite 20 cm und die Länge 15 cm. In der Mitte des Gefäßes befindet sich eine, auf eine drehbare Achse befestigte Scheibe, an welcher die Versuchsgefäße festgemacht werden können. Diese Drehscheibe rührt gleichzeitig auch das im Thermostaten befindliche Wasser um. Während die Versuchsgefäße gedreht werden, vermengt sich auch das in ihnen befindliche Wasser, und somit ist die Gleichmässigkeit des Sauerstoffverbrauches gesichert. Die sechs nebeneinander befindlichen Thermostaten sind durch ihre Achsen miteinander verbunden und können demnach zugleich gewendet werden.

Die Temperatur der Thermostaten wird durch Umrühren entsprechend temperierten Wassers noch vor Beginn des Versuches eingestellt. Während des Versuches haben wir die gewünschte Temperatur, — in allerdings recht primitiver Weise, — durch Zugabe von warmem Wasser beziehungsweise von Eis beibehalten. Die Temperatur der Thermostaten kann also nach Wunsch eingestellt werden. In die Thermostaten sind Thermometer eingebaut, an welchen die innere Temperatur auf Zehntelgrade abgelesen und reguliert werden kann. Der Inhalt der Versuchsgefäße kühlt sich innerhalb 6—7 Minuten von 25° C auf 0,5° C ab. Aller Wahrscheinlichkeit nach wird der 1—2° C betragende Unterschied, welcher bei Beginn zwischen der Temperatur des Thermostatenwassers und dem der Versuchsgefäße besteht, in einigen Minuten ausgeglichen.

5. *Wenden der Gefäße während der Versuchsdauer und Erhalten derselben am gewünschten Temperaturgrad.*

Damit der Sauerstoffverbrauch in den einzelnen Versuchsgefäßen gleichmässig erfolge, haben wir die Gefäße im Thermostaten (mehrfach) gewendet. Dies ist besonders bei unbeweglichen Eiern und bei Fischlarven wichtig. Im Falle von beweglichen Organismen ist das Wenden nicht notwendig, diese bewegen das Wasser in den Gefäßen von selbst. Das Hin- und Herwenden ist in allen 6 Thermostaten gleichzeitig und gleichstark. Die Temperatur der Thermostaten weicht von jener des Laboratoriums bedeutend ab und

kann sich innerhalb der Versuchszeit auch wesentlich ändern; man muss sie daher mit Hinzugabe von Eis bzw. warmem Wasser alle 5—10 Minuten wieder einstellen. Bei aller Primitivität dieses Verfahrens genügt es jedoch, die innere Temperatur der Versuchsgefäße während der Versuchsdauer von 2 Stunden auf demselben Niveau zu erhalten.

6. *Entfernen der Versuchstiere am Ende der Versuchszeit vom Wasserraum, dessen Sauerstoffgehalt bestimmt wird.*

Nach Beendigung der Versuchszeit wird der Inhalt der Versuchsröhren und der PVC-Vorsätze durch Schwenker zusammengemischt. Hierauf folgt der schwierigste Teil des Versuches, das Entfernen der Versuchstiere vom Wasserraum. Unbewegliche Eier sowie die weniger beweglichen Fischlarven können leicht in das PVC-Zusatzgefäß gebracht werden, welches sodann mit einer dezidierten, brechenden Handbewegung blasenfrei von der doppelt geschliffenen Röhre abgezogen werden kann. Schon schwieriger gestaltet sich das Eintreiben der beweglichen Organismen in die Zusatzröhre. In diesen Fällen machen wir uns entweder den Fototropismus zu Nutze (Gammarus) oder aber den Umstand, dass diese bei niedrigerer Temperatur weniger beweglich sind (z. B. Zander- und Wels-Larven). Am Ende des Versuches wurden die Gefäße in eiskaltes Wasser gebracht und nach ungefähr 5 Minuten waren die Tiere leicht abzulösen. Die Ablösung selbst erfordert grosse Geschicklichkeit und Übung. Wenn auch nur ein einziges Tier oder eine einzige Larve oder Ei zurückbleibt, kann der Versuch als misslungen betrachtet werden. Dies haben auch die bisherigen Erfahrungen vollkommen bestätigt. Wenn das Zusatzgefäß nicht genügend rasch oder dezidiert von der Glasröhre abgetrennt wird, kann sich leicht eine Luftblase in das Gefäß einschleichen; wenn dies auch das Ergebnis nicht wesentlich beeinträchtigt, so soll es dennoch möglichst vermieden werden und soll, wenn es vorgekommen ist, notiert werden. Wir haben stets die aus Glas bestehenden Zusatzgefässchen in horizontaler Lage abgetrennt, da hierbei weniger leicht Luftblasen hineinkommen können. Auf die gleiche Weise sollen auch am Ende des Versuches die Zusatzgefässchen der Kontrollröhre abgetrennt werden.

7. *Bestimmung des Sauerstoffgehaltes des zurückbleibenden Wassers.*

Am offenen Ende der von den Tierchen abgetrennten Röhre geben wir Manganochlorid-Kristalle und Natrium-Hydroxyd Pastillen hinzu; die Röhren werden blasenfrei abgeschlossen und der Sauerstoffgehalt vermittlels der Winkler-Mauchs Methode bestimmt. Zur Untersuchung der 10—20 ml Wassermenge bzw. zur Bestimmung ihres Sauerstoffgehaltes haben wir eine 3 cm³ Mikrobürette und n/200 Na₂S₂O₃ verwendet.

8. *Berechnungen.*

Aus der Menge des auf Proben der Kontrollgefäße reduzierten Thiosulfates kann berechnet werden, wieviel Sauerstoff bei Beginn des Versuches in jedem Gefäß vorhanden war.

Aus der Menge des auf die Proben aus den Versuchsgefäßen reduzierten Thiosulfates wiederum lässt sich am Ende des Versuches der Sauerstoffgehalt der Gefäße errechnen. Vom Volumen des Versuchsgefäßes zieht man das

Volumen des Versuchstieres ab. Die Differenz zwischen diesen beiden Werten ergibt die Menge des, während des Versuches von den Tieren verbrauchten Sauerstoffes welche sodann pro Tier und pro Minute umgerechnet werden kann.

Versuchsfehler.

Obgleich die bisher bestimmten Daten bei einer graphischen Darstellung eine recht wohl auszuwertende Kurve ergeben, können wir doch diese Methode in ihrer jetzigen Form nicht als ganz frei von Versuchsfehlern bezeichnen. Die Verschiedenheit der Daten ergibt sich aus der Verschiedenheit der Reaktion bei ausserordentlichen Verhältnissen z. B. bei zu hoher oder zu niedriger Temperatur. Sie kann jedoch auch durch die kaum festzustellenden, jedoch eventuell vorhandenen Verschiedenheiten in der Entwicklung und Zustand der Versuchstiere verursacht werden. Auch sonstige, während des Versuches und der Bestimmung selbst unterlaufenen geringeren Fehler können Ungenauigkeiten verursachen. Diese können bei weiterer Übung und Verfeinerung der Methode vermieden werden. Zur Errechnung des absoluten Sauerstoffverbrauches muss man auch noch den gesamten Rauminhalt der Versuchstiere kennen, um welchen der Inhalt der Versuchsgefässe korrigiert werden muss.

Einige Ergebnisse.

Die bisherigen Bestimmungen ergeben, graphisch dargestellt, genügend ausgeglichene Kurven. Die Ungleichheit der Angaben wurde zumeist durch die auf aussergewöhnliche Verhältnisse erfolgte verschiedene Reaktion hervorgerufen, so z. B. durch verschiedenes Verhalten bei zu hoher oder zu niedriger Temperatur.

Zur Kontrolle der Methode wurden Versuche dahingehend vorgenommen, ob der Sauerstoffgehalt der Kontrollgefässe sich während der Versuchsdauer nicht etwa änderte, weiters, ob das durch die 4- bzw. 5-fachen Verteiler in die Gefässe strömende Wasser tatsächlich denselben Sauerstoffgehalt aufweist. Die wiederholt angestellten Versuche zeigten, dass in dieser Beziehung die Methode nichts zu wünschen übrig lässt.

LUKACSOVICS (1958) bestimmte mittels der WARBURG-Methode den Sauerstoffverbrauch des *Carinogammarus roeseli* bei 5—10—15—20—25° C. Wir haben dasselbe mittels unserer oben beschriebenen Methode vorgenommen. Die Ergebnisse der beiden Untersuchungen sind aus der Tabelle 1. zu entnehmen.

Die — übrigens unwesentlichen — Unterschiede zwischen den Resultaten können sich daraus ergeben, dass wir vorerst die Geschlechter nicht von einander getrennt haben und können andererseits auch darauf zurückzuführen sein, dass sich bei der Ausgleichung des biologischen Zustandes der Versuchstierchen gewisse Verschiedenheiten ergeben haben. Die Ergebnisse laufen übrigens, — abgesehen von den Punkten 5 und 25° C, — beinahe ganz parallel miteinander.

Wir sind der Meinung, dass unsere Methode noch viele, nicht ausgewertete Möglichkeiten in sich birgt, welche sich bei längerer Anwendung derselben erweisen werden. Auf jeden Fall kann die oben beschriebene Methode zur Klärung von wichtigen Fragen der produktionsbiologischen Forschung recht

Tabelle 1.

Sauerstoffverbrauch des *Carinogammarus roeseli* nach der Warburgschen, sowie nach unserer oben beschriebenen Methode gemessen (1 g Trockengewicht/1 Stunde in μ Litern)

°C	Lukacsovics's Angaben		Unsere Angaben	
	untersuchte Individuenzahl	O ₂ -Verbrauch μ l	untersuchte Individuenzahl	O ₂ -Verbrauch μ l
0,5	—	—	27	378
5	30	760	36	644
10	30	860	27	979
15	25	1320	27	1442
20	135	1404	27	1468
25	30	1865	30	2195
30	—	—	24	2064

Tabelle 2.

Detailergebnisse des O₂-Verbrauches des *Carinogammarus roeseli* (1 g Trockengewicht/1 Stunde in μ Litern)

°C	0,5	5	10	15	20	25	30
I.	268,3	478,6	966,6	1582,6	1447,9	2303,5	—
	191,0	748,3	858,7	1401,0	1399,2	2311,7	—
	280,6	434,7	—	—	1492,0	—	—
II.	276,2	719,1	1133,4	1215,2	1506,0	2185,0	2033,3
	420,8	720,8	876,6	1625,6	1399,2	2190,0	2023,7
	421,4	686,5	1110,0	—	—	—	1958,0
III.	455,3	603,8	—	1634,4	—	2141,6	2113,8
	473,4	781,5	—	—	—	—	2133,5
	—	529,8	—	—	—	—	2129,0
IV.	455,3	723,3	952,2	1432,0	1622,2	2025,0	2162,7
	559,3	658,5	1156,0	1431,0	1284,5	2210,2	1983,6
	354,4	650,0	1779,2	1210,2	1596,0	—	—
Durchschnitt	377,8	644,5	979,1	1441,5	1468,3	2195,0	2064,0

ernstlich beitragen, wie z. B. zur Lösung der Frage, in welchem Maasse sich die Lebensfunktionen eines Tieres mit der Aenderung der Umwelttemperatur ändern, usw.

Zusammenfassung.

Die beschriebene Methode ist geeignet, den Sauerstoffverbrauch von Wasserorganismen von höchstens 1,5—2 ml Grösse (Würmer, Schnecken, Krebse, Insektenlarven, Jungfische, Fischlarven, Laich usw.) bei Temperaturen zwischen 0—30° C messen zu können. Die Messungen können zu den

verschiedenen Temperaturgraden parallel mit den, den entsprechenden Temperaturgraden angepassten Organismen durchgeführt werden. Auf Grund der Ergebnisse lässt sich eine graphische Kurve konstruieren, welche anzeigt, in welchem Masse sich der Stoffwechsel des betreffenden Organismus mit dem Wechsel der Temperatur ändert.

LITERATUR

- GRAINGER, J. N. R. (1956): Effects of changes of temperature on the respiration of certain Crustacea. — *Nature* **178**, 930.
- LUKACSOVICS, F. (1958): Vergleichende Untersuchungen über den Sauerstoffverbrauch von Amphipoden aus stehenden und fließenden Gewässern. — *Annal. Biol. Inst. (Tihany)* **24**, 57—67.
- MAUCHA, R. (1947): Hydrochemische Halbmikro-Feldmethoden. — *Arch. f. Hydrob.* **41**, 353—391.
- PRECHT, H., CHRISTOPHERSEN, I., HENSEL, H. (1955): Temperatur und Leben. I. Teil Wechselwarme Tiere u. Pflanzen. — *Springer Vlg. Berlin—Göttingen—Heidelberg*. 1—177.

MÓDSZER ÉS ESZKÖZ VÍZI SZERVEZETEK OXIGÉNFOGYASZTÁSÁNAK MÉRÉSÉRE KÜLÖNBÖZŐ HŐMÉRSÉKLETEKEN

Woynárovich Elek

Összefoglalás

A szerző eszközt és módszert ismertet a 1,5—2 ml-es vízi szervezetek és fejlődési állapotaik oxigénfogyasztásának pontos mérésére különböző hőmérsékleten. Az eljárás lényege az, hogy PVC záróvéggel ellátott, kalibrált csövekbe meghatározott oxigéntartalmú vízbe helyezi a kísérleti állatokat, a kísérlet végén az állatokat elválasztja a víztértől és a visszamaradó víz és a kontroll edények Winkler—Maucha-módszerrel meghatározott oxigéntartalmából kiszámítja az elfogyasztott oxigén mennyiségét. A kísérleti idő alatt az edényt tetszőleges, de állandó hőmérsékleten tartja.

МЕТОД И ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ТИТРИМЕТРИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА КИСЛОРОДА ВОДЯНЫХ ОРГАНИЗМОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Э. Войнарович

Резюме

Изложенный метод пригоден к измерению расхода кислорода водяных организмов (червей, брюхоногих), раков, личинок насекомых, молоды рыб, рыбных личинок, икры т. п., при температурах с 0 до 30° Ц. При различных температурах измерения производятся почти параллельно с приспособленными к соответствующей температуре организмами. На основе полученных результатов можно составить кривую, показывающую, что обмен веществ организма изменяется в зависимости от температуры.