

## Die Süße vom Mais

Beschreibung: Gefragt ist eine Erklärung dafür, dass Maiskörner, die frisch gepflückt süß schmecken, in wenigen Stunden ihre Süße verlieren. Die Schülerin/der Schüler soll zeigen, dass sie/er geeignete Methoden zur Identifizierung der Substanz, die für die Süße verantwortlich ist, auswählen kann, und beweisen, dass die Umwandlung der Substanz in Stärke von enzymatischer Aktivität abhängt.

Fachbereich: Chemie-Biochemie

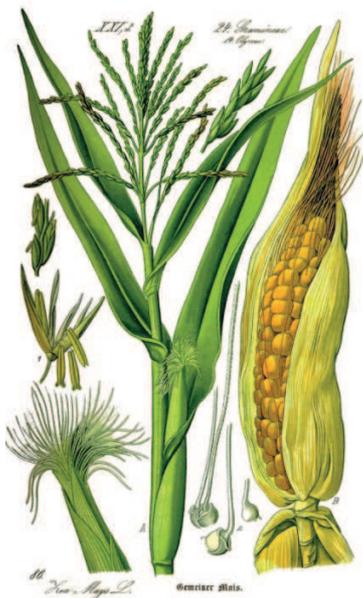
Zur Verfügung stehende Zeit: 2 Stunden

Erforderliche Kenntnisse

- Kohlenhydrate: Einteilung, chemisch-physikalische Eigenschaften, Stoffwechsel
- Enzymkinetik und Verlauf der chemischen Reaktionen
- Labortests für den Nachweis der Kohlenhydrate, Fette und Eiweiße

Autoren: AG Chemie, Rovereto, Oktober 2015, Version 22.11.2015

Dein Freund Franz pflückt einen Maiskolben und kostet neugierig die Körner. Da sie süß schmecken, nimmt er ein Säckchen davon mit nach Hause. Am Tag darauf bietet er sie dir an und sagt: „Koste mal, wie süß die sind!“ Du bist aber ganz enttäuscht vom Geschmack und stellst fest: „Die sind für mich überhaupt nicht süß!“ Franz kostet selbst und merkt, dass die Körner tatsächlich weniger süß sind als am Tag zuvor. Er vermutet zunächst, dass sie möglicherweise ausgetrocknet sind. Gemeinsam entscheidet ihr also, eine Handvoll Maiskörner gleich nach der Ernte, nach 24 Stunden und zur Sicherheit noch nach 48 Stunden zu wiegen, aber ihr stellt keine signifikanten Unterschiede fest. Im Internet findet ihr schließlich verschiedene interessante Informationen, die das Phänomen erklären könnten.



- Mais wird in gemäßigten und tropischen Klimazonen angebaut. Als Nahrungsmittel wird er in Form von Körnern, Öl, Mehl und Stärke verwendet. Er ist glutenfrei und hat einen hohen Nährwert.
- Ärzte raten Diabetikern vom Verzehr frischer Maiskörner ab.
- Iodtinktur färbt Maismehl violett; frischer Mais hingegen verfärbt sich nicht.
- „Samen“ ist kein geeigneter Ausdruck für ein Maiskorn. In Wirklichkeit ist das Korn eine ganze Frucht, genannt Karyopse. Die Karyopsen haben eine dünne Außenhülle, die den Samen eng umschließt und schützt (*Fruchtschale und Samenschale sind miteinander verwachsen*).
- Die Karyopsen der verschiedenen Getreidesorten können chemisch und physikalisch analysiert werden, um die enthaltenen Nährstoffe qualitativ und quantitativ zu bestimmen: Tollensprobe, Fehlingstest, Benediktprobe, Biuret-Test, Sudan IV-Test, Oxidation mit Brom, Salpetersäure; von den physikalischen Eigenschaften kann man

die Dichte bestimmen, ebenso den Refraktionsindex (Brechungsindex) und die Fähigkeit der aus der Karyopse isolierten Zuckerlösung, polarisiertes Licht zu drehen.

- Das Maiskorn ist eine Schließfrucht: Sie öffnet sich auch bei der Reifung nicht, um Samen freizusetzen.
- Verschiedene Maissorten werden als Lebensmittel angebaut. Eine davon, nämlich „*Zea mays saccharata*“ ist eine süße Sorte mit einem rezessiven Gen, das für die Süße in den Maiskörnern verantwortlich ist.
- Versuchsreihen haben gezeigt, dass die Süße im frischen Mais in wenigen Stunden abnimmt: Man kann die für die Süße verantwortliche Substanz nach und nach entnehmen und jeweils deren Menge bestimmen. Die folgenden Messwerte zeigen die Ergebnisse des oben beschriebenen Experiments – durchgeführt an frischen Maiskörnern:

<b>Tabelle1</b>	
Süße (mmol/ml)	Zeit (Stunden)
1	3
0,82	9
0,70	12
0,58	18
0,50	24
0,34	36
0,30	48
0,25	60
0,24	70

**Tabelle 2**  
NB. Die Länge des Proberöhrchens beträgt 2 dm

„Süße“ (mmol/ml)	Drehwinkel (°)
1	19
0,70	13,3
0,50	9,5
0,25	4,7

**Tabelle 3**

Spezifischer Drehwinkel  $[\alpha]_D$  einiger Zucker

D-(+)-Galaktose = + 82°
D-(+)-Glucose = + 52,7° (Dextrose)
D-(–)-Fructose = – 89,5°
Saccharose = + 66° (Glucose-Fructose)

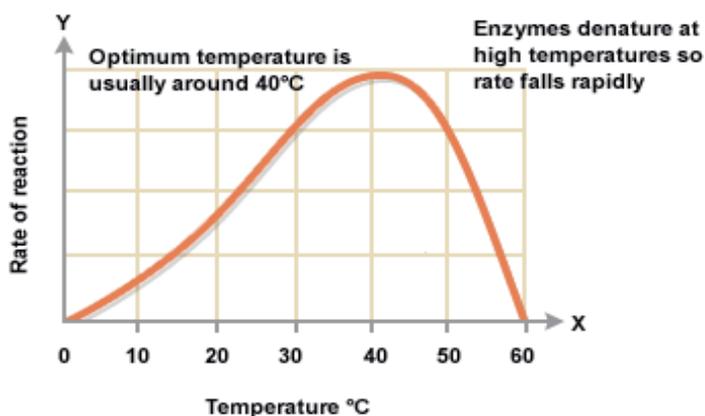
## Aufgaben:

1. Werte die im Text enthaltenen Informationen aus und erkläre, was mit den Maiskörnern passiert.
2. Formuliere eine Hypothese über die Natur des „süßen Stoffes“ im frischen Mais und untermauere sie mit den Informationen aus dem Internet und mit den Ergebnissen der Versuche. Welche der angeführten Tests würdest du im Labor durchführen, um den Stoff zu identifizieren? Begründe deine Auswahl.
3. Formuliere anhand der Ergebnisse der Versuche am frischen Mais eine Hypothese, die das Verschwinden der Süße erklärt: Welche chemische Reaktion ist für die Umwandlung verantwortlich? Welche Substanz ist nach 24 Stunden im Mais enthalten und wie kannst du sie nachweisen? Wieso bleibt die Süße in der süßen Varietät erhalten?

Zu Aufgabe 4: Im Internet findet man bei Rezepten für gegrillten Mais folgende Tipps:

*Wähle den Mais mit Bedacht aus und kaufe nur frische, soeben gereifte Kolben vom Obsthändler. Die Hülle sollte grün sein und fest am Kolben anliegen. Der Stiel sollte hellgelb, das Ende der Bartfäden hellbraun sein. Öffne noch beim Obsthändler die Hülle leicht, um einige Maiskörner zu prüfen: Sie sollten weiß bis blassgelb, schön rund und in geraden kompakten Reihen entlang des Kolbens angeordnet sein. Man sollte sie entweder gleich verzehren oder sie nur für kurze Zeit im Kühlschrank aufbewahren.*

*Wenn ihr nicht sicher seid, dass der Mais frisch ist, verwendet ihr besser vakuumverpackte Maiskolben. Diese soll man etwa 10 Minuten in der Packung sieden, abtropfen lassen und am Ende nochmals 10 Minuten lang grillen (Donna Moderna).*



Eine Besonderheit von biologischen Systemen ist die Möglichkeit, laufende Reaktionen zu steuern, wie etwa in Graphik 1 dargestellt. Beantworte davon ausgehend folgende Fragen:

4. Welche wissenschaftliche Erklärung würdest du zu den Tipps für gegrillten Mais abgeben? Wenn du frische und süße Maiskolben verkaufen wolltest: Wie würdest du sie behandeln?

### Lösungen

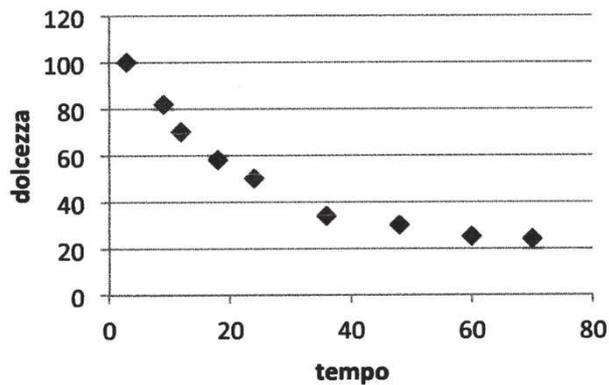
**1:** Der süße Geschmack des Mais wird von einer Substanz verursacht. Die Menge dieser Substanz verringert sich und verschwindet nach einigen Stunden fast vollständig. Da die Masse der Maiskörner gleich bleibt, hat sich die Substanz in etwas anderes umgewandelt. Für die Süße von Mais sind meistens einfache Zucker verantwortlich, deshalb weist alles darauf hin, dass in frischen Maiskörnern ein solcher Zucker enthalten ist. Im Maismehl befindet sich Stärke (färbt sich mit Iodtinktur violett), der frische Mais enthält sicherlich viel weniger davon. Deshalb ist der in großen Mengen enthaltene Zucker kein Mehrfachzucker, sondern ein Einfachzucker.

**2:** Die wahrscheinlichste Hypothese ist, dass der in großen Mengen enthaltene Zucker im frischen Mais Glukose ist. Experimentelle Nachweise bestätigen dies:

Mit Tabelle 2 kann man zeigen, dass der Zucker Glukose ist: Man wendet die Gleichung  $[\alpha] = \alpha / C \times L$  an und vergleicht mit dem spezifischen optischen Drehwinkel der einzelnen Zuckerlösungen in Tabelle 3. Da Glukose ein reduzierender Zucker ist, kann man mehrere der angegebenen Tests anwenden, um seine Anwesenheit zu bestätigen.

**3:** Die Daten von Tabelle 3 kann man in einer Graphik darstellen, die zeigt, wie die Konzentration der süßen Substanz laufend abnimmt. Der Verlauf ist anfänglich fast linear und erreicht schließlich eine steady state – Situation: Der Schüler kann bestätigen, dass die Glukose verschwindet, weil sie in Stärke umgewandelt wird. Deren Anwesenheit könnte nach 24 Stunden mit dem Lugol-Test nachgewiesen werden. Die Umwandlung entspricht einer Polymerisation, und da sie in einem biologischen System stattfindet, wird sie von einem Enzym katalysiert. Dessen Aktivität führt zur Stärkesynthese, solange das Substrat vorhanden ist. Anfangs läuft die Reaktion schnell ab, dann verlangsamt sie sich.

Dieser Verlauf stimmt mit dem schnellen Verlust der Süße in den Maiskörnern überein. Die süße Maissorte hat eine rezessive Mutation im Gen, welches das Enzym für die Polymerisation kodiert. Die Pflanze stellt daher das Enzym nicht oder nur in sehr geringem Ausmaß her, deshalb bleibt die Süße erhalten.



**4:** Die Grafik 1 zeigt, dass ein Enzym bei 40°C die größte Effizienz aufweist. Bei tieferen Temperaturen nimmt die Geschwindigkeit der chemischen Reaktion (mit oder ohne Katalysator) ab. Deshalb sollte man die frischen Maiskörner kühlen: Die Frische und die Süße bleiben so erhalten. Bei thermischer Behandlung, z. B. wenn man die Körner bei 80°C kocht, werden die Enzyme denaturiert: Diese Enzyme könnten Frische und Süße verändern; auch das Enzym, das verantwortlich für die Umwandlung von Glukose in Stärke ist, würde denaturieren. Auch so könnten wir die Süße der Maiskörner erhalten.

Um die Kolben zu verkaufen, könnte man sie dampfgaren, vakuumverpacken und im Kühlschrank aufbewahren.