



Chemie

Schwefeldioxid in Trockenobst

Abiturvorbereitung

Aufgaben

- 1 **Recherchieren** Sie den Einsatz von Konservierungsstoffen am Beispiel Schwefeldioxid (nutzen Sie die QR-Codes).
- 2 **Führen** Sie den qualitativen Nachweis von Schwefeldioxid durch und **erklären** Sie das Ergebnis (**M1**).
- 3 **Führen** Sie den quantitativen Nachweis von Schwefeldioxid durch und **erklären** Sie das Ergebnis (**M2**).
- 4 **Vergleichen** Sie den ADI-Wert (Sulfit = 0,7 mg/kg Körpergewicht) mit Ihren Versuchsergebnissen und **bewerten** Sie den Konsum von Trockenobst (nutzen Sie den QR-Code).



Material

M1: Versuchsanleitung Qualitativer Nachweis von Schwefeldioxid

Geräte und Materialien

2 Reagenzgläser mit Stopfen, Reagenzglasständer, Schneidbrett & Messer, Messzylinder (10 mL), Tropfpipette, Spatel, Waage

Chemikalien

getrocknete Aprikosen (geschwefelt), Iod-Kaliumiodid-Lösung ($c = 0,1 \text{ mol/L}$, ) , Stärkelösung ($w = 1 \%$), demineralisiertes Wasser

Durchführung

1. Zwei Reagenzgläser mit jeweils 10 mL Stärkelösung befüllen.
2. Etwas Trockenobst klein schneiden, 2 g abwiegen und in ein Reagenzglas füllen. Das Reagenzglas verschließen und schütteln.
3. Das zweite Reagenzglas dient zum Vergleich.
4. In beide Reagenzgläser einige Tropfen Iod-Kaliumiodid-Lösung geben und Veränderungen sofort und nach 5 Minuten beobachten.

Entsorgung

Trockenobst abfiltrieren und im Hausmüll entsorgen. Die Lösungen werden im Ausguss entsorgt.

M2: Versuchsanleitung Quantitativer Nachweis von Schwefeldioxid

Geräte und Materialien

Becherglas (100 mL), Erlenmeyerkolben (2 x 50 mL) + Stopfen, Messzylinder (50 mL), Bürette, Stativmaterial, Trichter & Filter, Schneidebrett & Messer, Magnetrührer & Rührfisch, Messpipetten (10 mL, 1 mL), Peleusball, Spatel, Waage, Wägeschälchen

Chemikalien

getrocknete Aprikosen (geschwefelt), Iod-Kaliumiodid-Lösung ($c = 0,002 \text{ mol/L}$, ) , Stärkelösung ($w = 1 \%$), demineralisiertes Wasser

Durchführung

1. Trockenobst mit Messer fein zerkleinern und etwa 2 g abwiegen (Einwaage).
2. Abgewogene Portion in einen Erlenmeyerkolben geben, mit 30 mL Wasser auffüllen, verschließen und 3 Minuten kräftig schütteln.
3. Flüssigkeit in einen Messzylinder filtrieren und das Volumen ablesen (Ausgangsvolumen).
4. 10 mL des Filtrats in einen weiteren Erlenmeyerkolben überführen (Einsatzvolumen) und mit 1 mL Stärkelösung versetzen.
5. Die Bürette mit Iod-Kaliumiodid-Lösung füllen.
6. Erlenmeyerkolben mit Probe auf den Magnetrührer stellen und unter Rühren so lange Iod-Kaliumiodid-Lösung zutropfen, bis die Violettfärbung der Lösung mindestens 30 Sekunden bestehen bleibt.
7. Das verbrauchte Volumen der Iod-Kaliumiodid-Lösung ablesen (Iodverbrauch).

Entsorgung

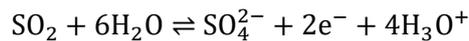
Nach der Titration werden alle Lösungen im Ausguss entsorgt. Die überschüssige Iod-Lösung wird vor dem Entsorgen mit wenigen Spatelspitzen Natriumthiosulfat reduziert.

Hinweise für Lehrkräfte

Auswertung (Aufgabe 1)

Lebensmittelverderb ist im Wesentlichen auch das Wachstum von Bakterien oder Pilzen zurückzuführen. Für deren Wachstum spielen insbesondere Atmungs- oder Gärungsprozesse eine Rolle, wobei Redoxreaktionen einen bedeutenden Anteil der ablaufenden chemischen Reaktionen darstellen.

Viele Konservierungsstoffe wie auch das Schwefeldioxid stellen dabei gute Reduktionsmittel dar, die die enzymatisch katalysierten Redoxreaktionen im Stoffwechsel der Bakterien und Pilze zu hemmen. So oxidieren z.B. Schwefeldioxid-Moleküle zu Sulfat-Anionen.. Dabei findet folgende Oxidationsreaktionen statt:



Weiterhin wirkt Schwefeldioxid als Antioxidationsmittel und hemmt somit Reaktionen der in dem Lebensmittel enthaltenen Stoffe mit Luftsauerstoff.

Beobachtungen und Auswertung M 1 (Aufgabe 2)

	Iod-Kaliumiodid-Lösung		
	vorher	nachher	nach 5 Minuten
Blindprobe			
Probe mit Trockenobst			

Fotos: Akram

Nach Zugabe der Iod-Kaliumiodid-Lösung färben sich die Lösungen in beiden Reagenzgläsern violett. Während in der Blindprobe die Farbe auch nach fünf Minuten beständig bleibt, verblasst sie im Reagenzglas mit dem Trockenobst. Da das Trockenobst geschwefelt ist, wirkt das Schwefeldioxid als Reduktionsmittel. Triiodid-Ionen werden zu Iodid-Ionen reduziert, wodurch die Färbung der Lösung des Iod-Stärke-Komplexes verschwindet.

Beobachtungen und Auswertung M 2 (Aufgabe 3)

SO ₂ -Stärke-Lösung vor der Titration	SO ₂ -Stärke-Lösung nach der Titration
	

Fotos: Akram

Die zuvor farblose Lösung nimmt durch Zugabe der Iod-Kaliumiodid-Lösung eine blauviolette Farbe an. Während der Titration verschwindet die Farbe immer wieder, bis zu sie ab einem bestimmten Volumen an Iod-Kaliumiodid-Lösung bestehen bleibt. Das Verschwinden der Farbe ist auf das extrahierte Schwefeldioxid zurückzuführen, dessen Moleküle die Iod-Moleküle sofort zu Iodid-Ionen reduzieren, bevor sich der farbige Iod-Stärke-Komplex

bilden kann. Wurde die Schwefeldioxid-Moleküle vollkommen zu Sulfat-Ionen oxidiert, bilden sich bei weiterer Iod-Zugabe Triiodid-Ionen und folglich der farbige Iod-Stärke-Komplex.

Auswertung (Aufgabe 4)

Beispiel für die Berechnung des enthaltenen Schwefeldioxids

Einwaage $m_E = 1,36$ g

Ausgangsvolumen $V_A = 29,9$ mL

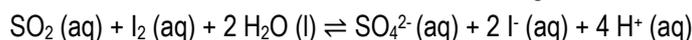
Einsatzvolumen $V_E = 10$ mL

Iodverbrauch $V = 3,1$ mL

Stoffmenge der verbrauchten Iod-Moleküle:

$$n(I_2) = c \cdot V = 0,002 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 0,0031 \text{ L} = 6,2 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

Die Reaktion zwischen Iod und Schwefeldioxid lautet folgendermaßen:



Nach dieser Reaktionsgleichung entspricht die Stoffmenge der umgesetzten Iod-Moleküle der Stoffmenge der umgesetzten Schwefeldioxid-Moleküle, da sie im Stoffmengen-Verhältnis 1:1 reagieren.

$$n(I_2) = n(\text{SO}_2) = 6,2 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

Mithilfe der Stoffmenge und der molaren Masse kann nun die Masse an Schwefeldioxid berechnet werden. Diese befindet sich in den 10 mL des Einsatzvolumens nach Extraktion.

$$m_E(\text{SO}_2) = n \cdot M = 6,2 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,3968 \cdot 10^{-4} \text{ g}$$

Um die Masse des Schwefeldioxids vor der Extraktion im Ausgangsvolumen zu berechnen, muss der Korrekturfaktor k aus dem Ausgangs- und Einsatzvolumen berechnet werden:

$$k = \frac{V_A}{V_E} = \frac{29,9}{10} \text{ mL} = 2,99$$

Dieser wird mit der berechneten Masse des Einsatzvolumens multipliziert:

$$m_{ges}(\text{SO}_2) = k \cdot m_E = 2,99 \cdot 0,3968 \cdot 10^{-4} \text{ g} = 1,186 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

$1,186 \cdot 10^{-3}$ g Schwefeldioxid befinden sich in 29,9 mL Trockenobst-Lösung. Um den Massenanteil w des Schwefeldioxids in der eingewogenen Trockenobstprobe zu berechnen, wird die berechnete Gesamtmasse des Schwefeldioxids $m_{ges}(\text{SO}_2)$ durch die Einwaage m_E geteilt.

$$w = \frac{m_{ges}(\text{SO}_2)}{m_E} = \frac{1,186}{0,00136} \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} = 872 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} = 872 \text{ ppm}$$

Demnach befindet sich in den untersuchten Aprikosen 872 mg/kg Schwefeldioxid. Dieser Wert liegt unter der gesetzlich geregelten Höchstgrenze von 2000 mg/kg in Trockenfrüchten wie Aprikosen. Bei einem ADI-Wert von 0,7 mg/kg Körpergewicht, könnte ein Erwachsener mit 70 kg Körpergewicht 49 mg Schwefeldioxid ohne gesundheitliche Einschränkungen pro Tag zu sich nehmen. Diese wären in 56 g Trockenfrüchten enthalten. Diese Menge wirkt zunächst nicht besonders groß, durch den Trockenvorgang enthält Trockenobst jedoch sehr große Mengen an Kohlenhydraten, was den Verzehr von großen Mengen generell erschwert. Selbst in dem Fall, dass man mehr als diese Menge konzentriert, müsste man dies über einen langen Zeitraum täglich tun, um durch das Schwefeldioxid gesundheitliche Folgen zu erwarten.

Literatur

Theobald, S.: Lebensmittelzusatzstoffe Teil 2 – Konservierungsmittel. In: Ernährungsmedizin 1 (2012) 32-37. URL: https://www.rosenfluh.ch/media/ernaehrungsmedizin/2012/01/Lebensmittelzusatzstoffe_Teil_2__Konservierungsmittel.pdf [8.1.2022]

BZfE: Lebensmittelverderb erkennen. URL: <https://www.bzfe.de/nachhaltiger-konsum/lagern-kochen-essen-teilen/lebensmittelverderb-erkennen/> [8.1.2022]

planet wissen: So verderben Lebensmittel. URL: <https://www.planet-wissen.de/gesellschaft/essen/frischhalten/pwiesoverderbenlebensmittel100.html> [8.1.2022]

transparenz GENTECHNIK: ADI-Wert. URL: <https://www.transgen.de/lexikon/1748.adi-wert.html> [8.1.2022]

haccp: Schwefeldioxid und Sulfite. URL: <https://www.haccp.de/recht-normen/item/schwefeldioxid-und-sulfite> [8.1.2022]