

pH-Wert-Untersuchungen bei Dickblattgewächsen mit Cobra SMARTsense



In diesem Experiment lernen die Schüler die Unterschiede bei den Stoffwechselprodukten einer CAM-Pflanze bei und unter Ausschluss von Belichtung kennen.

Biologie

Pflanzenphysiologie / Botanik

Photosynthese



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

45+ Minuten



Durchführungszeit

20 Minuten

This content can also be found online at:



<https://www.curriculab.de/c/698b3b4eb86fc50002f0fdd5>

PHYWE



Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE



In diesem Versuch werden die Auswirkungen der Helligkeit auf die Stoffwechselprodukte von CAM-Pflanzen untersucht, indem der pH-Wert der Blätter gemessen und anschließend verglichen wird.

Sonstige Lehrerinformationen (1/6)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten wissen, was Crassulacean-Acid-Metabolism-Pflanzen (CAM-Pflanzen) sind und wie sich ihr Stoffwechsel am Tag von dem in der Nacht unterscheidet. Sehr gut ist es, wenn die Schüler bereits wissen, dass bei CAM-Pflanzen Apfelsäure als Zwischenprodukt in der Nacht gebildet wird.

Prinzip



In diesem Versuch wird der pH-Wert von CAM-Pflanzen, die im Licht standen, mit solchen, die im Dunklen standen, gemessen und verglichen.

Sonstige Lehrerinformationen (2/6)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler sollen erkennen, dass der Lichtentzug zum Ansäuern der Blätter führt und der Tag-Nacht-Rhythmus auch mit einem Säurerhythmus einhergeht.

Aufgaben



Die Schüler sollen den pH-Wert des Saftes von einem Dickblattgewächs einmal von einer belichteten Pflanze und einmal von einer unbelichteten Pflanze messen.

Sonstige Lehrerinformationen (3/6)

PHYWE



Theoretischer Hintergrund

Das Brutblatt (*Kalanchoe daigremontianum*) und der Geldbaum (*Crassula ovata*) gehören zu der Familie der **Dickblattgewächse**. Diese wiederum gehören zu den **CAM-Pflanzen**. CAM steht dabei für „Crassulacean Acid Metabolism“, übersetzt: „**Crassulacean-Säurestoffwechsel**“. Dabei kann man Crassulacean wieder als Dickblatt übersetzen. Das ist aber leider nicht sehr treffend, da noch mehr Familien als nur die Dickblattgewächse zu den CAM-Pflanzen zählen (lateinisch crassus = dick, fleischig). Der Crassulacean-Säurestoffwechsel hat sich nämlich **mehrfach unabhängig in der Evolution entwickelt** (konvergent).

Sonstige Lehrerinformationen (4/6)

PHYWE

Theoretischer Hintergrund

In Abgrenzung zu C3- und C4-Pflanzen wird bei **CAM-Pflanzen** das CO_2 **in der Nacht gespeichert und am Tag verwendet**. Die Energiegewinnung ist also zeitlich getrennt.

In der Nacht findet der Dicarbonsäure-Zyklus statt. Dabei wird Kohlenstoffdioxid durch die Stomata (Spaltöffnungen) aufgenommen und durch PEP-Carboxylase an Phosphoenolpyruvat (PEP) gebunden, was zu Oxalat und schließlich zu Malat reduziert wird. In den Vakuolen der Mesophyllzellen wird das Malat schließlich zur **Apfelsäure** protoniert (**pH-Wert niedriger** (saurer)).

Am Tag sind die Stomata geschlossen, weil CAM-Pflanzen meist in sehr trockenen und heißen Gebieten wachsen und sich mit dem Schließen ihrer Spaltöffnungen vor der Austrocknung schützen, wenn die Sonne besonders heiß ist (am Tag). Die Pflanzen setzen also die Apfelsäure über Zwischenprodukte wieder zu PEP und Kohlenstoffdioxid um (**pH-Wert höher**, durch weniger Säure). Das Kohlenstoffdioxid wird wieder zur Energiegewinnung im Calvin- Zyklus eingesetzt.

Sonstige Lehrerinformationen (5/6)

PHYWE

Hinweise zur Materialbeschaffung und den besten Bedingungen für das Experiment

Es werden CAM-Pflanzen verwendet, am besten Brutblatt (*Kalanchoe daigremontianum*) oder Geldbaum (*Crassula ovata*). Diese sind ganzjährig in Bau- und Pflanzenmärkten erhältlich.

Wenn die Ergebnisse vergleichbar und reproduzierbar sein sollen, ist es besonders wichtig, dass die verwendeten Blätter möglichst gleich groß sind.

Darüberhinaus sollte die pH-Elektrode vor dem Versuch kalibriert werden, z. B. mit den Puffertabletten pH 4 (Art.Nr. 30281-10) und den Puffertabletten pH 10 (Art.Nr. 30283-10)



Sonstige Lehrerinformationen (6/6)

PHYWE



Informationen zu den Ergebnissen

Die pH-Werte variieren abhängig vom Ausgangswert.

Zu erwartende Ergebnisse:

Abgedunkelte Pflanze: pH-Wert ca. 4,5

Belichtete Pflanze: pH-Wert ca. 5,3

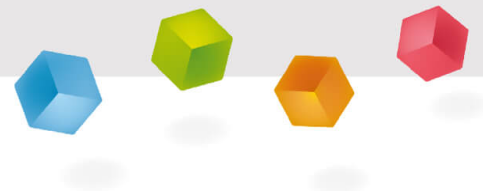
Sicherheitshinweise

PHYWE



- Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise für das sichere Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.
- Die langfristige Lagerung der pH-Elektroden erfolgt am besten in 3 M KCl-Lösung.
- Auf keinen Fall in destilliertem Wasser aufbewahren.
- pH-Elektrode auf keinen Fall austrocknen lassen.
- Sollen absolute pH-Werte aufgenommen werden, so sollte zuvor die pH-Elektrode kalibriert werden, z.B. mit Puffertabletten pH 4 und Puffertabletten pH 10.

PHYWE



Schülerinformationen

Motivation

PHYWE



Das Brutblatt (*Kalanchoe daigremontianum*) und der Geldbaum (*Crassula ovata*) gehören zu der Familie der **Dickblattgewächse**. Diese wiederum gehören zu den **CAM-Pflanzen**. CAM steht dabei für „Crassulacean Acid Metabolism“, übersetzt: „**Crassulacean-Säurestoffwechsel**“. Dabei kann man Crassulacean wieder als Dickblatt übersetzen. Das ist aber leider nicht sehr treffend, da noch mehr Familien als nur die Dickblattgewächse zu den CAM-Pflanzen zählen (lateinisch crassus = dick, fleischig). Der Crassulacean-Säurestoffwechsel hat sich nämlich **mehrfach unabhängig in der Evolution entwickelt** (konvergent).

Auch viele andere Pflanzen, wie Kakteen, Ananas, Agaven, Aloen, Wolfsmilchgewächse oder Orchideen gehören zu den CAM-Pflanzen.

Aufgaben

PHYWE



Untersuche, ob es Unterschiede bei den Stoffwechselprodukten einer CAM-Pflanze, z. B. des Brutblatts (*Kalanchoe daigremontianum*), abhängig von der Beleuchtung, gibt, indem du den pH-Wert der Blätter misst.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Becherglas, Boro, niedrige Form, 25 ml	MAU-23500500	2
2	Handpresse	64154-00	1
3	Photosyntheselampe, LED, Vollspektrum, 27 W	65752-99	1
4	Cobra SMARTsense pH - Sensor zur Messung des pH-Wertes 0 ... 14 (Bluetooth)	12921-00	1
5	Schere, l = 125 mm, spitz-stumpf	46970-00	1

Vorbereitung

PHYWE



Versuchsaufbau

Ein Dickblattgewächs wird für 12 h mit der Photosyntheselampe angestrahlt. Eine andere wird 12 h lang abgedunkelt. Hierfür kannst du einen alten Pappkarton oder Ähnliches verwenden, bei dem der Pflanze genug CO_2 zur Verfügung steht.

Falls die Sprossen nicht direkt nach dem Bestrahlen bzw. dem Abdunkeln benutzt werden, können die Blätter auch in Aluminiumfolie eingewickelt und eingefroren werden, um die Stoffwechselprozesse zu stoppen.

Aufbau (1/2)

PHYWE

Zur Messung mit den **Cobra SMARTsense-Sensoren** wird die **PHYWE measureAPP** benötigt. Die App kann kostenfrei im jeweiligen App-Store (QR-Codes siehe unten) heruntergeladen werden. Bitte überprüfe vor dem Starten der App, ob auf deinem Gerät (Smartphone, Tablet, Desktop-PC) **Bluetooth aktiviert** ist.



iOS



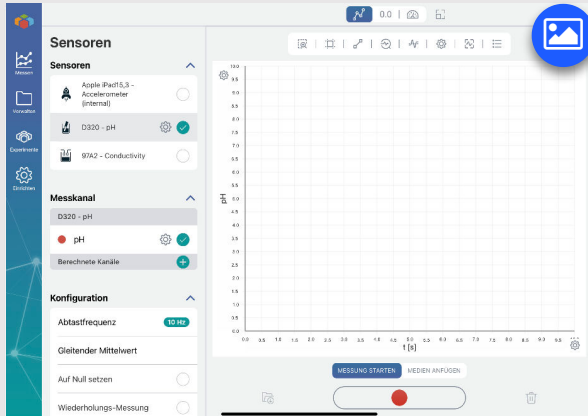
Android



Windows

Aufbau (2/2)

PHYWE



Der pH-Wert Sensor wurde ausgewählt.

- Schalte den Cobra SMARTsense pH-Sensor durch langes Drücken auf den Einschaltknopf an.
- Verbinde den Sensor in der measureAPP unter dem Punkt „Sensoren“ mit dem Gerät, wie in Abbildung links gezeigt.
- Der Cobra SMARTsense pH-Sensor wird nun in der App angezeigt.

Durchführung (1/2)

PHYWE



Wie benutze ich einen pH-Sensor?

- Die pH-Elektrode wird vollständig in das Messmedium eingetaucht.
- Zwischen zwei Messungen wird die pH-Elektrode mit destilliertem Wasser gespült und vorsichtig trocken getupft.

Durchführung (2/2)

PHYWE

1. Von jedem Ansatz werden je drei vergleichbar große Blätter benutzt.
2. Presse die Blätter mit der Knoblauchpresse aus und spüle die Knoblauchpresse.
3. Bestimme den pH-Wert des Presssaftes des Blattes von der Pflanze aus dem Dunklen und von der Pflanze aus dem Hellen.

Um die pH-Werte der Presssäfte von den verschiedenen Ansätzen nicht zu verfälschen, sollte die Knoblauchpresse nach jedem Pressvorgang gründlich ausgespült und abgetrocknet werden.



Die Blätter werden in ein Becherglas ausgepresst.

Erklärung

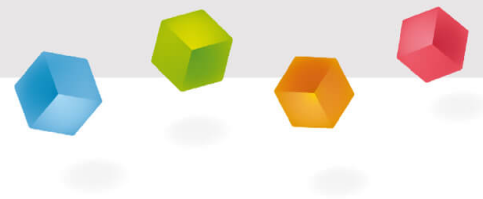
PHYWE

In Abgrenzung zu C3- und C4-Pflanzen wird bei **CAM-Pflanzen** das CO_2 **in der Nacht gespeichert und am Tag verwendet**. Die Energiegewinnung ist also zeitlich getrennt.

In der Nacht findet der Dicarbonsäure-Zyklus statt. Dabei wird Kohlenstoffdioxid durch die Stomata (Spaltöffnungen) aufgenommen und durch PEP-Carboxylase an Phosphoenolpyruvat (PEP) gebunden und durch Zwischenschritte zu **Apfelsäure** reduziert (**pH-Wert niedriger** (saurer)), welches in den Vakuolen der Mesophyllzellen gespeichert wird.

Am Tag sind die Stomata geschlossen, weil CAM-Pflanzen meist in sehr trockenen und heißen Gebieten wachsen und sich mit dem Schließen ihrer Spaltöffnungen vor der Austrocknung schützen, wenn die Sonne besonders heiß ist (am Tag). Denke zum Beispiel an die Kakteen, die in der heißen Wüste wachsen. Die Pflanzen setzen also die Apfelsäure über Zwischenprodukte wieder zu PEP um und Kohlenstoffdioxid wird freigesetzt (**pH-Wert höher**, durch weniger Säure). Das Kohlenstoffdioxid wird wieder zur Energiegewinnung im Calvin- Zyklus eingesetzt.

PHYWE



Protokoll

Aufgabe 1

PHYWE

Ziehe die Wörter an die korrekte Stelle.

Dickblattgewächse gehören zu den , sind jedoch nicht die einzige Familie, die zu dieser funktionellen Gruppe gehört, da der sich unabhängig, das heißt , entwickelt hat.

☒ Überprüfen

Aufgabe 2

PHYWE

Welche Aussage zu CAM-Pflanzen ist korrekt?

- ☐ In der Nacht produzieren CAM-Pflanzen Apfelsäure als Zwischenprodukt.
- ☐ CAM-Pflanzen benutzen nachts den Dicarbonsäure-Zyklus, um Kohlenstoffdioxid zu fixieren.
- ☐ Der Säurerhythmus wird nur durch einen 12-h-Rhythmus, nicht durch die Helligkeit bestimmt.

✓ Überprüfen



Aufgabe 3

PHYWE



Welche Pflanzen gehören zu der funktionellen Gruppe der CAM-Pflanzen?

- ☐ Süßgräser (z.B. Zuckerrohr)
- ☐ Orchideen
- ☐ Fuchsschwanzgewächse (z.B. Spinat)

✓ Überprüfen

Aufgabe 4

PHYWE

Ziehe die Wörter an die korrekte Stelle.

Spaltöffnungen, die fachsprachlich auch genannt werden, sind bei CAM-Pflanzen nachts und tagsüber . Dabei wird das Kohlenstoffdioxid nachts und als gespeichert. Tagsüber wird die Apfelsäure wieder zu umgewandelt und zur Energiegewinnung verwendet. Deshalb sind CAM-Pflanzen nachts und tagsüber .

- Apfelsäure
- saurer
- Stomata
- weniger sauer
- geschlossen
- geöffnet
- fixiert
- Kohlenstoffdioxid

Folie

Punktzahl/Summe

Folie 21: Konvergente Entwicklung der CAM-Pflanzen	0/3
Folie 22: Aussagen zu CAM-Pflanzen	0/2
Folie 23: Pflanzengruppen	0/1
Folie 24: Stoffwechsel der CAM-Pflanzen	0/8

Gesamtsumme  0/14 Lösungen Wiederholen