

Pl.234. Morelle tubéreuse (Pomme de terre).
Solanum tuberosum L.

Energiespeicherung bei Pflanzen

Bsp. Speicherstärke in der Kartoffelknolle

Sachinformation (AB 1)

Informieren Sie sich zur zur
Energiespeicherung bei Pflanzen (AB 1) und
bearbeiten Sie Aufgabe 1.

Zeitvorgabe: 10 Minuten

AB 1

Energiespeicherung bei Pflanzen – Bsp. Kartoffel

Sachinformation

Bei der Fotosynthese entstehen aus PGA (3-Phosphoglycerin-Aldehyd) neben Glucose (Traubenzucker) auch Fructose (Fruchtzucker). Sie liegen in aktivierter Form als Glucose-1-Phosphat bzw. Fructose-1-Phosphat vor. Diese beiden Zucker nehmen eine zentrale Stellung im Stoffwechsel der Pflanze ein. Sie dienen einerseits als Ausgangsstoff für die Synthese anderer organischer Stoffe wie Stärke, Cellulose u. v. m. und andererseits bei der Zellatmung als Energiequelle.

Die beiden Monosaccharide erhöhen den osmotischen Wert der Zellen, was die Zellfunktion stört. Die Pflanzenzellen bilden in den Fotosynthese betreibenden (assimilierenden) Geweben aus Glucose und Fructose das Disaccharid Saccharose (Rüben- oder Rohrzucker). Damit wird der osmotische Wert halbiert.

Während des Tages wird aus Glucose in den Chloroplasten zudem die osmotisch unwirksame Assimilationsstärke gebildet und in Form von kleinen Körnchen gespeichert. Die Assimilationsstärke wird in der Nacht teilweise wieder abgebaut und zur Saccharosebildung verwendet.

Saccharose ist die Haupttransportform von Zucker in Pflanzen. Sie wird im Phloem der Leitbündel von den fotosynthetisch aktiven Pflanzenteilen in die Speicherorgane wie die Kartoffelknolle transportiert. Dort dient die Saccharose in den Amyloplasten dem Aufbau von Speicherstärke (Abb. 1).

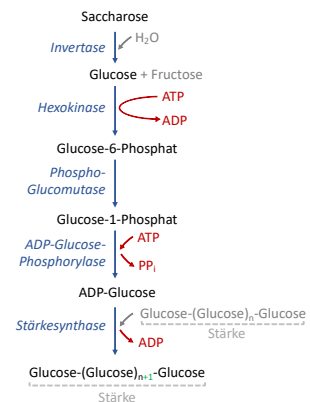


Abb. 1: Synthese der Speicherstärke in den Amyloplasten der Kartoffelknolle
Abbildung erstellt von Thomas Armbruster (ZPG Biologie)

Aufgaben:

1. Stellen Sie die Speicherung von Lichtenergie bei Pflanzen in Form eines Überblick-Fließschemas oder einer Informationsgrafik dar.
2. Erklären Sie, welchen Vorteil es hat, dass Pflanzen die fotosynthetisch fixierte Energie in Form von Stärke und nicht in Form von Glucose und Fructose speichern.
3. Erläutern Sie anhand der Stärkesynthese das biologische Prinzip der energetischen Kopplung.
4. Führen Sie den Versuch zur Stärkesynthese bei Pflanzen (Beispiel Kartoffelknolle) durch.

Sachinformation (AB 1)

- LSG

Informieren Sie sich zur zur
Energiespeicherung bei Pflanzen (AB 1) und
bearbeiten Sie Aufgabe 1.

Zeitvorgabe: 10 Minuten

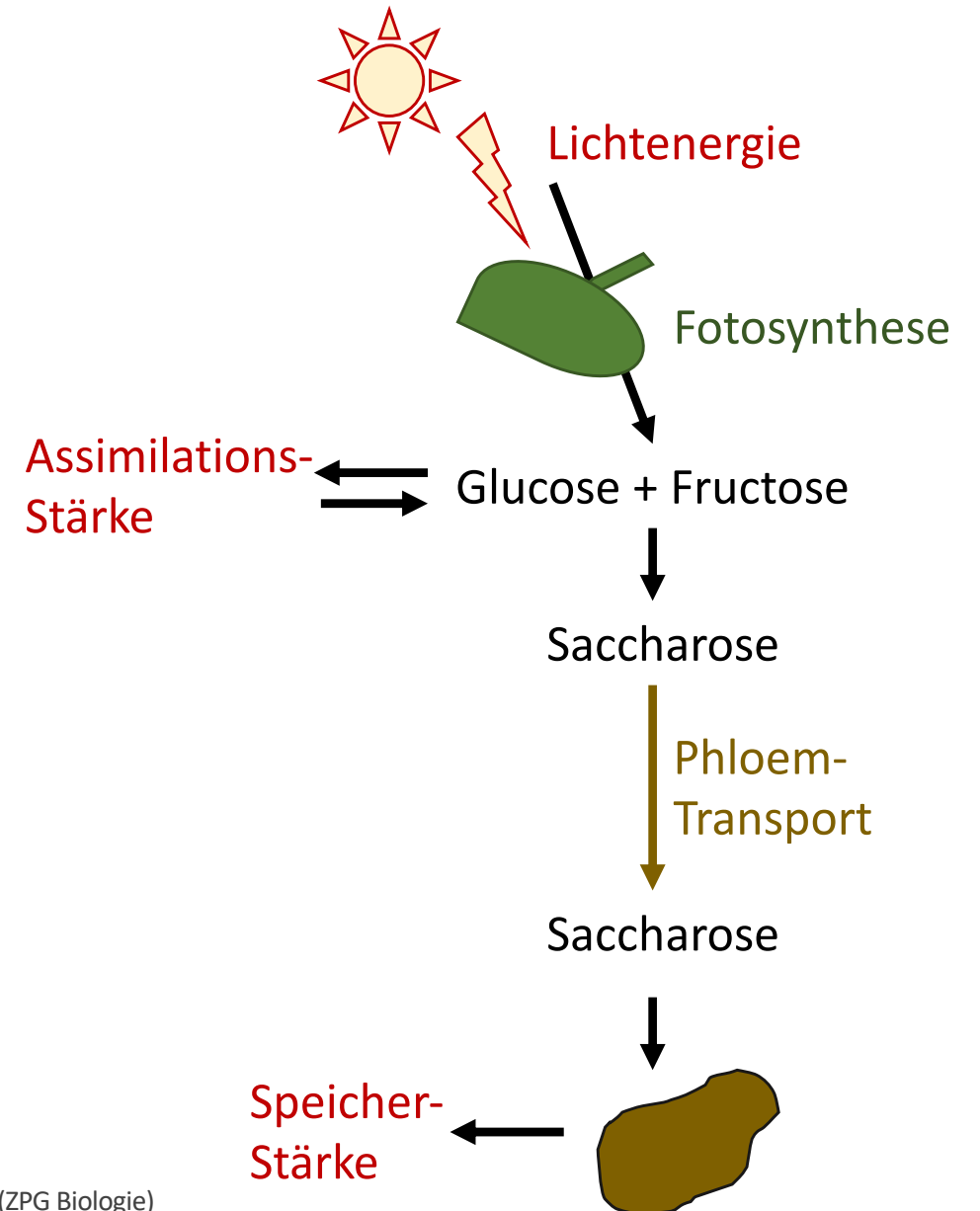


Abb. 1: Beispiel-Schema

Abbildung erstellt von Thomas Armbruster (ZPG Biologie)

Versuch zur Stärkesynthese in der Kartoffelknolle

Führen Sie den Versuch (AB 3 und AB 2) im Team durch. Achten Sie auf eine sinnvolle Arbeitsteilung.

Bearbeiten Sie in „Leerlaufphasen“ (vgl. Durchführung Versuch Punkt 4) die Aufgaben 2 und 3 zur Sachinformation (AB 1).

Bearbeiten Sie am Ende des Versuchs die Aufgaben 1 und 2 zum Versuch selbst (AB 3). (Nutzen Sie ggf. die Hilfe.)

Sicherheitsinstruktion (Gefahrstoffe, Zentrifuge)

Zeitvorgabe: ca. 50 Minuten

AB 3

Versuch zur Stärkesynthese

Material:

frischer, aufgereinigter Kartoffelpresssaft¹
Glucose-1-Phosphat-Lösung¹ (Becherglas 1)
Glucose-Lösung¹ (Becherglas 2)
Glucose-ATP-Lösung¹ (Becherglas 3)
Tüpfelplatte (mit 12 Vertiefungen)
4 PASTEUR-Pipetten
LUGOL-Lösung (Iod-Kaliumiodid-Lösung)
Stoppuhr
12 Zahnstocher

Durchführung:

1. Geben Sie in alle 12 Vertiefungen der Tüpfelplatte jeweils einen Tropfen des Kartoffelpresssaftes.
2. Starten Sie die Stoppuhr.
3. Tropfen Sie direkt (0 Minuten) im Anschluss in Reihe A der Tüpfelplatte jeweils einen Tropfen der Substrat-Lösung des jeweiligen Ansatzes hinzu (Abb. 2).
4. Wiederholen Sie das Zutropfen der jeweiligen Substrat-Lösung (jeweils 1 Tropfen) nach 5 Minuten in Reihe B, nach 10 Minuten in Reihe C und nach 15 Minuten in Reihe D.
5. Tropfen Sie nach 20 Minuten in alle 12 Vertiefungen der Tüpfelplatte jeweils einen Tropfen LUGOL-Lösung.
6. Vermischen Sie die Lösungen aller Tüpfelfelder mit jeweils einem neuen Zahnstocher.

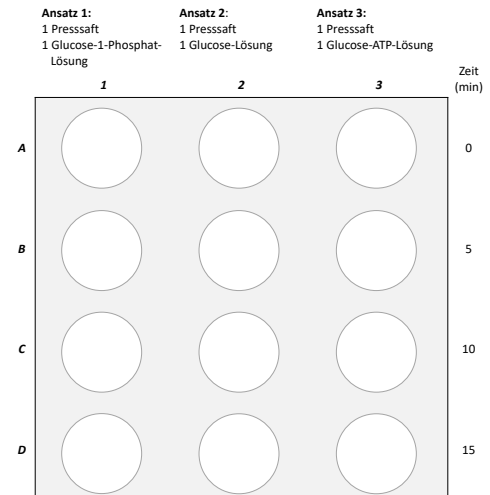


Abb. 2: Versuchsanordnung Stärkesynthese (Tüpfelplatte)

Abbildung erstellt von Thomas Armbruster (ZPG Biologie)

Aufgaben:

1. Dokumentieren Sie Ihre Beobachtung.
2. Erläutern Sie das Versuchsergebnis.

¹ Herstellung von Kartoffelpresssaft und Substrat-Lösungen: siehe AB 2

Versuch zur Stärkesynthese in der Kartoffelknolle - LSG

Aufgaben:

1. Dokumentieren Sie Ihre Beobachtung.
2. Erläutern Sie das Versuchsergebnis.

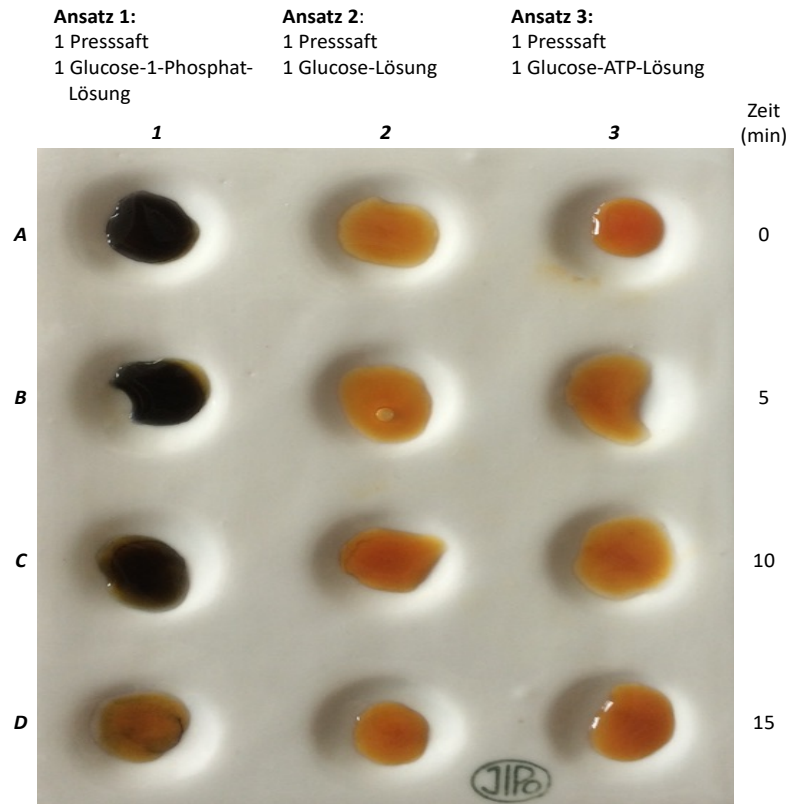


Abb. 2: Beispiel-Protokoll-Grafik

Abbildung erstellt von Thomas Armbruster (ZPG Biologie)

- *ausschließlich in Ansatz 1 Stärkenachweis positiv*
- *Farbintensität nimmt von oben nach unten hin ab, abhängig von der Reaktionsdauer und damit Stärkekonzentration*
- *Glucose-1-Phosphat unabdingbar*
- *Kartoffelpresssaft mit Enzymen ADP-Glucose-Phosphorylase und Stärkesynthase (ansonsten auch bei Ansatz 1 keine Stärkebildung)*
- *Ansatz 3: zumindest eines der beiden Enzyme Hexokinase und Phospho-Glucomutase fehlt*
- *Ansatz 2: fehlt zusätzlich noch ATP*

Sachinformation (AB 1) – Aufgaben 2 und 3

- LSG

2. Erklären Sie, welchen Vorteil es hat, dass Pflanzen die fotosynthetisch fixierte Energie in Form von Stärke und nicht in Form von Glucose und Fructose speichern.

- *Monosaccharide Glucose und Fructose sind wasserlöslich → osmotisch aktiv → osmotischer Wert steigt → Wasseraufnahme → Zellfunktionen evtl. gestört*
- *Bildung Disaccharid Saccharose halbiert osmotischen Effekt*
- *Bildung Assimilationsstärke und Speicherstärke: Stärke nicht wasserlöslich → osmotisch nicht aktiv → platzsparende Speicherung von großen Energiemengen*

3. Erläutern Sie anhand der Stärkesynthese das biologische Prinzip der energetischen Kopplung.

- *endergonische (endotherme) Reaktionen durch zeitgleiche exergonische (exotherme) Reaktionen (Aktivierungsenergie)*
- *endergonische Glucoseaktivierung (zu Glucose-6-Phosphat) gekoppelt an exergonischen ATP-Abbau (zu ADP)*