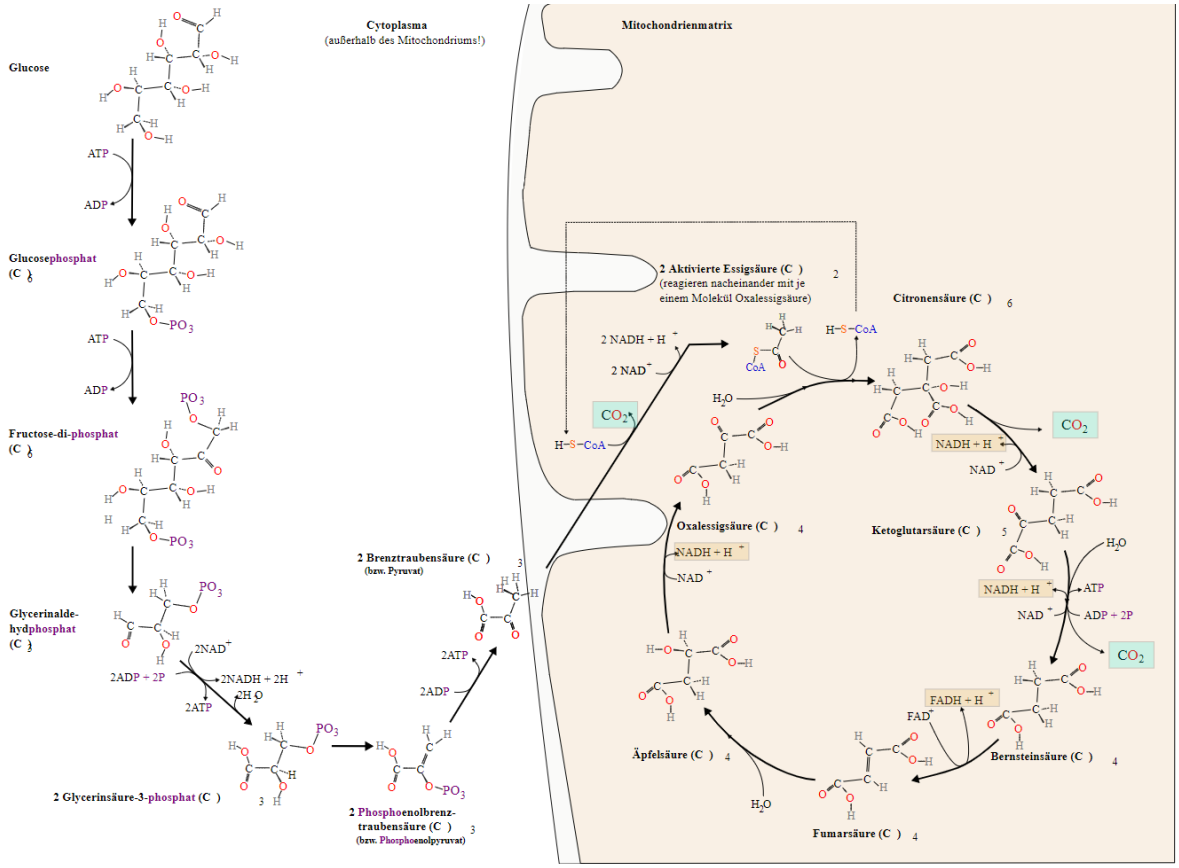
Zelluläre Atmung



Bildquelle: abgeändert nach Wikipedia

Klassenstufe	Thema	Niveau	Vorbereitungszeit
Sek I + Sek II	Zelluläre Atmung	•	•

Aufgabenstellung

Die Schüler lernen, was die Zellatmung mit der Nutzung von gespeicherter Energie zu tun hat und wie CO_2 darin involviert ist.

Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

Einleitung

Welche Bedeutung hat die Zellatmung für Organismen?

Saatgut kann monatelang oder jahrelang nach der Ausbreitung inaktiv bleiben und auf die richtigen Bedingungen zur Förderung der Keimung warten. Aber welche Faktoren beeinflussen die Chancen des Embryos, die Bodenoberfläche zu durchbrechen und sich zu einem Setzling zu entwickeln? Welche Veränderungen finden in den Zellen des keimenden Samens statt und wie werden diese Veränderungen von der Umwelt beeinflusst?

Ein Indikator für die Zellaktivität ist die Zellatmung, ein Prozess, der Zucker in Gegenwart von Sauerstoff zu Energie in Form von ATP abbauen kann.

$$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \longrightarrow 6\ H_2O + 6\ CO_2 + \text{Energie (36 ATP)}$$

Die Zellatmung ist nur ein Beispiel dafür, wie biologische Systeme freie Energie in eine nutzbare Form umwandeln. Energieumwandlungen in lebenden Systemen, oder "Bioenergetik", ist eines der Themen, die Sie bei Ihren Untersuchungen beobachten werden. Trotz der Komplexität bioenergetischer Prozesse gelten die folgenden grundlegenden Konzepte:

- Bioenergetische Prozesse werden durch Enzymaktivität gesteuert
- Da bioenergetische Prozesse durch Enzymaktivität gesteuert werden, ändert sich die Rate dieser Prozesse mit der Veränderung der Umgebungsparameter
- In der Zellatmung erleichtern Enzyme den Prozess des Katabolismus von hochenergetischen organischen Molekülen zu niederenergetischem CO_2 und Wasser
- Durch die Messung der Produkte eines bioenergetischen Prozesses, wie beispielsweise der Zellatmung, kann die Rate dieses bioenergetischen Prozesses bestimmt werden

Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

Wesentliche Fragestellung

Wie wirkt sich die Keimung auf die Zellatmung im Saatgut aus?

Material & Methoden

Für jeden Schüler oder jede Gruppe werden folgende Materialien benötigt:

- SPARKvue
- Smart CO2 Gas-Sensor
- Probenflasche, 250 ml (im Lieferumfang des Sensors enthalten)
- Keimende Pinto-Bohnen (50 Stück)
- Waage, Auflösung: 0,01 g
- Trockene Papierhandtücher

Sicherheit

Beachten Sie neben Ihren gewohnten Sicherheitsvorkehrungen bitte folgende Sicherheitshinweise:

- Tragen Sie immer eine Schutzbrille.
- Behandeln Sie lebende Organismen mit Sorgfalt.

Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

Durchführung der Erstuntersuchung

Führen Sie die folgende Untersuchung durch, bevor Sie Ihr eigenes Experiment konzipieren und durchführen. Notieren Sie alle Beobachtungen, Daten, Erklärungen und Antworten.

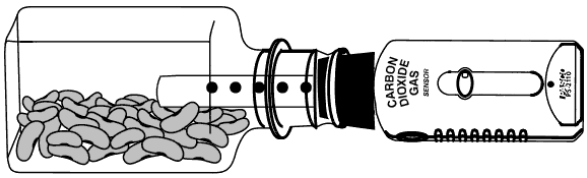
1. Setzen Sie Ihre Schutzbrille auf.

2. Verbinden Sie den CO2 Gas-Sensor mit dem Datenerfassungssystem. Öffnen Sie die Datei Zelluläre Atmung (diese können Sie hier herunterladen).

   Wenn die Konfigurationsdatei Ihnen nicht zur Verfügung steht können Sie alternativ eine Grafik der Sensormessung in ppm gegen Zeit [s] erstellen und alle 15 Sekunden Daten sammeln.

3. Nehmen Sie sich 50 keimende Samen, trocknen Sie diese mit einem Papiertuch und notieren Sie ihre Masse.

4. Legen Sie die Samen mit dem Sensor in die Probenflasche und legen Sie sie wie abgebildet horizontal auf Ihren Tisch.



Versuchsaufbau mit dem Smart CO2 Gas-Sensor

5. Warten Sie 1 Minute und starten Sie dann die Datenerfassung. Nehmen Sie anschließend Daten für 5 Minuten auf.

6. Die Zellen in den keimenden Samen führen die Zellatmung durch, um Adenosintriphosphat (ATP) zu gewinnen.

   a. Identifizieren Sie das Organell, in dem die Zellatmung in eukaryontischen Zellen stattfindet und beschreiben Sie die Struktur dieses Organells.

   b. Fassen Sie zusammen, wie ATP innerhalb dieser Organelle produziert wird und beschreiben Sie die Bedeutung von ATP für die keimenden Samen.

   c. Erklären Sie, warum CO_2 während des Prozesses der Zellatmung entsteht.

Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

7. Vergleichen Sie nach 5 Minuten Ihre Daten für keimende Samen mit den Daten für inaktive (trockene, nicht keimende) Samen in Tabelle 1.

   HINWEIS: Um den Vergleich durchzuführen, müssen Sie die Daten zunächst normalisieren, indem Sie die Atmungsrate pro Gramm ermitteln

Tabelle 1: Daten zu den ruhenden Samen

Bedingung	Samenmenge	Samenmasse [g]	Atmungsrate der Samen [ppm $CO_{2/min}$]	Normalisierte Atmungsrate [(ppm $CO_{2/min}$)/g]
Inaktiv	50	19.01	22.8	
keimend (24 Stunden)				

* Die Daten zur Atmungsrate der inaktiven Samen wurden mit *Phaseolus vulgaris* in einer 250-ml-Probenflasche über 6 Stunden gesammelt. Die Rate wurde aus einer linearen Regression der Daten bestimmt. Angesichts der Schwierigkeit, die niedrige Atmungsrate in inaktiven Samen zu messen, wurde ein Respirometer in Forschungsqualität verwendet.

8. Wie erklären Sie den Unterschied in der Atmungsrate zwischen keimenden und inaktiven Samen.

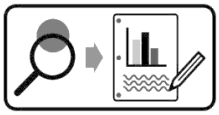
9. Welche anderen Möglichkeiten gibt es, die Daten zu normalisieren, damit Vergleiche zwischen Versuchsgruppen durchgeführt werden können? Was sind die Grenzen und Voraussetzungen der einzelnen Ansätze?

10. Wie würden sich die Ergebnisse für ein ähnliches experimentelles Protokoll Ihrer Meinung nach ändern, nachdem der Samen gekeimt und zu einem Setzling mit mehreren Blättern gereift ist.

Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

Gestaltung und Durchführung eines Experiments

Die Zellatmung ist entscheidend für die Nutzung der gespeicherten Energie für Zellen und Organismen. Es ist ein Prozess, der von einer Reihe von Faktoren beeinflusst werden kann. Identifizieren Sie Faktoren, die die Atmungsrate in Samen verändern oder arbeiten Sie eine ähnliche Frage mit einem anderen Modellorganismus aus.



Gestalten und führen Sie Ihr Experiment entweder gemäß „Durchführung der Erstuntersuchung“ oder dem „Gestaltung und Durchführung eines Experiments“-Arbeitsblatt durch. Füllen Sie dann die Fragen zur Datenanalyse und die abschließenden Fragen aus.

Gestaltung und Durchführung des Experiments: Datenanalyse

1. Gemäß Ihren Beobachtungen und Daten:
   a. Beschreiben Sie, wie die von Ihnen manipulierte unabhängige Variable die Atmungsrate beeinflusst hat. Unterstützen die Daten Ihre Hypothese? Begründen Sie Ihre Behauptung mit Daten aus Ihrem Experiment.

   b. Erklären Sie die Ergebnisse anhand der von Ihnen gesammelten Daten.
2. Gibt es Hinweise in Ihren Daten oder aus Ihren Beobachtungen, dass experimentelle Fehler oder andere unkontrollierte Variablen Ihre Ergebnisse beeinflussen? Falls ja, sind die Daten zuverlässig genug, um Ihre Hypothese zu unterstützen?

3. Bestimmen Sie alle neuen Fragen, die sich aus Ihren Untersuchungen ergeben haben.

Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

Abschließende Fragen

1. Eine Hefekultur wird in einen an einer Vorrichtung befestigten Kolben gegeben, welche Gasblasen nachweist, die durch die Lösung freigesetzt werden. Zwanzig Gramm Glukose werden der Kultur zugegeben; die Temperatur wird schrittweise erhöht und von einem Sensor überwacht. Die Ergebnisse sind nachfolgend dargestellt.

Tabelle 2: Zählen der Gasblasen zur Messung des Temperatureinflusses auf die Hefeatmung

Temperatur °C	5	15	25	35	45	55	65	75
Blasenzählung nach 5 Minuten	0	18	38	61	33	24	3	0

   a. Zeichnen Sie ein Diagramm, das den Einfluss der Temperaturänderung auf die Atmungsrate in Hefezellen zeigt.

   b. Erklären Sie die Ergebnisse anhand Ihrer Kenntnisse über Enzyme und der bereitgestellten Daten.

2. Der Abbau von Zucker zu CO2 und Wasser während der Atmung setzt Energie frei. Ein Großteil dieser Energie wird von den Zellen aufgenommen, um ATP durch oxidative Phosphorylierung zu erzeugen. Etwas Energie geht aber auch als Wärme verloren.

   a. Beschreiben Sie ein Verfahren unter Verwendung der Temperatur zur Messung des Stoffwechsels bei einem Menschen.

   b. Erklären Sie an diesem Beispiel, wie die Gesetze der Thermodynamik auf die Zellatmung zutreffen.

3. Es wurde ein Experiment durchgeführt, um den Einfluss der Temperatur auf die Atmungsrate bei Grillen und Mäusen zu vergleichen. Das Experiment zeigte, dass bei kalten Temperaturen die Atmungsrate bei Grillen abnahm. Bei Mäusen stieg die Atmungsrate jedoch bei kälteren Temperaturen an. Glauben Sie, dass die Ergebnisse des Experiments valid sind? Begründen Sie Ihren Standpunkt.

Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

4. Die freie Energie G ist ein wichtiger Aspekt des Verständnisses, wie Organismen Energie gewinnen, nutzen und transformieren, um ihre komplexen Organisationsebenen aufrechtzuerhalten, zu wachsen und sich zu entwickeln. Tabelle 3 zeigt die Änderung der freien Energie, die mit zwei in Zellen ablaufenden Prozessen einhergehen.

Tabelle 3: Änderung der freien Energie

Reaktion	∆G
ADP + $_{Pi}$ → ATP	7,3 kcal/mol
Glukose → 2 Brenztraubensäure	-32,1 kcal/mol

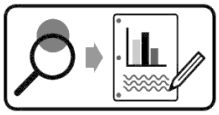
a. Welche Reaktion ist energetisch günstiger? Woran machen Sie das aus?

b. In Zellen werden eine Reihe von Reaktionen "gekoppelt". Welchen Zweck erfüllt das Koppeln der Reaktionen?

Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

„Gestaltung und Durchführung eines Experiments“-Arbeitsblatt

Die Zellatmung ist entscheidend für die Nutzung der gespeicherten Energie für Zellen und Organismen. Es ist ein Prozess, der von einer Reihe von Faktoren beeinflusst werden kann. Identifizieren Sie Faktoren, die die Atmungsrate in Samen verändern oder arbeiten Sie eine ähnliche Frage mit einem anderen Modellorganismus aus.



Gestalten und führen Sie Ihr Experiment anhand der folgenden Anleitung durch.

1. Welche Reaktanden oder Produkte aus der untenstehenden Reaktion können Sie mit den verfügbaren Geräten messen? Erklären Sie, welcher Sensor, welches Verfahren oder welche Ausrüstung verwendet werden kann und welche Variable dadurch gemessen werden soll.

$$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \longrightarrow 6\ H_2O + 6\ CO_2 + \text{Energie (36 ATP)}$$

2. Welche Umweltfaktoren (abiotisch oder biotisch) könnten diesen Prozess beeinflussen, basierend auf Ihrem Wissen über die zelluläre Atmung und biologische Systeme?

3. Erstellen Sie eine Kernfrage: Wählen Sie einen der von Ihnen identifizierten Faktoren, die überprüft werden können und entwickeln Sie eine überprüfbare Frage für Ihr Experiment.

4. Wie begründen Sie Ihre Kernfrage? Warum ist es biologisch bedeutsam, relevant oder interessant?

5. Was wird die unabhängige Variable des Experiments sein? Beschreiben Sie, wie diese Variable in Ihrem Experiment manipuliert wird.

6. Was ist die abhängige Variable des Experiments? Beschreiben Sie, wie die Daten im Experiment gesammelt und verarbeitet werden.

7. Stellen Sie eine überprüfbare Hypothese auf (Wenn...dann...).

8. Welche Bedingungen müssen im Experiment konstant gehalten werden? Quantifizieren Sie diese Werte, wenn möglich.

9. Wie viele Versuche werden für jede Versuchsgruppe durchgeführt? Begründen Sie Ihre Wahl.

Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

10. Was werden Sie vergleichen oder berechnen? Welche Analyse werden Sie durchführen, um Ihre Ergebnisse und Hypothesen zu bewerten?

11. Beschreiben Sie mindestens 3 potenzielle Fehlerquellen, die die Genauigkeit oder Zuverlässigkeit der Daten beeinträchtigen könnten.

12. Verwenden Sie den nachfolgenden Platz, um eine Übersicht über das Experiment zu erstellen. Schreiben Sie die Schritte für die Vorgehensweise auf. (Jemand anderes oder eine andere Gruppe sollte in der Lage sein, den Vorgang zu wiederholen und ähnliche Ergebnisse zu erzielen.)

Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

Thematisch passende Artikel aus unserem Shop auf einen Blick:

Gerät / Material	Bestellnummer
• PASCO Smart CO2 Gas-Sensor	71174001
• Waage, Auflösung: 0,01 g	225021

Bilderverzeichnis:

PASCO

https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Glycolyse.svg (Stand September 2019)

Diese Versuchsanleitung wurde im September 2019 erstellt.

Bitte beachten Sie, dass die Versuchsanleitung lediglich als Orientierung dient. Sie wurde nach bestem Wissen und Gewissen angefertigt. Dennoch können wir keine Haftung für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität übernehmen und bitten Sie, die jeweiligen Aussagen und Quellen vor Verbreitung zu überprüfen.

Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de