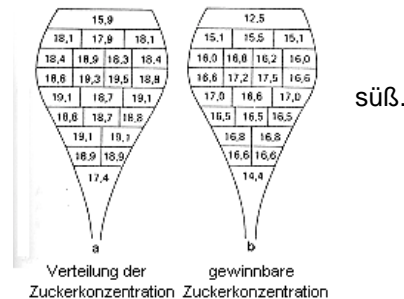




Vorbemerkung

Saccharose (auch Rohr- bzw. Rübenzucker, $C_{12}H_{22}O_{11}$) kommt in fast allen Früchten und vielen Pflanzen vor, in besonders hoher Konzentration im Zuckerrohr und in Zuckerrüben. Die Verteilung der Zuckerkonzentration geht aus nebenstehender Abbildung hervor. Saccharose bildet durchsichtige, wasserfreie Kristalle, löst sich leicht in Wasser und schmeckt angenehm



Aufgabe:

Stellen Sie aus den bereitgestellten Zuckerrüben durch Extraktion Zucker her.

Geräte und Hilfsmittel		Untersuchungsmaterial	Versuchsdauer
1 heißes Wasser	2 Bechergläser (400 ml)	1 Zuckerrübe	≈ 4 Stunden
1 Calciumhydroxidlösung (20 %ig)	2 Bechergläser (200 ml)		
1 Universalindikatorpapier	1 Becherglas (60 ml)		
1 Propantriol (Glycerin)	1 Glasrührstab		
1 Labormesser	1 Trichter		
2 Rohkostreiben	1 Gummischlauch		
1 Gemüsebürste	1 Gaseinleitungsrohr		
1 Schutzbrille, -handschuhe	1 Stahlsieb (fein)		
1 Magnetrührer	Filterpapier		
1 Heizplatte	Filtriergestell		
1 Metallzange (pH-Wert)	Feinregulierungsventil		
1 Mörser	2 Stahltöpfe		
Fehling 1-Lösung	Kohlenstoffdioxyd		
Fehling 2-Lösung	4 Reagenzgläser		
1 Reagenzglashalter	1 Bunsenbrenner		

Durchführung:

Säubern Sie die Zuckerrübe mit einer Gemüsebürste unter fließenden Wasser.

Schneiden Sie die Zuckerrübe in ca. 5 cm große Stücke und raspeln Sie die Stücke mit einer Rohkostreibe.

Füllen Sie ein 400 ml-Becherglas zur Hälfte mit den Rübenschnitzeln. Rund 200 ml Rübenschnitzel entsprechen ca. 140 g. Füllen Sie anschließend das Becherglas genau bis zur 250 ml-Marke mit heißem Wasser. Geben Sie das Rübenschnitzel-Wassergemisch anschließend in einen Stahltopf und kochen Sie die Schnitzel ca. 90 Minuten. Bitte beachten Sie den Wasserverlust während des Kochens. Füllen Sie daher alle 5 Minuten ca. 60 ml Wasser nach.

Nach dem Kochen entsteht der dunkle **Rohsaft**, der neben Zucker noch Verunreinigungen (12-13 % der gelösten TM sind Nichtzuckerstoffe wie z. B. Begleitstoffe, Na-, K-, Mg-Salze, Phosphate und organische Säuren usw.), die u. a. die Kristallisation des Zuckers beeinträchtigen. Um die groben organischen Stoffe zurückzuhalten, gießen Sie den Rohsaft durch ein Sieb (**Pülpfänger**) vorsichtig ab, pressen die Schnitzel mit einem Mörser gut aus und lassen den Rohsaft etwas abkühlen. Füllen Sie von dem Rohsaft 20 ml in ein kleines Becherglas (60 ml) ab und bestimmen Sie den pH-Wert. Füllen Sie weiterhin 4 ml von dem Rohsaft in ein mit Fehlingscher Lösung vorbereitetes Reagenzglas (Vgl. Zuckernachweis S. 2).

Der erste Schritt der **Saftreinigung** ist die **Kalkung**.

Lassen Sie in den leicht säuerlichen und warmen Rohsaft (ca. 85 °C) unter Rühren mit dem Magnetrührer vorsichtig mit der Pipette jeweils 1 ml Calciumhydroxidlösung ($Ca(OH)_2$, Kalkmilch, 20 % ig) einfließen, bis sich ungelöster Kalk bildet (Saturation).



Bestimmen Sie nach jeder Zugabe von $\text{Ca}(\text{OH})_2$ den pH-Wert. Durch die Zugabe von $\text{Ca}(\text{OH})_2$ fällt ein Teil der Nichtzuckerstoffe aus, und gelöste Salze sowie Säuren werden in unlösliche Verbindungen überführt.

Filtrieren Sie anschließend den Rohsaft ab.

Warnhinweise:

Calciumhydroxidlösung verursacht Verätzungen!

Bitte Schutzbrille und Schutzhandschuhe tragen.

Das Kalzium der Saftreinigung verbindet sich aber auch mit der Saccharose zu einer Kalzium-Zucker-Verbindung (Kalziumsaccharat, Zuckerkalk).

Leiten Sie daher einen schwachen Kohlendioxidstrom (CO_2) ein, bis der Saft einen pH-Wert von 10-11 erreicht. Hierdurch wird der Kalk in Kalziumkarbonat überführt (**Karbonatation 1**) und gleichzeitig die ausgefällten Nichtzuckerstoffe umhüllt, so dass sie leicht abgefiltert werden können. Filtrieren Sie daher anschließend den Saft. Es entsteht der **Dünnsaft 1**. Bestimmen Sie den pH-Wert und füllen Sie 4 ml des Dünnsaftes 1 in ein mit Fehlingscher Lösung vorbereitetes Reagenzglas (Vgl. Zuckernachweis S. 2). Zur Herstellung von CO_2 Vgl. S. 3 (Herstellung von Kohlendioxid).

Kochen Sie den Dünnsaft 1 erneut auf der Kochplatte kurz auf, versetzen ihn anschließend mit Kalkmilch ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) und Kohlendioxid (CO_2) (**Karbonation 2**) und filtrieren anschließend den Dünnsaft 1.

Es entsteht ein klarer hellgelber **Dünnsaft 2** mit einem Zuckergehalt von 11-14 %. Bestimmen Sie den pH-Wert und füllen Sie 4 ml von dem Dünnsaft 2 in ein mit Fehlingscher Lösung vorbereitetes Reagenzglas (Vgl. Zuckernachweis S. 2).

Dampfen Sie den Dünnsaft 2 auf der Kochplatte ein, bis der Saft eingedickt ist (**Dicksaft**). Beurteilen Sie den Geruch des Rückstandes.

Entsorgungshinweise: Die Filtrerrückstände dem Kompost zuführen. Verdünnen Sie überschüssige Calciumhydroxidlösung stark mit Leitungswasser und führen Sie diese anschließend dem Abwasser zu.

Zuckernachweis mit Fehlingscher Lösung

Mischen Sie je 1 ml Fehling 1 und Fehling 2 in einem Reagenzglas. Tragen sie dabei eine Schutzbrille. Notieren Sie die Farbe des Fehlinggemisches.

Geben Sie in das Fehlinggemisch 4 ml der zu Untersuchenden Substanz. Schütteln Sie das Reagenzglas zur gleichmäßigen Durchmischung leicht.

Erwärmen Sie die Lösung unter ständigen Schütteln über dem Bunsenbrenner. Tragen Sie dabei eine Schutzbrille! Beachten Sie, dass die Reagenzglasöffnung nicht auf andere Personen gerichtet wird.

Notieren Sie Ihre Beobachtungen und Schlussfolgerungen in der nachfolgenden Tabelle.

	Farbe der Fehlinglösung	Farbveränderung	Schlussfolgerung
Rohsaft			
Dünnsaft 1			
Dünnsaft 2			

Auswertung:

Erläutern Sie das Prinzip der Zuckerherstellung.