**Photosynthese**

# Abhängigkeit der Sauerstoffproduktion von der Lichtintensität bei der Photosynthese

## Einleitung

Im folgenden Versuch wurde die Wasserpflanze „kanadische Wasserpest“ (Elodea canadensis) auf die Sauerstoffproduktion in Abhängigkeit der Entfernung von Spross und Lichtquelle untersucht.

## Materialien & Chemikalien

* Kanadische Wasserpest
* 1%ige Kaliumhydrogencarbonat-Lösung
* Standzylinder
* starke Lichtquelle

## Durchführung

Vor dem Versuch wurden die künstliche Lichtquelle angeschaltet und die Fenster verdunkelt, um störende Effekte des Sonnenlichts zu vermeiden. Es wurde eine 1%ige -Lösung angesetzt und in einen Standzylinder gefüllt. In diesem wurde nun der abgetrennte Spross der Wasserpest mit dem Sprossende nach oben befestigt. Schon nach kurzer Zeit ließen sich aufsteigene Blasen erkennen. Sobald der Bläschenstrom gleichmäßig war, wurde 3 mal 5 Minuten lang die Bläschenproduktion in 40, 60, 80, 120, 160 und 320 cm Entfernung von der Lichtquelle gemessen. Nach jeder Veränderung des Abstandes von Spross zu Lichtquelle wurde die Lösung erneuert.

## Ergebnisse & Diskussion

Tabelle 1: Mittelwerte der Anzahl an Bläschen pro 5 Minuten in Bezug auf die Entfernung der Lichtquelle

|  |  |
| --- | --- |
| Entfernung von Spross zu Lichtquelle  [in cm] | Sauerstoffproduktion  [Bläschen pro 5 Minuten] |
| 40 | 473 |
| 60 | 515 |
| 80 | 410 |
| 120 | 141 |
| 160 | 94 |
| 320 | 0 |

Bei einer Entfernung von 60 cm zu der Lichtquelle ist die Sauerstoffproduktion am höchsten (siehe Tabelle 1). Je weiter der Spross von der Lichtquelle entfernt ist, desto weniger Sauerstoff wird produziert (siehe Tabelle 1). Bei einer Entfernung von 320 cm findet keine Sauerstoffproduktion mehr statt (siehe Tabelle 1). Da die Produktion von Sauerstoff bei einer Entfernung von 60 cm höher ist, als die Sauerstoffproduktion bei einer Entfernung von 40 cm, lässt sich daraus schließen, dass bei einer Entfernung von 60 cm für die kanadische Wasserpest die optimale Lichtintensität vorliegt, da die Photosyntheserate dort ihr Maximum erreicht. Die Lichtintensität ist ausschlaggebend für die lichtabhängigen Reaktionen der Photosynthese der Pflanze, welche in den Chloroplasten stattfinden. Durch Lichtabsorbtion werden Elektronen der Chlorophyll-a-Moleküle (P 680) im Fotosystem II auf ein höheres Energieniveau gebracht (P 680\*). Pro Chlorophyll-a-Molekül wird nun ein Elektron durch eine Redoxreaktion abgegeben. Die nun entstandene Elektronenlücke wird wieder aufgefüllt, indem Wasser enzymatisch gespalten wird. Neben den genannten Elektronen entstehen Protonen und ein Sauerstoffmolekül (siehe Abbildung 1). Dieser entstandene Sauerstoff wird bei der Photosynthese freigesetzt (siehe Tabelle 1).

Abbildung 1: Reaktionsgleichung der Fotolyse des Wassers während der Photosynthese

# Abhängigkeit der Sauerstoffproduktion vom -Angebot bei der Photosynthese

## Einleitung

Im folgenden Versuch wurde nachgewiesen, dass auch bei ausreichender Belichtung chlorophyllhaltiger Pflanzenteile nur Photosynthese betrieben werden kann, wenn der Pflanze zur Verfügung steht.

## Materialien & Chemikalien

* Kanadische Wasserpest
* Kaliumhydrogencarbonat-Lösungen (je 250 mL)
* Abgekochtes Leitungswasser
* Stilles Mineralwasser
* Standzylinder
* starke Lichtquelle

## Durchführung

Zu Beginn wurden jeweils 250 mL Kaliumhydrogencarbonat-Lösungen mit den Konzentrationen 0,05%, 0,1%, 0,2%, 0,3% und 0,5% angesetzt. Der Spross wurde mit dem Sprossende nach oben in einem Abstand von 60 cm von der Lichtquelle in die Lösung gegeben. Dort wurde der Bläschenstrom 3 mal über einen Zeitraum von 5 Minuten gemessen. Dieser Vorgang wurde mit allen Lösungen, dem abgekochten Leitungswasser und dem stillen Mineralwasser wiederholt.

## Ergebnisse & Diskussion

Tabelle 2: Mittelwerte der Anzahl an Bläschen pro 5 Minuten in Bezug auf die Konzentration des Kaliumhydrogencarbonats

|  |  |
| --- | --- |
| Medium  [jeweils 250 mL] | Sauerstoffproduktion  [Bläschen pro 5 Minuten] |
| 0,05%ige -Lösung | 91 |
| 0,1%ige -Lösung | 243 |
| 0,2%ige -Lösung | 84 |
| 0,3%ige -Lösung | 126 |
| 0,5%ige -Lösung | 100 |
| stilles Mineralwasser  (74 mg/L Hydrogencarbonat) | 69 |
| abgekochtes Leitungswasser | 0 |

Laut den Versuchsergebnissen ist die Sauerstoffproduktion bei einer Konzentration des Kaliumhydrogencarbonats von 0,1% am höchsten (siehe Tabelle 2). Bei 0,2% beträgt die Bläschenanzahl 84, bei 0,3% 126 und bei 0,5% 100. Beim stillen Mineralwasser stiegen 69 Bläschen pro 5 Minuten auf und beim abgekochten Leitungswasser blieb der Bläschenstrom ganz aus. Es wäre zu erwarten gewesen, dass die Sauerstoffproduktion der Pflanze mit steigender Kaliumhydrogencarbonat-Konzentration stärker wird, da, je mehr Kohlenstoffdioxid vorliegt, die Pflanze auch mehr Photosynthese betreiben kann. Einige Wasserpflanzen besitzen die Fähigkeit das Hydrogencarbonat mithilfe eines Enzyms namens Carboanhydrase zu Kohlenstoffdioxid umzusetzen und in die Zelle diffundieren zu lassen. Dort wird das in den Calvin-Zyklus eingeschleust und zu Kohlenhydraten umgesetzt. Lichtenergie wird für die chemischen Vorgänge nicht benötigt. Zuerst wird das Kohlenstoffdioxid an das Ribulose-1,5-bisphosphat-Molekül gebunden, welches nun zu Glycerinsäure-3-Phosphat zerfällt. Das Glycerinsäure-3-Phosphat wird nun zu Glycerinaldehyd-3-Phosphat reduziert. Die dazu benötigte Energie wird von dem ATP und die notwendigen Elektronen von NADPH + , welche in den lichtabhängigen Reaktionen der Photosynthese produziert wurden, geliefert. Vom Glycerinaldehyd-3-Phosphat wird eine Phosphatgruppe abgespalten, wodurch Glucose gebildet wird. Für 1 Glucose-Molekül werden 6 -Moleküle benötigt. Je mehr Kohlenstoffdioxid also vorliegt, desto mehr Photosynthese kann auch betrieben werden. Die Abweichung unserer Versuchsergebnisse (Tabelle 2) liegt wahrscheinlich daran, dass nach kurzer Zeit der Bläschenstrom des Sprosses stagnierte, wodurch wir gezwungen waren, diesen neu anzuschneiden. Es lässt sich jedoch sagen, dass beim stillen Wasser Sauerstoff produziert wird, da, obwohl kein Kohlenstoffdioxid vorliegt, das Hydrogencarbonat von der Carboanhydrase zu umgesetzt werden kann. Außerdem war der Messwert des abgekochten Leitungswassers zu erwarten, da durch das Abkochen die gelösten Gase im Wasser entweichen konnten.

# Abhängigkeit der Stärkeproduktion in Blättern von Licht und Chloroplasten

## Einleitung

Im folgenden Versuch wurde

## Materialien & Chemikalien

* Stärkelösung
* Jodjodkaliumlösung
* Ethanol (96%-ig)
* Wasserbad
* Magnetrührer
* Petrischalen

## Durchführung

Zuerst wurde in einem Vorversuch die Farbveränderung einer Stärkelösung mittels Jodjodkaliumlösung ermittelt. Für den Hauptversuch wurde drei Tage vor dem Versuch eine Pflanze von der Praktikumsleitung dunkel gestellt, eine andere Pflanze hell gestellt und wiederum eine andere Pflanze teilweise abgedeckt und hell gestellt. Außerdem wurden zusätzlich eingelegte panaschierte Blätter untersucht. Jedes der genannten Blätter wurde nun 2 Minuten in kochendes Wasser gehalten, um die Blattzellen abzutöten. Danach wurden sie in warmen Alkohol gebleicht und dann für 1 Minute in Jodjodkaliumlösung gelegt. Zum Schluss wurden die Blätter mit Wasser abgespült.

## Ergebnisse & Diskussion



dunkel gestelltes Blatt

hell gestelltes Blatt

teilweise abgedecktes Blatt

panaschiertes Blatt

Abbildung 2: Stärkenachweis in grünen und panaschierten Blättern

Laut unserer Ergebnisse lässt sich Stärke in dem panaschierten Blatt und in dem dunkel gestellten Blatt nachweisen. Das hell gestellte Blatt weist nur eine minimale Färbung auf, wohingegen das teilweise abgedeckte Blatt keine Färbung aufweist (siehe Abbildung 2). Zu ewarten wäre gewesen, dass das hell gestellte Blatt am meisten Stärke aufweist, da für dieses alle Bedingungen erfüllt sind, um optimal Photosynthese betreiben zu können. Wahrscheinlich wurde das hell gestellte Blatt nicht lang genug gekocht, wodurch nicht alle Blattzellen abgetötet wurden, um eine optimale Anfärbung zu gewährleisten. Das dunkel gestellte Blatt weist eine leichte Färbung auf, da noch ein Teil der Stärke (Amylose und Amylopektin), welche während der Dunkelreaktion gebildet wurde, gespeichert war. Bei dem teilweise abgedeckten Blatt lässt sich keine Stärke nachweisen, da gerade genug Photosynthese betrieben werden kann, um den Stoffwechsel der Pflanze aufrecht zu erhalten. Da keine Glucose übrig bleibt, kann diese nicht in Stärke umgesetzt werden. Das panaschierte Blatt weist überall dort eine Färbung auf, wo Chloroplasten vorhanden waren. Da die Photosynthese in den Chloroplasten stattfindet und sich dort auch der Speicherort der Stärke befindet, wird auch nur der Teil des Blattes gefärbt, in dem sich diese befinden.

# Abfallentsorgung

Das Mineralwasser, das abgekochte Leitungswasser, die Stärkelösung, die Jodjodkaliumlösung und die Kaliumhydrogencarbonat-Lösungen wurden im Ausguss entsorgt. Das Ethanol wurde im Kanister für organische Lösemittel entsorgt.

# Literaturverzeichnis

* Lern Helfer https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/biologie-abitur/artikel/calvin-zyklus-genauer-betrachtet (19.04.2018)
* Lehrer Fortbildung Baden Württemberg https://lehrerfortbildung-bw.de/u\_matnatech/bio/gym/bp2004/fb4/1\_mem/3\_transport/9\_aufg4/ (19.04.2018)
* Chemie.DE <http://www.chemie.de/lexikon/Photosynthese.html> (19.04.2018)

Phillip Berger, Yannik Seubert

19.04.2018

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Datum der Fertigstellung Namen