

	Energetische Kopplung / Enzyme	
Versuch: Synthese von Stärke im Reagenzglas		

Grundlagen: Biosynthese von Stärke in Pflanzen: In den grünen Blättern entstehen als Endprodukte der Fotosynthese Glucose und Fructose. Beide Zucker liegen in aktivierter Form als Glucose-1- bzw. Fructose-1-phosphat vor.

Eine Zuckerrückbildung in Zellen erhöht den osmotischen Wert des Zellsaftes sehr stark und stört somit die Zellfunktionen. Die Pflanzen vermeiden diese Gefahr auf dreierlei Weise:

1. Durch Bildung des Disaccharids Saccharose aus Glucose und Fructose wird der osmotische Wert halbiert.
2. In der Lichtphase wird in den Blättern aus Glucose die unlösliche und deshalb osmotisch unwirksame Assimilationsstärke aufgebaut und in Form kleiner Körner in den Chloroplasten gespeichert. In der Dunkelphase wird diese Stärke abgebaut und die dabei frei werdende Glucose zur Saccharosebildung verwendet.
3. Die Saccharose wird im Siebteil der Gefäße zu den Speichergeweben geleitet und dort für den Aufbau von Speicherstärke in den Amyloplasten verwendet, so z.B. in der Kartoffelknolle.

Die Stärkesynthese in Plastiden läuft nach [1] wie folgt ab:



Im Reagenzglas ist nach [2] eine Stärkesynthese möglich, wenn man zwei Bedingungen erfüllt:

1. Die für die Stärkesynthese nötigen Enzyme müssen frisch aus Zellsaft (z.B. einer Kartoffel) gewonnen werden.
2. Die Glucose, aus der die Stärke aufgebaut werden soll, muss in aktivierter Form als Glucose-1-phosphat vorliegen.

Zum Experiment: Aus Glucose-1-phosphat soll mithilfe von Enzymen aus Kartoffelzellen Stärke hergestellt werden. Für den Versuch muss man die Enzyme (ADP-Glucose-Pyrophosphorylase und Stärkesynthase) nicht aus dem Kartoffelpresssaft isolieren. Allerdings muss sichergestellt sein, dass der Presssaft keine Stärke mehr enthält. Dies erreicht man, indem man den Presssaft mit etwas Kaolin versetzt und zentrifugiert oder filtriert. Kaolin bindet die Stärkekörner und setzt sich mit ihnen im Sediment ab. Da die Enzyme nur weniger als eine Stunde haltbar sind, muss die Enzymlösung sofort nach ihrer Gewinnung für die Stärkesynthese verwendet werden. [3]

Didaktischer Hinweis: Der Versuch kann unter dem Gesichtspunkt der „energetischen Kopplung“ eingesetzt werden (LPE 1: Von der Zelle zum Organ). Er zeigt, dass als Ausgangsstoff zur Stärkesynthese nur aktivierte Glucose = Glucose-1-phosphat geeignet ist und nicht Glucose. Es wird also die Notwendigkeit der energetischen Kopplung verdeutlicht. Die Bildung des Ausgangsstoffes G-1-P ist aber nicht Gegenstand des Versuches.

Bei der Versuchsauswertung stellt sich jedoch die Frage, weshalb beim Versuchsansatz mit Glucose keine Stärke entsteht, obwohl der Kartoffelpresssaft ATP enthält. Im Pflanzenstoffwechsel entsteht G-1-P nicht durch Phosphorylierung von Glucose, sondern in einer Reaktionskette aus Fructose-1-phosphat. Im Kartoffelpresssaft fehlen die zur Bildung von G-1-P erforderlichen Enzyme.

Die Versuchsergebnisse bieten für den Unterricht gute Möglichkeiten zu problematisieren und naturwissenschaftliches Denken mit den Schüler/innen einzuüben.

Fortsetzung: Siehe Rückseite!

Energetische Kopplung / Enzyme	
Versuch: Synthese von Stärke im Reagenzglas (Fortsetzung)	

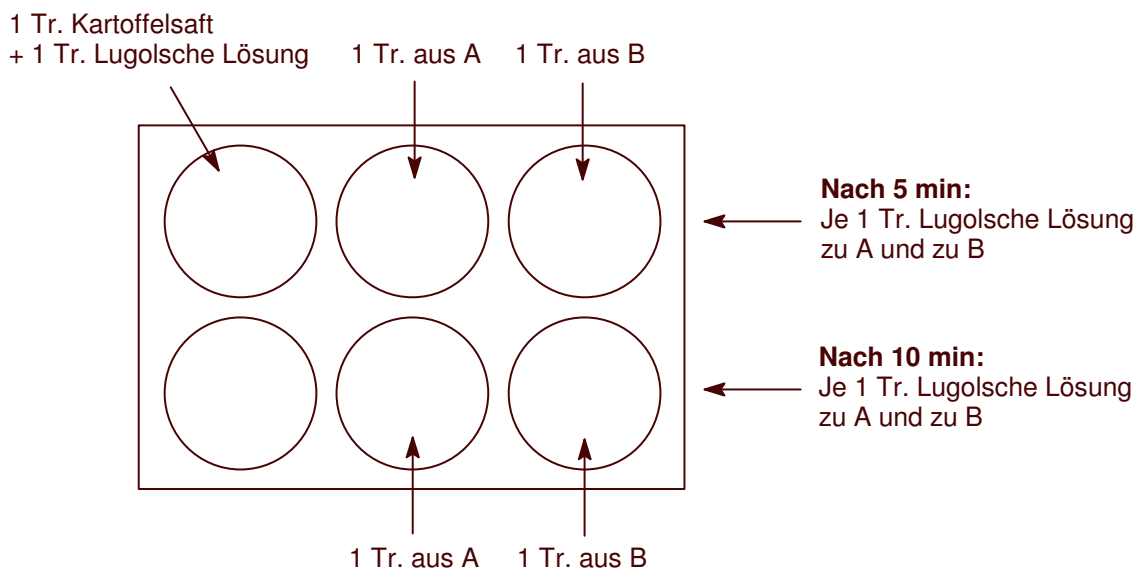
Aufgaben:

1. Führen Sie den Versuch durch und protokollieren Sie die Beobachtungen.
2. Was schließen Sie aus den Versuchsergebnissen?
3. Stellen Sie Ihre Ergebnisse und Erkenntnisse dem Plenum vor.

Materialien: (Elektrische) Reibe, Mörser, Pistill, Tuch (ca. 30 x 30 cm), 100-mL-Becherglas, Löffelspatel, Zentrifuge, Zentrifugengläser, Reagenzgläser (160 x 16 mm), RG-Ständer, Tüpfelplatte
 Kartoffel, Seesand, Kaolin, Lösungen in Tropfflaschen: Lugolsche Lösung, Glucose-Lösung (w = 1 %), Glucose-1-phosphat-Lösung (w = 1 %) [α -D-Glucose-1-phosphat, Dinatriumsalz-dihydrat].

Durchführung:

- Eine große Kartoffel reiben
- Kartoffelbrei im Mörser unter Zugabe von etwas Seesand fein zerreiben
- Brei mit einem Tuch auspressen, Saft im Becherglas auffangen
- ½ Löffel Kaolin zufügen, umrühren
- Gemisch zentrifugieren (ca. 5000 Upm, 1 min) oder filtrieren (Büchnertrichter, Wasserstrahlpumpe)
- Kartoffelsaft (= Enzymlösung) vorsichtig in ein Reagenzglas abgießen, das Sediment sollte zurückbleiben!
- Sediment im Zentrifugenglas mit 1 Tr. Lugolscher Lösung versetzen
- Auf Tüpfelplatte etwas Kartoffelsaft mit 1 Tr. Lugolscher Lösung versetzen (siehe Skizze)
- 2 Reagenzgläser vorbereiten:
 - A: 2 mL (1 Daumenbreite) Glucose-1-phosphat-Lösung + 2 mL Kartoffelsaft, kurz umschütteln
 - B: 2 mL Glucose-Lösung + 2 mL Kartoffelsaft, kurz umschütteln
- Nach jeweils 5 min einen Tropfen aus Reagenzglas A bzw. B auf eine Tüpfelplatte geben und mit je 1 Tr. Lugolscher Lösung versetzen (siehe Skizze).



Auswertung:

Lit.: [1] U.Kutschera: Kurzes Lehrbuch der Pflanzenphysiologie. Quelle & Meyer, Wiesbaden 1995
 [2] K.Freytag: Fermente. Salle, Frankfurt 1966
 [3] R.Hedewig: Stärkesynthese im Reagenzglas. Unterricht Biologie 238/22.Jg.,10(1998),48/49

StD Gerhard Braun, Gymnasium bei St. Michael, Tüngentaler Str. 92, 74523 Schwäbisch Hall, mail@braun-sha.de; Februar 2002