

Beeinflussbarkeit der Fotosyntheserate

Stand: 28.08.2017

Jahrgangsstufe	11
Fach/Fächer	Biologie (Ausbildungsrichtung ABU)
Übergreifende Bildungs- und Erziehungsziele	
Zeitraumen	90 Minuten
Benötigtes Material	<p>Pro Gruppe:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 Bechergläser, Glastrichter, Reagenzglas, Pneumatische Wanne • Experimentalleuchte, Thermometer, Stoppuhr, • Leitungswasser Zimmertemperatur, Eiswürfel, NaHCO₃, ca. 45 °C warmes Wasser in einem geeigneten Vorratsgefäß • 3 Stängel <i>Elodea canadensis</i> oder alternativ <i>Elodea densa</i> pro Gruppe

Kompetenzerwartungen

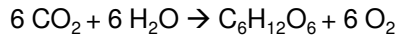
Diese Aufgabe unterstützt den Erwerb folgender Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler ...

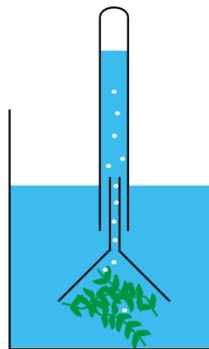
- führen in regelmäßigen Abständen vorgegebene und auch selbstgeplante, grundlegende und umfangreiche Experimente gemäß dem naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg durch, welche sie selbständig und situationsgerecht dokumentieren, auswerten und veranschaulichen. (FOS B11 1)
- setzen fachgemäße Arbeitsmethoden und Techniken bei sicherheitsgerechter Durchführung der Experimente und Beobachtungen ein; sie beurteilen die Validität der erhobenen Daten, lokalisieren Fehlerquellen und optimieren davon ausgehend das Untersuchungsdesign. (FOS B11 1)
- untersuchen systematisch und quantitativ den Einfluss verschiedener Außenfaktoren auf die Fotosyntheseaktivität. Dazu führen sie, ausgehend von Basisinformationen, selbständig Versuche mit Wasserpest (*Elodea canadensis*) durch. (FOS B11 8.3)

Aufgabe

Die Wasserpest (*Elodea canadensis*) ist eine weitverbreitete, schnell wachsende Wasserpflanze. In den Zellen der Blätter findet mit Hilfe der Chloroplasten unter der Einwirkung von Licht die Fotosynthese gemäß folgender Reaktionsgleichung statt:



Anhand eines auf dem Lehrerpult vorgestellten experimentellen Aufbaus lässt sich die Fotosyntheserate bei gegebenen Bedingungen quantitativ durch das Zählen der sich bildenden Gasbläschen ermitteln.



Schematische Darstellung des experimentellen Aufbaus

Arbeitsaufträge

1. Stellen Sie in Ihrer Gruppe jeweils eine Hypothese auf, wie sich die Fotosyntheserate der Wasserpest bei
 - a. unterschiedlicher Beleuchtungsstärke
 - b. unterschiedlichen Kohlenstoffdioxidkonzentrationen und
 - c. unterschiedlichen Temperaturen

ändert.

Stellen Sie Ihre Hypothesen zusammen mit einem entsprechenden Vorschlag für einen an die jeweilige Aufgabe angepassten experimentellen Aufbau vor.

Für Hinweise zur experimentellen Durchführung wählen Sie die Hilfekarte 1.

Für Hinweise zur Erhöhung der Kohlenstoffdioxid-Konzentration wählen Sie die Hilfekarte 2.

Für Hinweise zu den benötigten Geräten und Chemikalien wählen Sie die Hilfekarte 3.

2. Führen Sie in Ihrer Gruppe nacheinander die Experimente zum Einfluss einer unterschiedlichen Beleuchtungsstärke, einer unterschiedlichen Kohlenstoffdioxidkonzentration und unterschiedlicher Temperaturen durch. Fertigen Sie dazu ein Protokoll an, in dem Ihre Ergebnisse sowohl in Tabellenform als auch grafisch aufbereitet dargestellt werden. Als Grundlage dient der bereits auf dem Lehrerpult gezeigte Experimentalaufbau.
 - a. **Unterschiedliche Belichtungsstärke / Durchführung**

Platzieren Sie eine Lichtquelle in einem Abstand von ca. 50 cm vor dem zu untersuchenden Material. Verringern Sie den Abstand nach eigenem Ermessen. Halten Sie im Protokoll die Abstände zur Lichtquelle und die resultierende Bläschenzahl fest.
 - b. **Unterschiedliche Kohlenstoffdioxidkonzentrationen / Durchführung**

Zur Erhöhung der Konzentration der Kohlenstoffdioxidkonzentration wird dem Wasser eine Spatelspitze Natriumhydrogencarbonat zugegeben. Nach ca. 5 Minuten wird die Messung bei unveränderter Beleuchtung wiederholt und das Ergebnis notiert.
 - c. **Unterschiedliche Temperaturen / Durchführung**

Messen Sie die Temperatur des Wassers in Ihrem Becherglas. Senken Sie oder erhöhen Sie jetzt die Wassertemperatur. Zur Senkung der Temperatur im Becherglas werden 3 - 4 Eiswürfel in das Becherglas gegeben, bis sich die Wassertemperatur deutlich abgesenkt hat. Führen Sie die Messung der Fotosyntheserate durch und protokollieren Sie die Ergebnisse. Geben Sie jetzt erwärmtes Wasser unter Temperaturkontrolle zu, bis die Temperatur deutlich über die ursprüngliche Temperatur ansteigt und notieren Sie das Ergebnis.
3. Leiten Sie auf der Grundlage Ihrer Messergebnisse allgemeine Aussagen zur Beeinflussbarkeit der Fotosyntheserate ab und präsentieren Sie diese gemeinsam aussagekräftig mit Ihren experimentellen Ergebnissen.

Diskutieren Sie Ihren Versuchsaufbau und Ihre Messmethode und benennen Sie mögliche Fehlerquellen.

Übertragen Sie diese Erkenntnisse auf die Ertragssteigerung in einem Gewächshaus, in dem im Frühjahr in einer Region in Bayern Gurken angebaut werden sollen.

Hilfekarte 1

Drei Stängel *Elodea canadensis* werden mit einer Rasierklinge glatt abgetrennt (Länge ca. 5 cm) und an der Sprossspitze je mit einer großen Büroklammer beschwert. Diese Abschnitte platziert man nun so in einem großen Becherglas unter einem Glastrichter, dass aufsteigende Gasbläschen gezählt und in einem über den Trichterauslauf platziertem, mit Wasser gefülltem Reagenzglas pneumatisch aufgefangen werden können. Die Anzahl der Gasbläschen wird in einer bestimmten Zeit (z. B. zwei Minuten) ermittelt und tabellarisch erfasst.

Hilfekarte 2

Hydrogencarbonat reagiert in Wasser wie folgt:



Alternativ lässt sich, sofern verfügbar, auch CO₂ – Gas einleiten (z. B. CO₂ – Set für Nano-Becken)

Hilfekarte 3

- 2 Bechergläser, Glastrichter, Reagenzglas, Pneumatische Wanne
- Experimentalleuchte, Thermometer, Stoppuhr
- Leitungswasser Zimmertemperatur, Eiswürfel, NaHCO₃, ca. 45 °C warmes Wasser in einem geeigneten Vorratsgefäß

Hinweise zum Unterricht

Hinweise für die Lehrkraft

Die Arbeitsaufträge 1 und 2 sollen zeitlich getrennt voneinander an die Schüler ausgegeben werden, damit Gelegenheit besteht, die einzelnen Hypothesen und Experimentalvorschläge zu diskutieren.

Die gewählte Abfolge der Experimente lässt ein durchgängiges Experimentieren zu, sodass nur einmal die Pflanzenabschnitte im Becherglas platziert werden müssen.

Die Experimente lassen sich je nach Ausstattung der Schule modifizieren, so kann z. B. die Lichtstärke reguliert und mit geeigneten Hilfsmitteln gemessen und dokumentiert werden.

Die Reaktionsgleichung für die Fotosynthese kann an dieser Stelle eingeführt werden.

Auf den Arbeitsschutz während des Experimentierens ist hinzuweisen und zu achten!

Möglicher Aufbau des Protokolls

Namen, Vornamen der Gruppe:

Klasse:

Datum:

Experimente zu Untersuchung der Fotosyntheserate der Wasserpest

1. Aufgaben

- Untersuchung der Abhängigkeit von der Belichtungsstärke
- Untersuchung der Abhängigkeit von der Kohlenstoffdioxidkonzentration
- Untersuchung der Abhängigkeit von der Temperatur

2. Hypothese

Darlegung möglicher Auswirkungen der geänderten Einflüsse auf die Fotosyntheserate

3. Geräte und Chemikalien

4. Durchführung

knappe Schilderung des Ablaufs der Experimente mit Skizze

5. Beobachtungen

wertfreie Wiedergabe der Beobachtungen, Wertetabellen

	Zeit / min	1	2	4	5	6
Bläschen gesamt	Ausgangsbedingungen					
	Starklicht					
	mit CO ₂					
	T _{hoch}					
	T _{niedrig}					

6. Auswertung

Interpretation der Beobachtungen, Bezug zur Hypothese, Fehlerbetrachtung

Beispiele für Produkte und Lösungen der Schülerinnen und Schüler

Namen, Vornamen der Gruppenmitglieder:

Klasse:

Datum:

Experimente zur Untersuchung der Fotosyntheserate der Wasserpest**1. Aufgaben**

- Untersuchung der Abhängigkeit von der Belichtungsstärke
- Untersuchung der Abhängigkeit von der Kohlenstoffdioxidkonzentration
- Untersuchung der Abhängigkeit von der Temperatur

2. Hypothese

Die Fotosyntheserate lässt sich anhand der sich bildenden Sauerstoffbläschen quantitativ erfassen. Eine Änderung der Faktoren Belichtungsstärke, Kohlenstoffdioxidkonzentration und Temperatur wird zu Änderungen der Fotosyntheserate führen und das Ergebnis kann durch Zählen der entstehenden Sauerstoffbläschen erfasst werden.

3. Geräte und Chemikalien

- 2 Bechergläser, Glastrichter, Reagenzglas, Pneumatische Wanne
- Experimentalleuchte, Thermometer, Stoppuhr
- NaHCO_3 , Leitungswasser Zimmertemperatur, Eiswürfel, ca. 45 °C warmes Wasser
- 3 Stängel *Elodea canadensis*

4. Durchführung

3 Stängel *Elodea canadensis* werden entsprechend der Skizze unter Wasser unter einen Trichter gebracht, der in ein vollständig mit Wasser gefülltes Reagenzglas mündet. Bei normaler Beleuchtung wird die Anzahl der aufsteigenden Sauerstoffbläschen gezählt und in eine Tabelle eingetragen. Im Anschluss wird eine externe Beleuchtungsquelle eingesetzt und nach einer kurzen Anlaufzeit wiederum die Bläschen gezählt und das Ergebnis protokolliert. Durch Zugabe einer gehäuften Spatelspitze NaHCO_3 in das Untersuchungsgefäß wird die Kohlenstoffdioxidkonzentration im Wasser erhöht. Nach einer kurzen Anlaufzeit wird entsprechend dem Schema gemessen. Durch Zugabe von erwärmtem Wasser wird nun der Einfluss der Temperatur auf die Fotosyntheserate überprüft. Nach der entsprechenden Messung wird zum Abschluss durch Zugabe von Eiswürfeln die Temperatur rasch gesenkt und die Ergebnisse der Zählung protokolliert.

5. Beobachtungen

Im zimmerwarmen Wasser kann nach kurzer Zeit Bläschenbildung an den abgeschnittenen Stängeln festgestellt werden und eine Zahl über die Zeit erfasst werden. Nach erfolgter

Erhöhung der Beleuchtungsstärke (Lichtintensität) erfolgt rasch ein Ansteigen der Sauerstoffproduktion. Durch Erhöhung der Kohlenstoffdioxidkonzentration lässt sich ein weiteres Mal eine Steigerung der Sauerstoffproduktion verursachen. Eine Erhöhung der Temperatur im Untersuchungsgefäß lässt ebenfalls die Anzahl der gebildeten Sauerstoffbläschen im Vergleich zum vorhergehenden Experiment ansteigen. Eine plötzliche Senkung durch Zugabe von Eiswürfeln hat einen gegenteiligen Effekt.

	Zeit / min	1	2	4	5	6
Bläschen gesamt	Ausgangsbedingungen	5	9	13	19	22
	Starklicht	7	12	18	25	32
	mit CO ₂	8	15	25	31	36
	T _{hoch}	10	18	31	39	52
	T _{niedrig}	3	5	7	8	8

6. Auswertung

Mit den durchgeführten Experimenten konnte gezeigt werden, dass die Umweltfaktoren Lichtintensität, Kohlenstoffdioxidgehalt und Temperatur einen direkten Einfluss auf die Fotosyntheserate haben. Die Produktion von Sauerstoff ist dabei die messbare Größe und entsprechend der Reaktionsgleichung ein direktes Maß für die Fotosyntheserate. Die Erhöhung der Lichtintensität zeigt ein messbares Ansteigen der Fotosyntheserate an. Die Erhöhung der Konzentration des Kohlenstoffdioxids führt genauso wie eine Erhöhung der Temperatur ebenfalls zu einer erhöhten Fotosyntheserate. Eine plötzliche Senkung der Temperatur lässt auch die Fotosyntheserate absinken.

Mögliche Fehlerquellen:

- ungenaues Zählen
- unterschiedliche Bläschengröße
- Fehler bei der Zeitmessung
- unsauberer Schnitt an den Pflanzen
- Beleuchtung verändert auch die Wassertemperatur
- Elodea vorab bereits geschädigt

Übertragung der Ergebnisse auf das Gewächshaus

Eine erhöhte Fotosyntheserate sorgt für einen verbesserten Ertrag. Daher sollte das Gewächshaus beleuchtet und in den kühleren Monaten zusätzlich beheizt werden, um eine Ertragssteigerung zu erzielen. Nach Möglichkeit ist zusätzlich eine Kohlenstoffdioxidbegasung vorzunehmen.