

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中（職）組成果報告表單

題目名稱： 研鹽醃·談探糖

一、摘要：

俗話說：「民以食為天」食物是我們生活中不可或缺的一部分，在早期沒有合適的設備保存食物時，醃漬食物是保存的方法之一。而我們都知道食物醃漬與食物滲透壓息息相關，本研究利用測量不同濃度溶液中細胞之變化，得出小黃瓜與白蘿蔔之滲透壓。根據實驗結果，我們可以發現小黃瓜與白蘿蔔浸泡在高濃度的鹽水和糖水中，細胞的大小和重量均減少。另外，我們也發現鹽水和糖水的滲透壓會隨著濃度升高而增加。

二、探究題目與動機

市面上有許多不同的醃漬食品，像是超商裡販售的罐頭以及餐廳裡的開胃前菜，我們可以發現這些醃漬食品的形狀、大小、口感都與原本新鮮的食材有所不同。其中，醃漬食品中最常見的食材為小黃瓜與白蘿蔔，因此我們想研究小黃瓜與白蘿蔔在不同濃度溶液中，其形狀、大小、重量的變化。

三、探究目的與假設

我們都知道食物醃漬與食物內水分含量息息相關，而食物內水分含量又與滲透壓有關，本研究利用測量不同濃度溶液中細胞之大小及重量變化，得出小黃瓜與白蘿蔔之滲透壓。

- (一) 觀察小黃瓜與白蘿蔔浸泡於不同濃度之糖水與鹽水後的細胞大小變化
- (二) 觀察小黃瓜與白蘿蔔浸泡於不同濃度之糖水與鹽水後的重量變化
- (三) 計算糖水與鹽水之滲透壓

四、探究方法與驗證步驟

(一) 研究材料及器材：

表 1、實驗所需之材料與器材

材料及器材	數量	材料及器材	數量
小黃瓜	一條	砧板	一塊
白蘿蔔	一條	電子秤	一台
糖	數克	複式顯微鏡	一台
食鹽	數克	培養皿	六個
亞甲藍液	數滴	攪拌棒	一支
飲用水	適量	燒杯(100ml)	兩個
刨刀	一支	目鏡測微器	一片
刀子	一支	載物台測微器	一片

(二) 細胞大小觀察：

1. 實驗步驟：

- (1) 將小黃瓜、白蘿蔔用刨刀削成薄片
- (2) 將目鏡測微器放入目鏡筒中、載物台測微器放在載物台上
- (3) 將目鏡測微器及載物台測微器刻度重疊在一起，校準出目鏡測微器的值
- (4) 由載物台測微器的距離除以目鏡測微器的刻度格數，算出目鏡測微器每格的長度
- (5) 將小黃瓜、白蘿蔔切片加入亞甲藍液置於顯微鏡下觀察原細胞大小並記錄
- (6) 將小黃瓜、白蘿蔔泡入不同濃度之鹽水及糖水中，並靜置於冰箱中 7 日
- (7) 將小黃瓜、白蘿蔔從冰箱內取出測量其大小並記錄

2. 實驗結果：

因為並非每個細胞大小都相同，所以我們利用取五個細胞大小並計算其平均值來做為本次實驗數據，但從實驗數據中我們可以發現，只有白蘿蔔的細胞大小隨著糖水與鹽水的濃度升高而縮小。

小黃瓜的細胞大小並不完全隨著糖水與鹽水的濃度升高而縮小，其中浸泡於 30% 糖水的小黃瓜細胞大小甚至呈現增大的現象，我們推論可能是因為小黃瓜本身的細胞就有大小差異，測量時未注意在小黃瓜上的相近位置測量細胞大小，才會出現此結果。

(1) 小黃瓜：

表 2、小黃瓜泡入不同濃度糖水七日後大小變化

溶液	10% 糖水	20% 糖水	30% 糖水
小黃瓜平均細胞大小	16 μ m	16 μ m	16 μ m
7 日後小黃瓜平均細胞大小	14.75 μ m	15.25 μ m	17.5 μ m
細胞大小變化	-1.25 μ m	-0.75 μ m	1.5 μ m

表 3、小黃瓜泡入不同濃度鹽水七日後大小變化

溶液	10% 鹽水	20% 鹽水	30% 鹽水
小黃瓜平均細胞大小	16 μ m	16 μ m	16 μ m
7 日後小黃瓜平均細胞大小	13.75 μ m	12 μ m	14.66 μ m
細胞大小變化	-2.25 μ m	-4 μ m	-1.34 μ m

(2) 白蘿蔔 :

表 4、白蘿蔔泡入不同濃度糖水七日後大小變化

溶液	10% 糖水	20% 糖水	30% 糖水
白蘿蔔平均細胞大小	17.4 μ m	17.4 μ m	17.4 μ m
7 日後白蘿蔔平均細胞大小	13 μ m	9 μ m	8 μ m
細胞大小變化	-4.4 μ m	-8.4 μ m	-9.4 μ m

表 5、白蘿蔔泡入不同濃度鹽水七日後大小變化

溶液	10% 鹽水	20% 鹽水	30% 鹽水
白蘿蔔平均細胞大小	17.4 μ m	17.4 μ m	17.4 μ m
7 日後白蘿蔔平均細胞大小	13.8 μ m	10 μ m	8 μ m
細胞大小變化	-3.6 μ m	-7.4 μ m	-9.4 μ m

(三) 細胞重量觀察 :

1. 實驗步驟 :

- (1) 將小黃瓜切成薄片並於每個培養皿中放入等重的小黃瓜
- (2) 將白蘿蔔切成薄片並於每個培養皿中放入等重的白蘿蔔
- (3) 準備 10%、20%、30% 的食鹽水
- (4) 準備 10%、20%、30% 的糖水
- (5) 將小黃瓜、白蘿蔔泡入不同濃度的鹽水及糖水中
- (6) 靜置於冰箱中 7 天
- (7) 將小黃瓜、白蘿蔔從冰箱內取出測量其重量並記錄

2. 實驗結果 :

根據實驗結果，我們可以看到小黃瓜與白蘿蔔浸泡於高濃度的鹽水與糖水 7 日後，重量都有明顯的減少，且隨著溶液濃度越高減少的重量也越多，由於有細胞膜的阻擋糖和鹽無法自由進出細胞內外，所以我們可以知道當小黃瓜與白蘿蔔浸泡於越高濃度的溶液後，由細胞內流至細胞外的水分就越多。

(1) 小黃瓜：

表 6、小黃瓜泡入不同濃度糖水七日後重量變化

原始	10%糖水	20%糖水	30%糖水
糖	2g	4g	6g
飲用水	18g	16g	14g
糖水總重	20g	20g	20g
小黃瓜重量	5g	5g	5g
糖水+小黃瓜重量	25g	25g	25g
7日後糖水+小黃瓜重量	25g	25g	25g
7日後小黃瓜重量	3.30g	3.05g	2.68g
小黃瓜減少重量	1.70g	1.95g	2.32g

表 7、小黃瓜泡入不同濃度鹽水七日後重量變化

原始	10%鹽水	20%鹽水	30%鹽水
鹽	2g	4g	6g
飲用水	18g	16g	14g
鹽水總重	20g	20g	20g
小黃瓜重量	5g	5g	5g
鹽水+小黃瓜重量	25g	25g	25g
7日後鹽水+小黃瓜重量	25g	25g	25g
7日後小黃瓜重量	3.92g	3.89g	3.03g
小黃瓜減少重量	1.08g	1.11g	1.97g

(2) 白蘿蔔：

表 8、白蘿蔔泡入不同濃度糖水七日後重量變化

原始	10%糖水	20%糖水	30%糖水
糖	2g	4g	6g
飲用水	18g	16g	14g
糖水總重	20g	20g	20g
白蘿蔔重量	5g	5g	5g
糖水+白蘿蔔重量	25g	25g	25g
7日後糖水+白蘿蔔重量	25g	25g	25g
7日後白蘿蔔重量	4.94g	3.98g	3.88g
白蘿蔔減少重量	0.06g	1.02g	1.12g

表 9、白蘿蔔泡入不同濃度鹽水七日後重量變化

原始	10%鹽水	20%鹽水	30%鹽水
鹽	2g	4g	6g
飲用水	18g	16g	14g
鹽水總重	20g	20g	20g
白蘿蔔重量	5g	5g	5g
鹽水+白蘿蔔重量	25g	25g	25g
7日後鹽水+白蘿蔔重量	25g	25g	25g
7日後白蘿蔔重量	3.26g	2.86g	2.55g
白蘿蔔減少重量	1.74g	2.14g	2.54g

(四) 滲透壓計算：

1. 實驗步驟：

- (1) 溶液滲透壓公式： $\pi = C_M RT$ ，若溶液為電解質則 $\pi = i C_M RT$ (C_M ：體積莫耳濃度、單位： mole/L ， R ：理想氣體常數 0.082 、單位： $\text{atm}\cdot\text{L}/\text{mol}\cdot\text{K}$ ， T ：絕對溫度、單位： K ， i ：凡荷夫因子)
- (2) 體積莫耳濃度 C_M 計算：溶質重量 g 除以分子量再除以溶液體積，及得出體積莫耳濃度 C_M
- (3) 將體積莫耳濃度 C_M 乘上理想氣體常數 R 再乘上絕對溫度 T ，及得出滲透壓

2. 實驗結果：

根據計算結果我們可以發現，溶液之滲透壓 π 會隨著體積莫耳濃度 C_M 的增加而升高，且在固定溫度的情況下，當體積莫耳濃度 C_M 增加為 x 倍，滲透壓 π 也升高為 x 倍。

表 10、不同濃度糖水之滲透壓

溶液	10%糖水	20%糖水	30%糖水
體積莫耳濃度 C_M	0.292 mole/L	0.584 mole/L	0.877 mole/L
理想氣體常數 R	0.082 atm·L/mol·K	0.082 atm·L/mol·K	0.082 atm·L/mol·K
絕對溫度 T	278K	278K	278K
滲透壓 π	6.665	13.330	19.996

表 11、不同濃度鹽水之滲透壓

溶液	10%鹽水	20%鹽水	30%鹽水
凡荷夫因子 i	1.8	1.8	1.8
體積莫耳濃度 C_M	1.712 mole/L	3.424 mole/L	5.136 mole/L
理想氣體常數 R	0.082 atm·L/mol·K	0.082 atm·L/mol·K	0.082 atm·L/mol·K
絕對溫度 T	278K	278K	278K
滲透壓 π	70.261	140.523	210.643

五、結論與生活應用

(一) 結論：

1. 細胞浸泡在高濃度溶液中，由於細胞內溶質濃度較低，水分會由細胞內流向細胞外
2. 固定溫度下，溶液之滲透壓隨著體積莫耳濃度增加而升高，兩者成正比關係

(二) 生活應用：

我們可以利用細胞內外的濃度和滲透壓差異來使細胞水分散失，延長食物保存時間，早期沒有冰箱便是利用這個原理保存食物，例如菜脯，另外現今市面上常見的醃漬食品也是利用此原理，例如蜜餞。

參考資料

1. 顯微鏡及測微器使用 檢索日期 2020/12/3
<http://www2.nsysu.edu.tw/Bio/images/commen/bio-ex10408.pdf>
2. 中國優秀碩士學文論文全文數據庫 低鹽腌漬黃瓜質構與風味變化的研究 檢索日期 2020/12/11
<https://reurl.cc/KxR4EM>
3. 醫學百科 滲透壓 檢索日期 2020/12/18
<http://cht.a-hospital.com/w/%E6%B8%97%E9%80%8F%E5%8E%8B>
4. 滲透壓 檢索日期 2020/12/18
http://163.28.10.78/content/senior/chemistry/tp_sc/content1/number1/5/5-6.htm