

Station 1

Cellulose versus Stärke

An dieser Station sollen Cellulose und Stärke bezüglich ihrer Struktur und ihres Vorkommens in verschiedenen Alltagsprodukten untersucht werden.

Zeit: ca. 30 Minuten



Arbeitsauftrag

Finde heraus, welche der folgenden Substanzen Stärke oder Cellulose enthalten!

Geräte und Materialien

Petrischalen, Spatel, Pasteurpipette, Mörser und Pistill, Puddingpulver, Watte aus 100% Baumwolle, Filterpapier, Tabletten mit Cellulose als Füllstoff (z.B. Ibu-Hexal 400), Druckerpapier, Haushaltsschwamm aus Viskose, Verpackungsschutz aus aufgeschäumter Stärke, Baumwollkapsel, Kartoffel, Messer, Objektträger, Deckgläser, Mikroskope

Chemikalien

Eingesetzte Stoffe	Gefahrensymbole	H- und P-Sätze
Iod-Zinkchlorid-Lösung		H: 302-314-400-410 P: 280-273-303+361+353-305+351+338-310
Iod-Kaliumiodid-Lösung (Lugolsche Lösung)		H: 312-332-400

Durchführung

Entsprechend den Schülervermutungen werden die Substanzen zunächst den Molekülen Cellulose und Stärke zugeordnet. Für den Nachweis werden je Substanz zwei Proben in eine Petrischale gegeben, mit 1-2 Tropfen der jeweiligen Nachweis-Lösung beträufelt und gegebenenfalls mit einem Spatel vermengt. Dazu werden die Ibu-Hexal-Tabletten zuerst mit Mörser und Pistill zerkleinert. Unter dem Mikroskop werden die mit Iod-Zinkchlorid angefärbten Samenhaare der Baumwolle und die mit Lugolscher-Lösung gefärbte Kartoffelhälfte betrachtet.

Beobachtungen

Bei positivem Cellulose-Nachweis tritt eine dunkelviolette bis schwarze Färbung auf. Ist Stärke in der Probe vorhanden, verfärbt sich die behandelte Stelle blau-violett bis schwarz. Unter dem Mikroskop lassen sich die fibrilläre Struktur von Cellulose sowie die Stärkekörner einer Kartoffel erkennen.

Probe	Cellulose	Stärke
Filterpapier	x	
Watte	x	
Druckerpapier	x	
Puddingpulver	x	x
Tabletten	x	
Kartoffel		x
Haushaltsschwamm	x	
Verpackungsschutz		x

Auswertung

Stärkenachweis:

Stärke ist ein Gemisch aus 20% Amylose und 80% Amylopektin. Amylose besteht aus unverzweigten α -D-Glucopyranose-Ketten, wobei die Monomere über eine α -1,4'-glycosidische Bindung miteinander verknüpft sind. Durch die α -glycosidische Bindung entsteht eine schraubenförmig gewundene Helix, in deren Hohlräume sich komplexierte Iodid-Ionen (Polyiodid-Ionen) einlagern können. Alle sieben Valenzelektronen des Iods sind dabei delokalisiert, wodurch sich eine Anregung im langwelligeren, sichtbaren Bereich des Lichts ergibt (Blaufärbung).

Cellulosenachweis:

Zum Einbau von Polyiodidionen in Cellulose bedarf es – im Unterschied zu den Helices der Stärke – einer Quellung der Cellulosefasern durch Zinkchlorid-Lösung. Zinkchlorid wirkt dabei als Lewis-Säure. Beim Quellvorgang lagern sich Zink-Kationen zwischen die Polymerstränge ein und bilden Chelat-Komplexe mit den Hydroxylgruppen der Cellulose. Die Ausbildung von inter- und intramolekularen Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Cellulosefibrillen wird dadurch gestört, gleichzeitig wird die Cellulosekette molekular abgebaut. Bei der verwendeten Iod-Zinkchlorid-Lösung quillt die Cellulosefibrille zunächst in den amorphen Fransenmicellen auf. Mit der Verringerung des Kristallinitätsgrades werden die Abstände zwischen den Polymersträngen vergrößert. Die so geweiteten Räume zwischen den Fibrillen gestatten den Einbau der relativ großen Polyiodid-Ionen (Ionenradius ca. 220 pm). Bei längerer Einwirkzeit der Iod-Zinkchlorid-Lösung kann die Quellwirkung von Zinkchlorid unter dem Mikroskop verfolgt werden. Die Nachweis-Reaktion ist bisher nicht vollständig aufgeklärt. Auch durch Strukturanalysen konnte noch keine genaue Vorstellung über den Aufbau der gebildeten Chelat-Komplexe gewonnen werden.