

生物探究學習成果

高二上學期實驗探究活動彙整

新竹女中 周語泠

SEPTEMBER 2023 - NOVEMBER 2023

檔案目錄

- p 3. 探究活動一
- p 11. 探究活動二
- p 18. 探究活動三
- p 26. 探究活動四
- p 32. 課程總心得與反思

壹、探究活動一

“因你改變”

-- 還原糖、蛋白質脂質的檢測

實驗時間：2023/09/11

一、實驗目的

這堂探究課的主要目的是認識還原糖、蛋白質和脂質以及了解可以用何種試劑檢測、如何檢測他們。

二、假說

推測糖能用本氏液觀測其是否存在，不同濃度的糖類濃度會從藍色產生不同顏色的變化。而蛋白質能透過雙縮脲試劑看其是否從原本未含蛋白質的藍色變成紫紅色到藍紫色。脂質則可用牛皮紙或乙醇測試：牛皮紙在滴上含有脂質的物質後會產生深色痕跡；乙醇碰到脂質會發生乳化作用，可用來觀測。

三、背景知識

- 本氏液主要用來檢測還原性糖，包括除蔗糖之外基本上所有的單糖和雙糖。其含有硫酸銅及鹼性鈉鹽。如果測試樣本是還原糖，混合物中會形成磚紅色的沉澱物。這是因為還原糖會將硫酸銅中的二價銅離子還原成一價銅離子，並以氧化亞銅的形式沉澱。
(銅金屬-本氏液. (2010, December 30). Magichem 魔幻化境. <https://case.ntu.edu.tw/magichem/blog/?p=1239>)
- 將二價銅離子溶液添加到蛋白質溶液中，如果存在肽鍵，由於銅-肽複合物的形成，會出現藍色。顏色的強度與樣品中存在的蛋白質濃度成正比。雙縮脲測試是一種定性測試，這意味著它只能表明蛋白質的存在與否，而不能表明具體的類型或數量。

雙縮脲試劑中的 Cu^{2+} 生成具有蛋白質肽鍵的化合物。因此，該技術可用於識別任何物質中的肽鍵。當兩個酸通過羧基和氨基連接時形成肽鍵。此外，蛋白質的基本單位由通過肽鍵連接的氨基酸組成。

(Mn編輯器. (2023, January 25). 雙縮脲蛋白質檢測原理、程序、結果、應用。微生物學筆記--在線生物學筆記. <https://reurl.cc/1GxVlY>)

- 牛皮紙試驗 (Kraft paper test)：棕色的牛皮紙對油脂吸附很明顯，紙上會出現更深的顏色，視為陽性反應 (台灣化學教育 (2016年7月) 微量化學實驗：常見食物營養成分的微量檢驗 <https://reurl.cc/kad6zb>) 脂質不溶於水，但乙醇不溶於水，因此稀釋乙醇會導致其從溶液中析出，形成混濁的白色乳液。

(乳化試驗 Emulsion Test. (n.d.). Academic Accelerator. <https://reurl.cc/jv7ANy>)

四、實驗設備及器材

0.5 M 葡萄糖溶液	2ml	試管	10支
稀釋蛋白液	2ml	試管架	1個
沙拉油或其他植物油	2ml	滴管	數支
本氏液	6ml	玻棒	數支
雙縮脲試劑	8ml	蒸餾水	足量
95% 乙醇	30ml	牛皮紙	適量
牛奶	2ml	1000ml 大燒杯	1個
100°C 沸水	適量		

五、研究過程與方法

(一) 還原糖的檢測。

1. 取葡萄糖液、牛奶各2ml，分別裝入試管中，編號A1~2，作為實驗組。
2. 取蒸餾水2ml亦裝入試管中，編號A3，作為對照組。
3. 在A1~A3試管中，分別加入2ml的本氏液，並攪拌均勻。
4. 以大燒杯裝100°C廢水，將3支試管放入大燒杯中水浴2分鐘，過程中若大燒杯內水溫下獎，可不斷補充廢水使環境維持在100°C左右。
5. 觀察試管內的顏色變化並記錄。

	實驗組		對照組
編號	A1	A2	A3
待測物	葡萄糖液	牛奶	蒸餾水
待測液體積	2ml	2ml	2ml
本氏液體積	2ml	2ml	2ml

(二) 蛋白質的檢測

1. 取牛奶、稀釋蛋白液各2ml，分別裝入試管中，編號B1~B2，作為實驗組。
2. 取蒸餾水裝入試管中，編號B3，作為對照組。
3. 在B1~B3試管中，分別加入2ml的雙縮脲試劑，並攪拌均勻。
4. 靜置5分鐘後，觀察試管中的顏色變化並記錄。

	實驗組		對照組
編號	B1	B2	B3
待測物	稀釋蛋白液	牛奶	蒸餾水
待測液體積	2ml	2 ml	2ml
雙縮脲試劑 體積	2ml	2ml	2ml

(三) 脂質的檢測

(1) 牛皮紙檢測法

1. 將牛皮紙裁成10cmx10cm 大小，共需6張。
2. 取蒸餾水、沙拉油及牛奶各數滴，分別滴於裁好的牛皮紙上。
3. 待牛皮紙乾燥後，透光觀察、比較3張牛皮紙上的痕跡顏色，並對著光源透光觀察，將觀察結果紀錄。

(2) 乙醇乳化檢測法

1. 取牛奶與沙拉油各2ml，分別裝入試管中，編號C1~C2，作為實驗組。
2. 取蒸餾水2ml，裝入試管中，編號C3，作為對照組。
3. 在C1~C3試管中各加入乙醇10ml，以鋁箔紙封口後用力搖晃，使待測物中的油脂成分溶於乙醇中。
4. 靜置3分鐘後，小心將上層的乙醇吸出移置另一試管中（避免吸到沉澱的固體顆粒），將其對應編號為D1~D3。
5. 在D1~D3試管中緩慢加入2ml蒸餾水。觀察上層是否出現白色雲霧狀的乳化顆粒，並記錄。

六、研究結果

圖1



圖2



註. ①加入本氏液變成①'；②加入酒精變成②'；③加入雙縮脲試劑變成③'

五、(一) 葡萄糖液、蒸餾水、牛奶、本氏液各取2ml發現葡萄糖液變綠色，牛奶色澤變深，蒸餾水不變(藍色)。

五、(二) 牛奶、稀釋蛋白液、蒸餾水、雙縮脲試劑各取2ml，發現牛奶、稀釋蛋白液皆變成紫色，蒸餾水則不變(藍色)。



圖3

五、(三) (1) 沙拉油、牛奶皆有透光，蒸餾水無
五、(三) (2) 沙拉油、牛奶加入酒精後皆有芬曾(乳化)，蒸餾水無分層。

註.圖3為於牛皮紙上滴沙拉油、蒸餾水、牛奶

七、討論

Q1. 各實驗的研究方法中，那些組別是用來驗證試劑是否有效？

A: 陰性對照組，也就是「蒸餾水」組，因若無這組則無法得知加入試劑後是不是所有溶液皆會有反應(顏色改變)。以及陽性對照組，也就是各個組別會改變顏色的待測物，因若無這些組別則無法確定這個試劑到底能不能檢驗此種物質。

Q2. 除了試劑是否有校外，檢測不同有機物的過程中，還有哪些因素可能影響實驗結果、判讀及解釋？

A: 濃度不同時、環境器材汙染等。

Q3. 還原糖檢測的實驗結果可能出現了紅、黃、綠等不同顏色，為什麼會有這樣的顏色變化呢？

A: 因還原糖的濃度差異而導致產生不同顏色。

Q4. 根據脂質檢測的結果判斷，兩實驗所得到的實驗結果是否相同？若結果不同，請試著解釋之。

A: 相同，因牛奶、沙拉油皆對試劑(牛皮紙、酒精)有明顯反應(透光、分層)。

Q5. 自行購買的待測物含有那些有機物呢？請說明與你的假說是否相符。

A: 牛奶含有蛋白質、脂肪、糖，由上述實驗結果可知在雙縮脲試劑、牛皮紙、乙醇、本氏液檢測後皆有反應，與假說相符。

八、結論

1. 還原醣使用本氏液檢測，若有顏色改變(例：從藍色變綠)則待測物含有還原醣。
2. 蛋白質使用雙縮脲試劑檢測，若從藍變成紫色、紫紅色澤待測物含蛋白質。
3. 脂質則可使用牛皮紙或乙醇檢測：若牛皮紙滴上待測物後可透光，則其含有脂質；而若將待測物滴入乙醇後有分層(乳化)，也代表待測物含有脂質。

九、參考文獻

- 銅金屬-本氏液. (2010, December 30). Magicchem 魔幻化境.
<https://case.ntu.edu.tw/magicchem/blog/?p=1239>
- Mn編輯器. (2023, January 25). 雙縮脲蛋白質檢測原理、程序、結果、應用。 . 微生物學筆記--在線生物學筆記. <https://reurl.cc/1GxVlY>
- 台灣化學教育 (2016年7月) 微量化學實驗：常見食物營養成分的微量檢驗 <https://reurl.cc/kad6zb>
- 乳化試驗 Emulsion Test. (n.d.). Academic Accelerator. <https://reurl.cc/jv7ANy>

十、延伸問題

若本氏液只能檢測「還原醣」則代表非還原醣無法用本氏液檢測，如：蔗糖、澱粉、纖維素等。則是否可利用此性質檢測那些標榜「100%蔗糖」的飲料商家？利用與此次相同的實驗方法，多加一組「飲料實驗組」，若標榜100%的蔗糖則溶液應當不改變顏色(保持藍色)。若改變顏色則表示店家的廣告不實，可能添加其他還原醣。

貳、探究活動二

“水就喜歡唱反調！”

-- 細胞膜的通透性

實驗時間：2023/09/11

一、實驗目的

透過觀察植物細胞在不同濃度溶液中的變化，了解水的滲透作用對細胞的影響。

二、假說

若細胞外溶液的濃度低於細胞胞質液的濃度，而水會往濃度高的區域移動，造成細胞膨脹；反之若細胞外溶液的濃度高於細胞胞質液的濃度，而同理水會往濃度高的區域移動，造成細胞萎縮。而當兩區域的濃度相同(差不多)時水分子的通透量會相等，動態平衡。

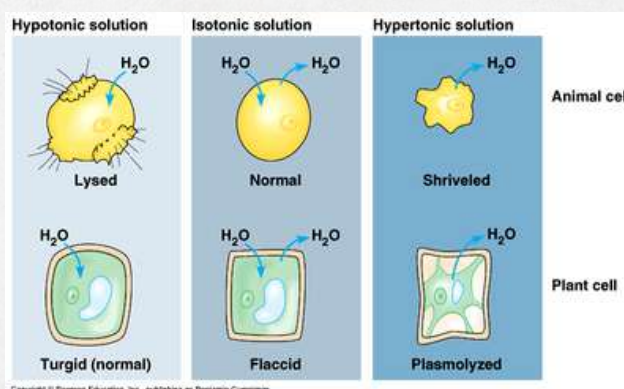
三、背景知識

- 荷蘭的植物學家德弗里 (Jugo Mariede de Vries, 1848–1935) 在研究植物的枯萎現象時發現，當植物浸於純水中，植物會膨脹浮腫，若是改將植物浸於高濃度溶液時，植物會很快枯萎，只有將植物浸泡於適當濃度的溶液中，植物的細胞膜可維持正常。根據以上的觀察結果他推測：只有在植物細胞膜內外溶液的滲透壓相當時，細胞才能維持不被破壞。

(陳藹然、黃俊誠 (Ed.). (2009, July 6). 滲透壓 (二). 科學online.
<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=4478>)

- 右圖

(Trent. (2010, May 14). Difference between Hypertonic, Hypotonic, and Isotonic? MCAT DAILY.
<https://reurl.cc/v615aL>)



四、實驗設備及器材

紫背萬年青或紫背壓拓草的葉片	1片	培養皿	4個
複式顯微鏡	1臺	標籤紙	數張
載玻片	數片	蒸餾水	20ml
蓋玻片	數片	0.2M、0.5M蔗糖溶液	各20ml
滴管	4支	1M蔗糖溶液	20ml
鑷子	1支	吸水紙	數張

五、研究過程與方法

(一) 在顯微鏡下觀察紫背萬年青葉片的下表皮細胞

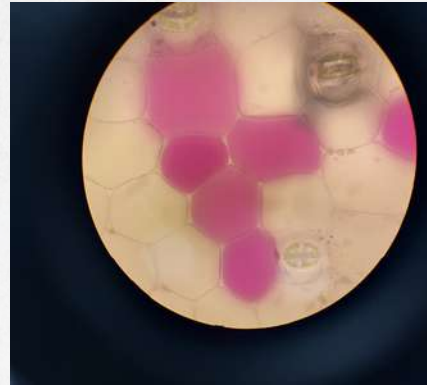
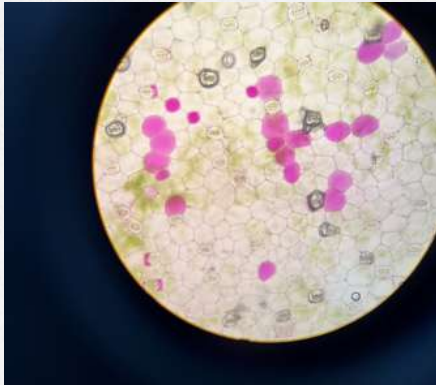
1. 於載玻片上滴加一滴蒸餾水。
2. 以折撕法將紫背萬年青葉片朝下表皮(紫色)方向輕輕折斷，再沿斷裂處撕開。用鑷子撕取下表皮烈緣的紫色透明薄膜，取適當大小置於載玻片上的蒸餾水中。
3. 蓋上蓋玻片製成水埋玻片，置於顯微鏡下觀察。

(二) 不同濃度溶液中，細胞形態的比較

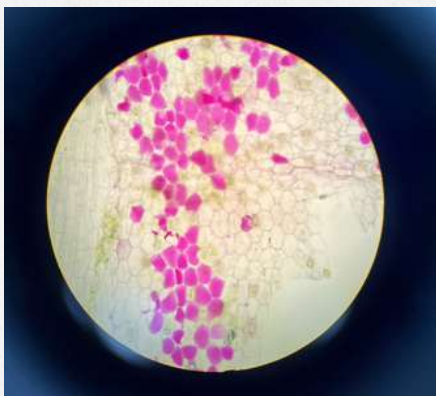
1. 將4個培養皿分別倒入蒸餾水、0.2M、0.5M蔗糖溶液與1M蔗糖溶液，互為相互對照組，並以標籤紙標示。
2. 用折撕法撕取數片葉片下表皮，分別浸泡於上述培養皿的溶液中，靜置約20分鐘。
3. 取4片載玻片，分別滴加一滴蒸餾水，將剛剛蒸餾水培養皿中的下表皮取出，分別放在4片載玻片上，製成水埋玻片，置於顯微鏡下觀察。並將觀察到的細胞形狀、液泡相對大小與形狀拍照紀錄。

4. 在顯微鏡視野下分別計數4片玻片中有紫色液泡的細胞數目A，以及發生質壁分離的細胞數目B。紀錄並計算 B/A ，算出的結果即是質壁分離細胞的比例。再計算4片玻片質壁分離細胞比例的平均值(取較多樣本的平均值數字較為精準)。
5. 重複步驟3.、4.，但將滴於載玻片上的溶液改成0.2M蔗糖溶液，並取0.2M蔗糖液中的葉片表皮，在顯微鏡下觀察，並記錄細胞形狀以及發生質壁分離的細胞比例平均值。
6. 重複步驟3.、4.，但將滴於載玻片上的溶液改成0.5M蔗糖溶液，並取0.5M蔗糖液中的葉片表皮，在顯微鏡下觀察，並記錄細胞形狀以及發生質壁分離的細胞比例平均值。
7. 重複步驟3.、4.，但將滴於載玻片上的溶液改成1M蔗糖溶液，並取1M蔗糖液中的葉片表皮，在顯微鏡下觀察，並記錄細胞形狀以及發生質壁分離的細胞比例平均值。

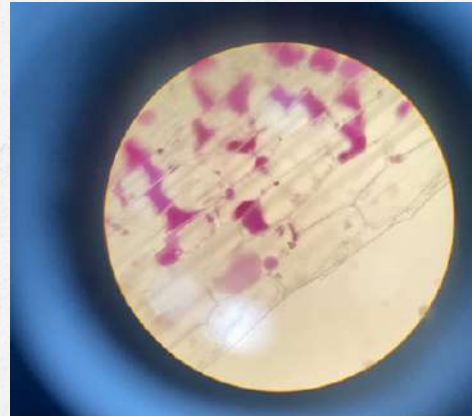
六、研究結果



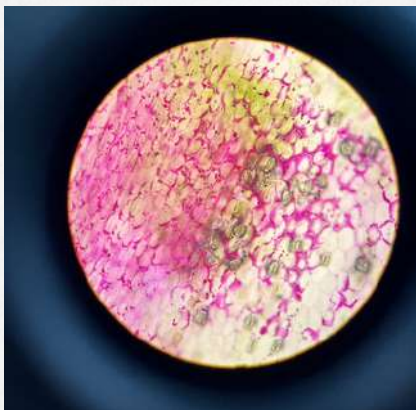
上方兩圖為浸泡於蒸餾水的細胞：右圖放大為倍率100；左圖放大倍率為400。



上方兩圖為浸泡於0.2M蔗糖溶液的細胞：右圖放大為倍率100；左圖放大倍率為400。



上方兩圖為浸泡於0.5M蔗糖溶液的細胞：右圖放大為倍率100；左圖放大倍率為400。



上方兩圖為浸泡於1M蔗糖溶液的細胞：右圖放大為倍率100；左圖放大倍率為400。

下表為不同濃度中質壁分離的比例。

外在溶液	倍率	質壁分離的數量	有紫液泡的數量	質壁分離的比例	質壁分離比例平均
蒸餾水	100倍	0	26	0%	0%
	400倍	0	6	0%	
0.2M蔗糖溶液	100倍	8	92	8.7%	8.5%
	400倍	1	12	8.3%	
0.5M蔗糖溶液	100倍	135	171	78.9%	80.3%
	400倍	18	22	81.8%	
1M蔗糖溶液	100倍	227	227	100%	100%
	400倍	28	28	100%	

七、討論

Q1. 由實驗結果推測，蒸餾水、0.2M蔗糖溶液、0.5M蔗糖溶液與1M蔗糖溶液分別為紫背萬年青之等張、低張還是高張溶液？試說明如何判斷。

A: 蒸餾水為低張溶液；0.2M蔗糖溶液也為低張溶液；0.5M、1M蔗糖溶液為高張溶液。由細胞膜脫離或膨脹的程度比較，蒸餾水、0.2M蔗糖溶液使細胞膜撐大，因而為低張溶液；而0.5M、1M蔗糖溶液使細胞膜脫離細胞壁，因而為高張溶液。

Q2. 是否有觀察到細胞膨脹破裂？在哪個處理組別呢？你判斷為何有/沒有破裂呢？

A: 沒有觀察到，因為觀察的細胞是植物細胞，植物的細胞有細胞壁，可防止因故多水分進入細胞而破裂。

Q3. 在1M蔗糖溶液中，每個細胞質壁分離的現象是否相同？試推論此現象可能成因。

A: 不盡相同，可能因為浸泡程度不同，沒有浸泡完全等因素導致。且不會「完全」相同，每個細胞的狀況都無法確認其完全相同，則質壁分離的程度也會不同。

八、結論

細胞在比自己本身濃度高的溶液中時，細胞內的水會往外跑，造成細胞萎縮。而細胞在相同濃度的溶液中時，體積無明顯變化。當細胞在比自身濃度低的溶液中時，細胞外的水會跑進細胞而造成細胞膨脹。

九、參考文獻

- 陳藹然、黃俊誠 (Ed.). (2009, July 6). 滲透壓 (二) . 科學online.
<https://case.ntu.edu.tw/magichem/blog/?p=1239>
- Trent. (2010, May 14). Difference between Hypertonic, Hypotonic, and Isotonic? MCAT DAILY. <https://reurl.cc/1GxVlY>

十、延伸問題

在日常生活中有許多利用水的滲透作用的例子，例如「海水過濾」，利用逆滲透作用分離鹽類和離子，能初步淡化水分。而透過學校實驗室的器材，是否也能做出「簡易版」的海水淡化系統呢？將淡水與採集好的海水用滲透膜(盡量不讓 Na^+ 等離子穿過)隔開，並將海水經高壓處理，產生大於滲透壓的壓力，使淡水透過滲透膜反滲出來。

參、探究活動三

“溫室裡的花朵？！
酵素維持活性到底要多麻煩！”
-- 影響酵素活性的因素

實驗時間：2023/10/30

一、實驗目的

此次的探究課主要目的是要驗證溫度和酸鹼度對酵素活性的影響，以及受質濃度對酵素反應的影響。

二、假說

1. 推測醣能用本氏液觀測其是否存在，不同濃度的醣類濃度會從藍色產生不同顏色的變化。而蛋白質能透過雙縮脲試劑看其是否從原本未含蛋白質的藍色變成紫紅色到藍紫色。脂質則可用牛皮紙或乙醇測試：牛皮紙在滴上含有脂質的物質後會產生深色痕跡；乙醇碰到脂質會發生乳化作用，可用來觀測。推測在「適當溫度內」溫度越高，酵素活性則越高。超出酵素可具有活性的溫度後再降溫則無法再次恢復活性；但若是將酵素降溫至及低活性後回溫則能再次恢復活性。
2. 而在「適當酸鹼值內」pH值越高，酵素活性則越高。超出或下降至酵素可具有活性的酸鹼值範圍後再回復至最佳酸鹼值則皆無法再次恢復活性。
3. 受質濃度越高則速率越快，但當受質濃度達到飽和後速率則固定。

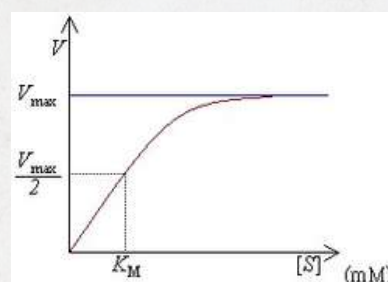
三、背景知識

- 一般而言，酵素都具有專一性、可重複利用、易受熱與酸鹼影響等特性。而酵素的專一性與可重複利用的特性……由於酵素也是一種蛋白質，因此舉凡會造成蛋白質變性(denature)的因子，例如溫度、酸鹼值、壓力與滲透壓等，也會影響酵素的活性……而且各種酵素適存的環境條件不盡相同，有的只能在酸性環境下才具有活性，有些則要在鹼性的環境下才能表現活性；有的需在溫度較高的環境，有的則要較低的溫度才不會因為變質而失去活性。

(洪爭坊、郭肇凱、張正英. (n.d.). 淺談酵素. 台中區農情月刊, 84期.
<https://reurl.cc/kakLzx>)

- 右圖：酵素在定量下，反應速率 v 與受質濃度 $[S]$ 成雙曲線關係，如下圖所示。當受質濃度 $[S]$ 越大時，反應速率越快，當 $[S]$ 大到一定程度時，反應速率會接近 V_{max} (即一定量的酵素所能催化的最高反應速率)

(藥理學-酵素與抑制劑,基礎醫學教室. (n.d.). 高點醫護網.
<https://reurl.cc/QZm6MO>)



四、實驗設備及器材

生馬鈴薯	1顆	冰塊	適量
果汁機	1臺	溫度計	3支
雙層紗布	1塊	pH 5 緩衝液	3ml
500ml 燒杯	4個	pH 7 緩衝液	3ml
蒸餾	300ml	pH 9 緩衝液	3ml
15ml 試管	5支	3% 雙氧水溶液	10ml
滴管	6支	10ml 量筒	1個
試管架	1個	氣球	3個
標籤紙	數張		

五、研究過程與方法

(一) 製備酵素溶液

1. 將一顆馬鈴薯切成小塊，丟入果汁機，加入300ml蒸餾水，攪打20秒。
2. 以雙層紗布過濾馬鈴薯汁500ml燒杯中，收集到的濾液即為馬鈴薯酵素溶液。
3. 每組取10~15ml馬鈴薯酵素溶液備用。

(二) 裝置不同試管

- 1.按照下表，裝置A1、 B1、 C1 3支試管，以A1(低溫)、B1(室溫)、 C1(高溫)互為相互對照組，用於比較溫度對馬鈴薯過氧化氫酶的影響。

	A1	B1	C1
酵素溶液	0.5ml	0.5ml	0.5ml
pH7 緩衝液	2ml	2ml	2ml
水浴處理 (見流程三)	0~5°C	室溫水	85~100° C

- 2.按照下表，分別裝置B2、 B3 2支試管，B2(pH5)、B3(pH9)及步驟1.的B1(pH7)互為相互對照組，用於比較pH值對馬鈴薯過氧化氫酶的影響。

	B2	B3
酵素溶液	0.5ml	0.5ml
pH5 緩衝液	2ml	-
pH9 緩衝液	-	2ml
水浴處理 (見流程三)	室溫水	

3.按照下表，分別裝置B4、B5、B6 3支試管，B4(3%溶液)、B5(10%溶液)、B6(17%溶液)互為相互對照組，用於比較溶液濃度對馬鈴薯過氧化氫酶的影響。

	B4	B5	B6
酵素溶液	0.5ml(3%)	0.5ml(10%)	0.5ml(17%)
pH7 緩衝液	2ml	2ml	2ml
水浴處理 (見流程三)	室溫水		

4.每一試管充分攪拌後，進行流程(三)

(三) 不同溫度水浴

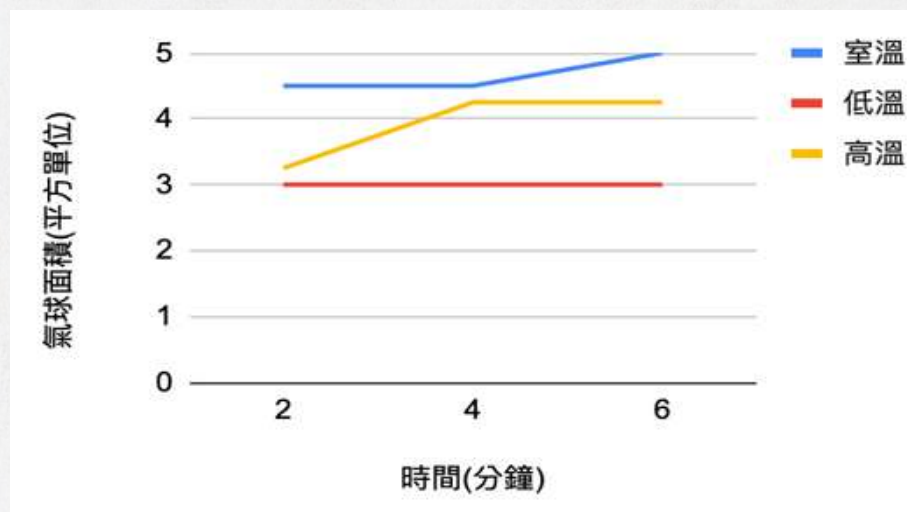
- 1.取3個燒杯，分別標上A、B、C。A燒杯中裝適量冰塊與蒸餾水，將水溫調整至0~5°C；B燒杯裝室溫水；C燒杯裝85~100°C沸水。
- 2.將A1試管放在A燒杯中，B1~B6放在B燒杯中，C1放在C燒杯中。
- 3.進行水浴10分鐘。整個水浴過程需在燒杯中適時添加冰塊或沸水，維持燒杯中的水溫。

(四) 觀察氣體產生

- 1.利用試管進行反應，並於試管上方加上氣球。
- 2.拍照實驗結果後計算面積大小。

六、研究結果

(一) 溫度對酵素活性的影響

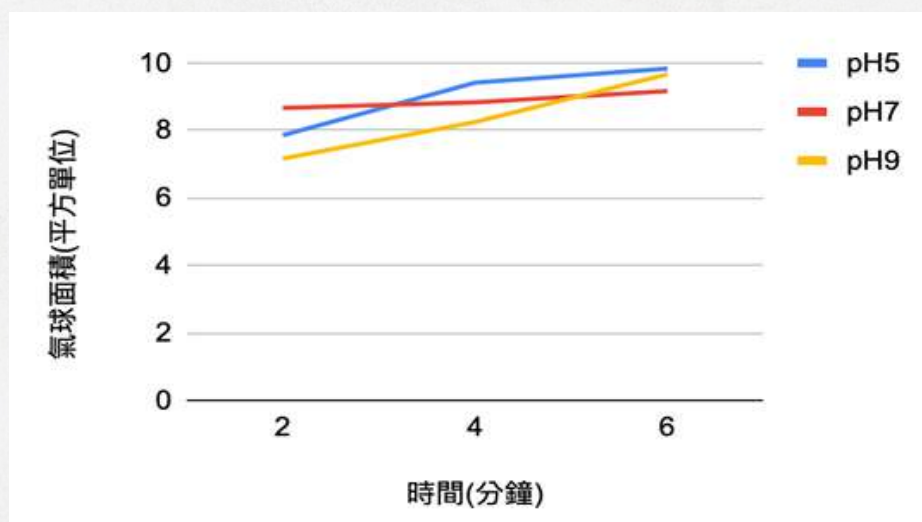


在室溫環境下，氣球面積的變化量約為0.5平方單位

在低溫環境下，氣球面積無明顯變化

在高溫環境下，氣球面積的變化量約為1平方單位

(二) 酸鹼值對酵素活性的影響

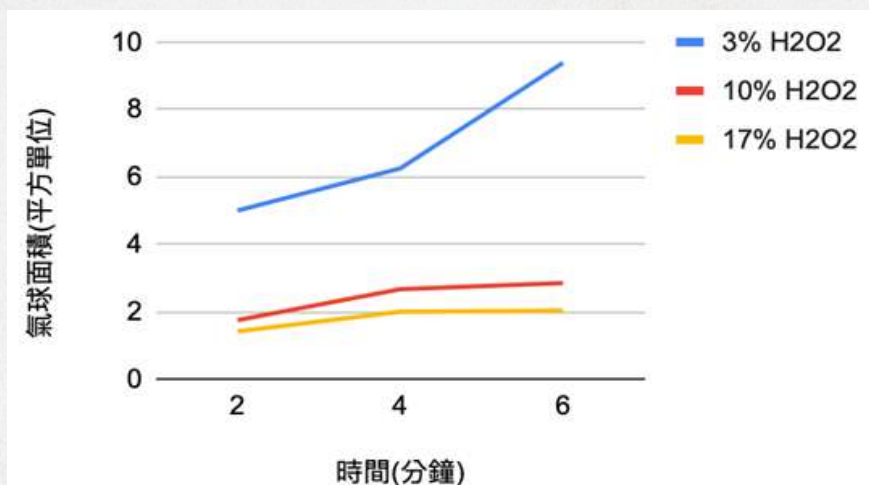


在pH值=5的環境下，氣球面積的變化量約為1.9平方單位

在pH值=7的環境下，氣球面積的變化量約為0.5平方單位

在pH值=9的環境下，氣球面積的變化量約為2.5平方單位

(三) 受質濃度對酵素活性的影響



加入3% H₂O₂後，氣球面積的變化量約為4.4平方單位

加入10% H₂O₂後，氣球面積的變化量約為1.1平方單位

加入17% H₂O₂後，氣球面積的變化量約為0.6平方單位

七、討論

Q1. 由實驗結果判斷，溫度對過氧化氫酶之活性有何影響？是否符合假說？可能造成此現象的原因為何？

A: 是，因為根據氣球體積變化量，高溫大於室溫大於低溫，代表在高溫環境中酵素活性提高，在低溫環境中酵素活性會被抑制。符合低溫假說，酵素在低溫下活性低但不致被破壞；但不符合高溫假說，高溫下活性最低甚至被破壞，可能是因為溫度不夠高不足以破壞酵素。

Q2. 由實驗結果判斷，酸鹼值對過氧化氫酶之活性有何影響？是否符合假說？可能造成此現象的原因為何？

A: 是，因為根據氣球體積變化量，pH9大於pH5大於pH7，在鹼性環境中酵素活性最大，符合假說；而在酸性環境中酵素大於中性環境，可能是因為實驗誤差(試劑添加量、水溫等…)或是觀察誤差導致。

Q3. 由實驗結果判斷，受質濃度對過氧化氫酶之活性有何影響？是否符合假說？可能造成此現象的原因為何？

A: 是，因為根據氣球體積變化量，3% H₂O₂大於10% H₂O₂大於17% H₂O₂，所以推測H₂O₂濃度越高，酵素活性越低，不符合假說推測酵素在濃度高時活性較高，濃度低時活性較低。

八、結論

1. 過氧化氫酶在高溫時活性越高但如果超出一定溫度就會失去活性。
2. 過氧化氫酶在鹼性環境時活性較高。
3. 過氧化氫酶在H₂O₂濃度越低時活性越高。

九、參考文獻

- 洪爭坊、郭肇凱、張正英. (n.d.). 淺談酵素. 台中區農情月刊, 84期. <https://reurl.cc/kakLzx>
- 藥理學-酵素與抑制劑,基礎醫學教室. (n.d.). 高點醫護網. <https://reurl.cc/QZm6MO>

十、延伸問題

因酸的種類很多，大致可以分為有機酸和無機酸兩大類。所以除了實驗做完的酸鹼值對酵素的影響外，我們更進一步想到或許「特定」酸的種類也可能會影響「特定」酵素的催化作用。例如，或許其實在胃裡面的酵素只有在「鹽酸」內才可反應，而將酵素放置在同濃度硫酸或檸檬酸、維他命C水溶液等酸中，是否也會有相同的反應速率呢？

肆、探究活動四

“快點發「笑」啊！”
-- 影響酵母菌發酵速率的因素

實驗時間：2023/11/6

一、實驗目的

探討溫度、反應物種類（蒸餾水、葡萄糖、蔗糖）和受質(葡萄糖)濃度差異對酵母菌的發酵速率的影響

二、假說

1. 推測在「適當溫度內」溫度越高，酵素活性則越高。超出酵素可具有活性的溫度後再降溫則無法再次恢復活性；但若是將酵素降溫至及低活性後回溫則能再次恢復活性。
2. 推測葡萄糖 > 蔗糖 > 蒸餾水的速率
3. 受質濃度越高則速率越快，但當受質濃度達到飽和後速率則固定。

三、背景知識

- 若將酵母菌 *Saccharomyces cerevisiae* CAT-1 在 5g/ L 的單一醣濃度培養 36 小時後，其乙醇產生量大小為：果糖 > 葡萄糖 > 蔗糖。若將酵母菌 *Saccharomyces cerevisiae* 248 UNSW 703100 在 10g/ L 的單一醣濃度培養 36 小時後，其生長速率大小為：蔗糖 > 葡萄糖 > 果糖。

(張雋亞 張恩維 林存恩 吳少愚 房樹生. (1108). 不同濃度的單一碳源及混合碳源對酵母菌 發酵速率的影響. 科學教育月刊, 第 441 期.
<https://reurl.cc/kakLzx>)

- 酵素對溫度極為敏感，在一定的溫度範圍內，隨著溫度的升高，酵素反應速度也逐漸升高。因此，溫度高低決定了發酵速度的快慢。溫度高，發酵速度快；溫度低，則發酵速度慢。但如果溫度過低，發酵時間過長，容易出現發酵不夠完全現象，致使殘糖偏高；溫度過高，容易使酵母過早衰老，後發酵無力，且易感染雜菌，也會使殘糖偏高。

(溫度對糖蜜酒精發酵的影響. (2002). 高點醫護網.
<https://reurl.cc/DoLxXm>)

- 酵母菌發酵時需要有糖，但是糖的濃度增高，發酵速率不一定增高。不過酵母菌濃度愈高，發酵就會愈快。酵母菌發酵時最喜歡在新鮮的環境中，所以蔬果汁愈新鮮，發酵的速率就愈快。

(杜冠衡、李鎮宏、洪維呈. (n.d.). 081539 起酵A!酵母菌的研究. 國立臺灣科學教育館.
<https://reurl.cc/v64E7e>)

四、實驗設備及器材

葡萄糖粉	6g	100mL量筒	1個
蔗糖	2g	鐵架臺	1組
澱粉	2g	塑膠盆	1個
酵母菌粉	6g	錐形瓶與瓶塞	1組
15℃、25℃、35℃開飲機水	各溫度適量	石臘膜或凡士林	適量
秤藥匙	數支	玻棒	1支
秤藥紙	數張	溫度計	1支
電子秤	1臺	塑膠軟管	1條

五、研究過程與方法

(一) 溫度對發酵作用速率的影響

1. 以溫度(15℃、25℃、35℃)為操縱變因，由不同組別進行實驗。
2. 以錐形瓶和溫度計取用特定溫度的開飲機水50ml，將錐形瓶至於相同水溫的塑膠水盆中穩定溫度
3. 秤取葡萄糖粉2g與酵母菌粉2g，倒入錐形瓶中攪拌混合均勻，並倒入發酵管中計時並記錄不同反應時間(5、10、15分鐘)的CO₂產量。

(二) 不同反應物對發酵作用速率的影響

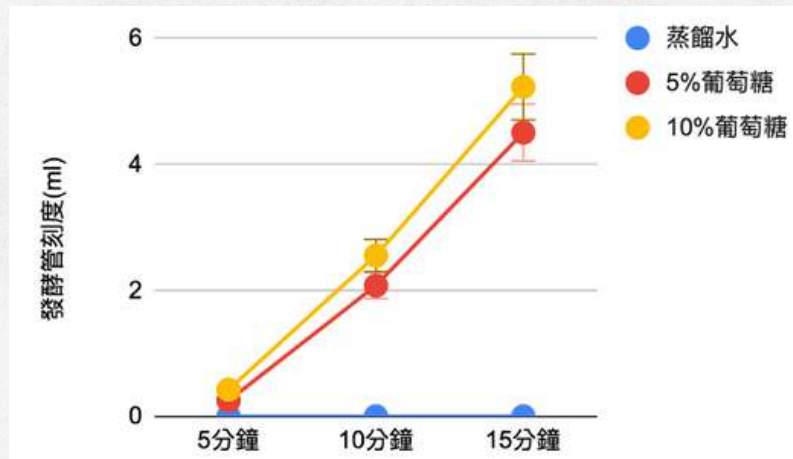
1. 以不同反應物為操縱變因，由不同組別進行實驗。
2. 以錐形瓶和溫度計取用25℃的開飲機水50mL。
3. 秤取葡萄糖粉2g與酵母菌粉2g，倒入錐形瓶中攪拌混合均勻，並倒入發酵管中計時並記錄不同反應時間(5、10、15分鐘)的CO₂產量。
4. 計時並記錄不同反應時間(5、10、15分鐘)的CO₂產量。

(三) 不同受質(葡萄糖)濃度對發酵作用速率的影響

1. 以不同受質濃度為操縱變因，由不同組別進行實驗。
2. 以錐形瓶和溫度計取用25°C的開飲機水50mL。
3. 秤取葡萄糖粉1.2g、2.5g、5g與酵母菌粉2g，倒入錐形瓶中攪拌混合均勻，並倒入發酵管中計時並記錄不同反應時間(5、10、15分鐘)的CO₂產量。
4. 計時並記錄不同反應時間(5、10、15分鐘)的CO₂產量。

六、研究結果

(一) 受質濃度對酵母菌發酵速率的影響

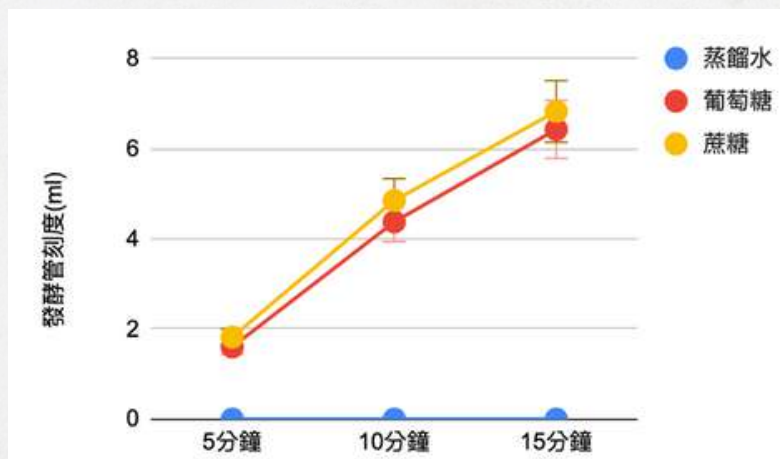


在蒸餾水中，發酵管刻度無變化

在5%葡萄糖中，發酵管刻度變化量約為4.25ml

在10%葡萄糖中，發酵管刻度變化量約為4.80ml

(二) 反映物種類對酵母菌發酵速率的影響

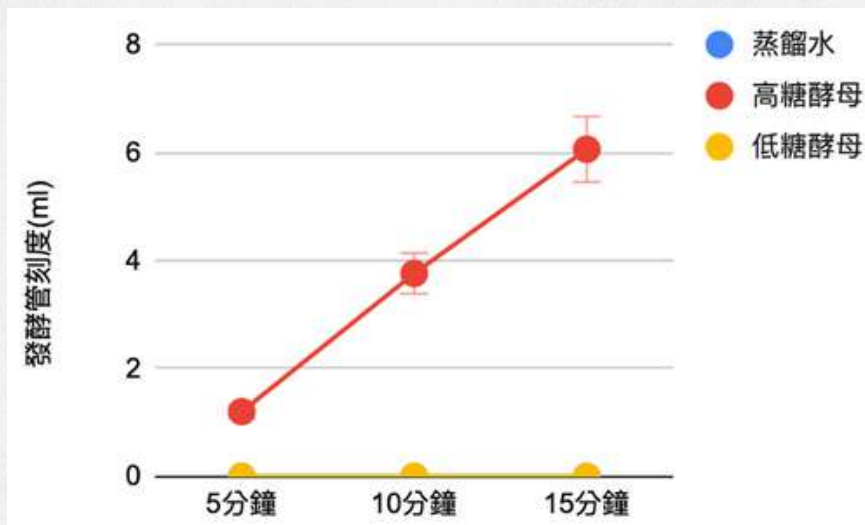


在蒸餾水中，發酵管刻度無變化

在葡萄糖中，發酵管刻度變化量約為4.83ml

在蔗糖中，發酵管刻度變化量約為5.01ml

(三) 酵母種類對酵母菌發酵速率的影響



在蒸餾水中，發酵管刻度無變化
在低糖酵母中，發酵管刻度無變化
在高糖酵母中，發酵管刻度變化量約為4.86ml

七、討論

Q1. 由實驗結果判斷，受質濃度對酵母菌發酵速率有何影響？是否符合假說？可能造成此現象的原因為何？

A: 受質濃度愈高，酵母菌發酵速率愈快，符合假說，推測是因為濃度愈高受質的量就愈多，所以反應速率也會愈快。

Q2. 由實驗結果判斷，反應物種類對酵母菌發酵速率有何影響？是否符合假說？可能造成此現象的原因為何？

A: 蔗糖水的酵母菌發酵速率較快；葡萄糖水酵母菌發酵速率較慢；蒸餾水無明顯發酵，符合假說，可能是因為蔗糖為大分子而葡萄糖為小分子。

Q3. 由實驗結果判斷，酵母種類對酵母菌發酵速率有何影響？是否符合假說？可能造成此現象的原因為何？

A: 在高糖酵母中酵母菌發酵速率快，而低糖酵母合蒸餾水無明顯發酵，不符合假說，研究後發現是因為低糖酵母已過期，所以可能無法產生預期結果。

八、結論

1. 酵母菌發酵速率在濃度高時越高。
2. 酵母菌發酵速率在蔗糖環境時較高。
3. 酵母菌發酵速率在高糖酵母時越高。

九、參考文獻

- 張雋亞 張恩維 林存恩 吳少愚 房樹生. (1108). 不同濃度的單一碳源及混合碳源對酵母菌 發酵速率的影響. 科學教育月刊, 第 441 期. <https://reurl.cc/kakLzx>
- 溫度對糖蜜酒精發酵的影響. (2002). 高點醫護網. <https://reurl.cc/DoLxXm>
- 杜冠衡、李鎮宏、洪維呈. (n.d.). 081539 起酵A!酵母菌的研究. 國立臺灣科學教育館. <https://reurl.cc/v64E7e>

十、延伸問題

在之前的單元學到酵素與受質反應時有臨界點，原因是受質跟酵素 都有可能不足。那當醣類濃度超過一定臨界值時，酵母菌的發酵速率是否也不會繼續增加？或是反而可能出現下降的趨勢？而其原因 也是跟酵素受質效率持平一樣？還是另有其因呢？

伍、心得與反思

高二上學期實驗探究活動彙整

SEPTEMBER 2023 - JANUARY 2024

探究活動一是我上高中後第一個較複雜的生物實驗，之前都只是看著課本上「生動」地描述著酵素跟所有會影響的因素進行實驗，其實真的沒什麼記憶點，也覺得只是將知識死記硬背到腦袋中。但在透過我們自己的雙手完成實驗後，這些曾經只寫在課本上的知識都驗證在現實生活--探究三中用氣球體積反映出氣體生成的快慢；探究四的實驗中第一次使用了發酵管驗證了酵母菌發酵速率對醣類濃度的敏感性、觀察氣體生成，並且有助於我們更深入地理解微生物代謝過程中醣類濃度的調控機制。這些曾經只寫在課本上的知識都活生生地驗證在現實生活，「實作」讓我們印象深刻也對這個實驗更有感覺，一起印證了課本的知識並非紙上談兵。

而這幾次的實驗都有大量的實驗組、對照組，加上操作時有上課時間限制，容易手忙腳亂、搞錯檢測試劑甚至是在第一次探究課中打破實驗器材.....其實這些事情在課堂上都不曾會注意到，畢竟誰會料到自己會打破玻棒呢？以此為借鏡，下次更要提前將實驗事項和操作步驟預習清楚，才不會在實際操作時兵荒馬亂。再者，在實作時也發現有只知道「理論」是遠不足的，沒有現場實際演練也沒辦法真實地感受到實驗室的嚴謹。無論是實驗數據紀錄時要將誤差降到最低、實驗器材的用法(如滴管不能倒拿要非常注意，在考試時當然都知道，但實際操作時還會這麼細心嗎？)也要時刻注意每一個「控制變因」都有在良好的環境下保存等。也發現做實驗的經驗是非常重要的，進行第二次探究活動在浸泡紫背萬年青時，因水的表面張力而難以將葉片完全浸入溶液，浸泡不完全將造成較大的實驗誤差，讓我們煩惱許久。經過多次嘗試和用不同器具將其壓下去之後，最後也終於成功。這也在無形之中建立我們在失敗中不斷嘗試、不輕易放棄的實驗家精神，讓我受益良多。

做實驗是個非常考驗細心和耐心的課題，在面對人生難題時也是同等，或許我們將面對許多需要嘗試多次也會失敗多次的阻礙，但只要將問題剖析，不需要快狠準而是需要細心、耐心還有勇於嘗試的勇氣。誰沒有人生顛簸？只有願不願意正向面對它和逃避的區別而已。我們做出來的「實驗」不只帶給我們「學說被我們驗證」的成就感，又何嘗沒有在實驗過程中學到真正的實驗家精神：永不放棄、勇於嘗試、細心與耐心是通往成功的鑰匙。

THANK YOU

新竹女中 周語泠

SEPTEMBER 2023 - NOVEMBER 2023