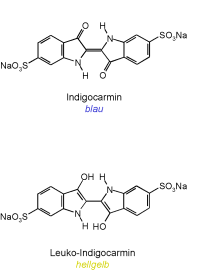
**Fotosynthese-Experimente**

**Sauerstoffnachweis mit Indigocarmin [[1]](#footnote-1)**

**Einleitung:**

Mit dem folgenden Versuch kann die Sauerstoffproduktion sowohl qualitativ als auch halbquantitativ unter unterschiedlichen Bedingungen (z.B. Lichtintensität, Temperatur) erfasst werden. Als Indikator wird Indigocarmin verwendet (Abb. 1), das im reduzierten Zustand gelb, im oxidierten blau ist.

**Versuchsdauer:**

Vorbereitung ca. 30 min; Durchführung ca. 40 min

**Versuchsmaterial:**

Frische, etwa gleich lange Sprosse der Wasserpest *(Elodea sp.)*

Abbildung 1: Strukturformeln des Redoxindikators [[2]](#footnote-2)

**Geräte:**

* 6 Reagenzgläser (RG) mit Ständer
* 5 Drahtstücke, z.B. von Büroklammern
* 2 100 mL-Weithalserlenmeyerkolben (EMK)
* 3 Bechergläser (1000 mL, 500 mL und 100 mL)
* Analysenwaage und Wägeschälchen
* 50 mL-Bürette mit Stativmaterial
* Magnetrührer mit Rührfisch
* Alufolie
* 2 Thermometer
* temperierbares Wasserbad, Styroporbehälter für Eis
* Lichtquelle (hell, ca. 200 W, z.B. Diaprojektor)
* Rasierklinge
* Pinzette
* Strohhalm

**Chemikalien:**

* 25 mg Indigocarmin (Indigosulfonat-Dinatriumsalz)
* 400 mg Natriumdithionit, Na2S2O4
* ca. 5 mL Paraffinöl
* Destilliertes bzw. demineralisiertes Wasser (A. dest.)
* Eis
* Leitungswasser
* Versuchsvariante: Kalium- oder Natriumhydrogencarbonat-Lösung (c = 0,01 mol/L), KHCO3-Lsg.

**Durchführung:**

1. **Auswahl geeigneter Sprossstücke**
2. Mit einer Rasierklinge mehrere Sprossstücke von ca. 6 cm Länge möglichst schräg abschneiden, mit Draht beschweren und in das große, mit Leitungswasser gefüllte Becherglas geben; Schnittstellen sollen nach oben zeigen.
3. Mit Lichtquelle belichten und Gasblasenbildung beobachten. Sprossstücke mit ähnlich starker Bläschenbildung auswählen.
4. **Titration des Redoxindikators bis nahe dem Umschlagspunkt**
5. Im 500 mL-BG 25 mg Indigocarmin in 500 mL A. dest. lösen.
6. Im 100 mL-BG 400 mg Natriumdithionit in 40 mL A. dest. lösen.
7. Natriumdithionit-Lösung in Bürette füllen. Indigocarmin-Lösung mit Rührfisch versehen und auf Magnetrührer darunter stellen.
8. Titration der blauen Indigocarmin-Lösung bis zum Farbumschlag nach gelb. Es sollen keine blauen Schlieren mehr auftreten. – Mit zwei bis vier Tropfen der Natriumdithionit-Lösung übertitrieren. Nicht zu viel, da ansonsten der Farbumschlag des Indikators zu lange dauert.
9. **Vorbereitung der Versuchsansätze**
10. 5 RG (RG 1 – 5) mit gelb gefärbter Indigocarmin-Lösung füllen.
11. Indigocarmin-Lösung in den RGs durch mehrmaliges Hineinpusten von Atemluft über einen Strohhalm mit Kohlenstoffdioxid anreichern.
12. Restliche Indigocarmin-Lösung im Wasserbad kochen, so dass das darin gelöste Kohlenstoffdioxid entfernt wird. – Sollte sich die Lösung beim Abkochen wieder blau färben, so wird tropfenweise so lange Natriumdithionit-Lösung zugesetzt, bis der Farbumschlag rückgängig wird.
13. Abkühlen der abgekochten Lösung auf RT im Eisbad.
14. Sechstes RG (RG 3) mit der abgekochten Lösung befüllen.
15. RG 1 mit Paraffinöl überschichten (= Kontrolle). Öl soll Diffusion von Luft-Sauerstoff in den Ansatz verhindern.
16. RG 2 – 6 mit jeweils einem ausgewählten Sprossstück befüllen; Sprossstücke müssen untertauchen.
17. RG 2 – 6 mit Paraffinöl überschichten.
18. RG 2 mit Alufolie umhüllen.
19. RG 5 in einen mit warmem Wasser befüllten EMK stellen; Temperatur sollte ca. 35°C betragen.
20. RG 6 in einen mit kaltem Wasser befüllten EMK stellen; Temperatur sollte ca. 10°C b.
21. Möglichst gleichmäßige Belichtung aller sechs Ansätze für etwa 20 min.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| RG | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| *Elodea* | - | + | + | + | + | + |
| Licht | + | - | + | + | + | + |
| CO2 | + | + | - | + | + | + |
| Temperatur \* | RT | RT | RT | RT | 35°C | 10°C |

\* RT = Raumtemperatur, ca. 20 – 25°C

**Beobachtung:**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| RG | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Verände-rungen | - | - | - | + (blaue Schlieren nach 5 min; nach 15 min Blaufärbung) | + (wie bei 4, aber rascher) | + (wie bei 4, aber viel langsamer) |

**Deutung:**

In den Ansätzen 1 bis 3 wird kein Sauerstoff produziert, in 4 bis 6 hingegen schon, jedoch unterschiedlich schnell.

**Erklärung:**

Die Sauerstoffproduktion der *Elodea*-Sprossstücke wird durch die Oxidation des Redoxindikators sichtbar gemacht. Die Zeit bis zur Verfärbung ist ein Maß für die fotosynthetische Sauerstoffproduktion unter den gegebenen Bedingungen.

RG 1: ohne Pflanze keine Fotosynthese, also auch keine Sauerstoffproduktion

RG 2: ohne Licht fehlt die Energiequelle für die Fotosynthese, es kann also keine Sauerstoffproduktion stattfinden

RG 3: ohne Kohlenstoffdioxid fehlt ein wichtiges Edukt der Fotosynthese, es kann also keine Sauerstoffproduktion stattfinden

RG 4 bis 5: je höher die Temperatur, desto höher ist die Fotosyntheseaktivität

**Versuchsvariante:**

Anstelle der für die Schülerinnen und Schüler logischen Anreicherung der Lösungen mit Kohlenstoffdioxid über die Atemluft kann auch auf eine bereits **mit Kohlenstoffdioxid angereicherte Lösung** zurückgegriffen werden, wodurch die Versuchsergebnisse besser reproduziert werden können. Den Schülerinnen und Schüler muss in diesem Fall zunächst erläutert werden, dass in einer Kalium- oder Natriumhydrogencarbonat-Lösung der Kohlenstoffdioxidgehalt höher ist, da sich folgendes chemisches Gleichgewicht einstellt:

2 NaHCO3 ⇄ Na2CO3 + H2O + CO2

Der Versuch kann wie oben dargestellt durchgeführt werden.

Es werden zunächst eine Kalium- oder Natriumhydrogencarbonat-Lösung (c = 0,01 mol/L) sowie Kohlenstoffdioxid-freies Wasser (durch Abkochen) hergestellt und anschließend zwei verschiedene Indigocarmin-Lösungen:

1. 10 mg Indigocarmin in 200 mL Kalium- oder Natriumhydrogencarbonat-Lösung
2. 10 mg Indigocarmin in 200 mL abgekochtem Wasser

Beide Lösungen werden mit Natriumdithionit-Lösung bis zum Farbumschlag titriert.

Anschließend können die Versuchsansätze wie oben beschrieben hergestellt werden.

1. verändert nach: A. Wild: Pflanzenphysiologische Versuche in der Schule. Quelle & Meyer, Wiebelsheim, 1999. S. 220ff *(mit freundlicher Genehmigung des Verlags, 11.1.21)* [↑](#footnote-ref-1)
2. Quelle: A. Schunk: „Experiment des Monats September 2002“. <http://www.axel-schunk.net/experiment/edm0209.html> (12.8.20) *(Abdruck mit freundlicher Genehmigung des Autors, 19.1.21)* [↑](#footnote-ref-2)