

Volumetrische Messung der Atmung kleiner Tiere



Die Studenten lernen, dass eine Erhöhung der Temperatur im Normalfall auch eine Erhöhung des Sauerstoffverbrauchs der Wirbellosen bedeutet.

Biologie

Tierphysiologie / Zoologie

Allgemeine Tierphysiologie



Schwierigkeitsgrad

schwer



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

20 Minuten



Durchführungszeit

45+ Minuten

PHYWE
excellence in science

Allgemeine Informationen

Anwendung

PHYWE
excellence in science

Versuchsaufbau

In diesem Versuch wird eine volumetrische Messung des Sauerstoffverbrauchs von wirbellosen Tieren, welche in einem temperaturkontrollierten Spirometer eingeschlossen sind, vorgenommen.

Die Messung des ausgeatmeten Kohlendioxids erfolgt mit Hilfe konzentrierter Kalilauge.

Sonstige Informationen (1/3)

PHYWE
excellence in science

Vorwissen



Voraussetzung ist die Kenntnis des Themas Atmung und ein Verständnis für Entzug des CO₂-Gases durch Kalilauge aus der Messkammer des Respirometers.

Prinzip



Es werden Atmungsprozesse (Sauerstoffverbrauch, Kohlendioxidausstoß) in einem abgeschlossenen Behälter gemessen.

Sonstige Informationen (2/3)

PHYWE
excellence in science

Lernziel



Die Studenten lernen, dass eine Erhöhung der Temperatur im Normalfall auch eine Erhöhung des Sauerstoffverbrauchs der Wirbellosen bedeutet.

Aufgaben



Die Studenten untersuchen den Sauerstoffverbrauch von Insekten im Verhältnis zu Außentemperatur und Körpergewicht.

Sonstige Informationen (3/3)

PHYWE
excellence in science

Beobachtungen und Ergebnisse

Zur Bestimmung des Sauerstoffverbrauchs wird der Mittelwert von 12 Volumenmessungen für jede Temperatur und jede Spezies vorgenommen. Die Mittelwerte werden in ml Sauerstoff pro Stunde und g Körpergewicht umgewandelt.

Der Sauerstoffverbrauch pro g Körpergewicht ist bei kleinen Tieren immer höher als bei großen. Der Sauerstoffverbrauch eines Tieres hängt jedoch auch von seinem Bewegungszustand, dem Ernährungszustand, dem Anteil der Muskelmasse an der Gesamtmasse (beim Menschen gibt es hier z.B. Geschlechterunterschiede), dem Alter, den hormonellen Einflüssen, dem Licht und insbesondere von der Temperatur ab.

Im physiologischen Temperaturbereich nimmt der Sauerstoffverbrauch von poikilothermen Organismen bei einer Temperaturerhöhung von 10 °C normalerweise um den Faktor Zwei oder Drei zu ($Q_{10} = 2-3$).

Sicherheitshinweise

PHYWE
excellence in science

- Beachten Sie für die H- und P-Sätze bitte die zugehörigen Sicherheitsdatenblätter.
- Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Theorie

Die Messung von Atmungsprozessen, d.h. die Bestimmung des Sauerstoffverbrauchs oder die Freisetzung von Kohlendioxid, kann manometrisch wie volumetrisch durchgeführt werden.

In der manometrischen Methode werden Druckänderungen bei konstanten Volumina, z.B. durch die Warburg-Technik gemessen. Bei der volumetrischen Methode werden jedoch Volumenänderungen bei konstantem Druck gemessen.

Im Respirometer werden die Atmungsprozesse volumetrisch gemessen. Schwankungen des Luftdrucks werden durch die Kompensationskammer ausgeglichen und Volumenunterschiede werden durch Verwendung von Gefäßen des gleichen Volumens mit ähnlichen Inhalten (Tiere, Glasperlen, Kaliumhydroxid-Lösung) vermieden.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Respirometer, Kompaktgerät	65998-00	1
2	Einhängethermostat Alpha A, bis 100 °C, 230 Volt	08493-93	1
3	Bad für Thermostat, 6 l 08487-02	08487-02	1
4	PHYWE Stativfuß, teilbar, für 2 Stangen, d ≤ 14 mm	02001-00	1
5	Stativstange, Edelstahl, l = 250 mm, d = 10 mm	02031-00	2
6	Doppelmuffe, für Kreuz- oder T-Spannung	02043-00	1
7	Kompaktwaage, OHAUS TA 302, 300 g : 10 mg	49241-93	1
8	Vollpipette, 10 ml	36578-00	1
9	Pipettierball, Flip-Modell, Pipetten bis 100 ml	36592-00	1
10	Pinzette, l = 120 mm, gerade, spitz	64607-00	1
11	Glaskugeln, d = 6 mm, 250 g	36756-25	1
12	Schliffett Molykote, hochvakuumfest, Tube, 50 g	31863-05	1
13	Kaliumhydroxid-Lösung, 30%, 500ml	48209-50	1
14	Schlauch-Verbinder für di = 6-10 mm	47516-01	2



Aufbau und Durchführung

Aufbau und Durchführung (1/4)

- Das U-förmige Manometer des Respirometers (Abb. rechts) wird mit Hilfe einer Injektionsspritze ca. 3 cm hoch mit farbiger Flüssigkeit gefüllt. Die Kanüle sollte tiefer als die Verbindungsbohrung zur Kammer in das U-Rohr eingeführt werden, damit beim Füllen keine Manometerflüssigkeit in die Kammer eindringen kann (eventuell vorher Silikonschlauch vom Schlauchstutzen abziehen).
- Wenn Luftblasen eingefangen werden, so können diese durch vorsichtiges Klopfen auf das Respirometer entfernt werden.



Versuchsaufbau

Aufbau und Durchführung (2/4)

PHYWE
excellence in science

- Die beiden Tröge werden aus den Gefäßen genommen und mit je 10 ml 50%iger Kaliumhydroxid-Lösung gefüllt. Vorsicht: Kaliumhydroxid-Lösung ist stark ätzend; Pipettierball benutzen! Zur Verbesserung der Kohlendioxid-Absorption werden Streifen Filtrierpapier in die Tröge mit Kaliumhydroxid-Lösung gestellt.
- Beim Wiederabsenken der Tröge in die Gefäße bzw. beim anschließenden Hantieren mit dem Respirometer ist darauf zu achten, dass die gelöcherten Abdeckplatten nicht mit Kaliumhydroxid-Lösung benetzt werden: die Versuchstiere werden sich sonst verätzen.
- Durch einen der beiden Gummistopfen wird eine starke Kanüle gestoßen, an die eine graduierte 1 ml Plastikspritze angesteckt wird. Die Spritze wird bis zur 1 ml Markierung aufgezogen. Die beiden Gummistopfen werden mit Hahnfett seitlich leicht gefettet. Die beiden auf den Schlauchstutzen aufgezogenen Silikonschlauchstücke werden mit einem großen Quetschhahn versehen, jedoch noch nicht abgeklemmt.

Aufbau und Durchführung (3/4)

PHYWE
excellence in science

- In eins der beiden Gefäßen - die Messkammer - werden die Untersuchungsobjekte (z.B. 5 abgewogene Mehlwürmer) gegeben, in das andere - das Kompensationsgefäß - ungefähr das gleiche Volumen an Glasperlen (Abb. rechts). Die Messkammer wird mit Hilfe des Gummistopfens mit eingesteckter Spritze gasdicht verschlossen, das Kompensationsgefäß mit dem anderen Gummistopfen. Anschließend wird das Respirometer vorsichtig in ein Wasserbad (Raumtemperatur) gestellt und mit Hilfe von Stativmaterial gegen Umfallen gesichert (Abb. rechts). Erst nach einer Anpassungszeit von 10 Minuten werden die beiden Silikonschläuche mit Hilfe des Quetschhahns gemeinsam und gleichzeitig geschlossen.



Aufbau und Durchführung (4/4)

PHYWE
excellence in science

- Das Respirometer ist jetzt messbereit. In der Messkammer führt der Sauerstoffverbrauch in Verbindung mit der Kohlendioxidabsorption zu zunehmendem Unterdruck. Die Luft im Kompensationsgefäß kann sich ausdehnen und drängt die Manometersäule allmählich in Richtung auf das Messgefäß.
- Alle 5 Minuten wird der Spritzenstempel soweit eingeschoben, bis die Manometermenisken wieder in gleicher Höhe stehen. Der in 5 Minuten jeweils verbrauchte Sauerstoff wird in Milliliter von der Spritzengraduierung abgelesen. Nach einer Stunde werden die Messungen abgebrochen und die Gefäße durch vorsichtiges Öffnen des Quetschhahns gelüftet. Erst danach können die Gummistopfen entfernt und die Tiere aus dem Messgerät entnommen werden.
- Nach einer Ruhepause von mindestens einer Stunde kann der Versuch bei einer 10 °C höheren Badtemperatur an den gleichen 5 Mehlwürmern wiederholt werden. Das Experiment kann auch mit anderen kleinen Tieren wiederholt werden (z. B. Mehlkäfer).

PHYWE
excellence in science

Protokoll

Aufgabe 1

PHYWE
excellence in science

Was wird bei der manometrischen Methode zur Messung von Atmungsprozessen gemessen?

- In der manometrischen Methode werden Volumenänderungen bei konstantem Druck gemessen.
- In der manometrischen Methode werden Druckänderungen bei sich ändernden Volumina, z.B. durch die Warburg-Technik, gemessen.
- In der manometrischen Methode werden Druckänderungen bei konstanten Volumina, z.B. durch die Warburg-Technik, gemessen.

✓ Überprüfen

Aufgabe 2

PHYWE
excellence in science

Was wird bei der volumetrischen Methode zur Messung von Atmungsprozessen gemessen?

- Bei der volumetrischen Methode werden Druckänderungen bei konstantem Volumen gemessen.
- Bei der volumetrischen Methode werden Volumenänderungen bei sich änderndem Druck gemessen.
- Keine der Aussagen ist korrekt.
- Bei der volumetrischen Methode werden Volumenänderungen bei konstantem Druck gemessen.

✓ Überprüfen

Aufgabe 3

Wähle die richtigen Aussagen aus.

- Der Sauerstoffverbrauch pro g Körpergewicht ist bei kleinen Tieren immer höher als bei großen.
- Im physiologischen Temperaturbereich nimmt der Sauerstoffverbrauch von poikilothermen Organismen bei einer Temperaturerhöhung von 10 ° C normalerweise um einen Faktor von zwei oder drei zu.
- Der Sauerstoffverbrauch pro g Körpergewicht ist bei großen Tieren immer höher als bei kleinen.

✓ Überprüfen

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 15: Manometrische Methode	0/1
Folie 16: Volumetrische Methode	0/1
Folie 17: Atmung kleiner Tiere	0/2

Gesamtsumme  0/4

👁️ Lösungen

🔄 Wiederholen