

補充教材七：醣類的基本分析及性質試驗

一、目的：利用化學方法，對於生命運作中極重要的一類物質——醣類，進行一些基本的分析，藉以瞭解它們的某些特性，由此作為開端，可使我們進一步探索“生物化學”的奇妙世界。

二、原理

醣類(saccharides)是由碳、氫、氧三元素組成之化合物，其一般通式為 $C_x(H_2O)_y$ ，固通稱為碳水化合物(carbohydrates)。醣的種類可區分為：單醣類(monosaccharides, $C_n(H_2O)_n$)，雙醣類(disaccharides, $C_n(H_2O)_{n-1}$)，寡醣類(oligosaccharides, $(C_6H_{10}O_5)_x$, $x > 6$)。

一般所稱的糖(sugars)，為具有甜味，構造簡單的單醣或雙醣。單醣是最簡單的醣類，含有三至九個碳原子，並具有一個醛基(aldehyde group, $-CHO$)或酮基(keton group, $-C(=O)-$)，能還原鹼性溶液中的 Cu^{2+} ， Ag^+ 等金屬離子。常見的單醣多為五碳糖(pentoses)或六碳糖(hextose)，例如葡萄糖(glucose)、果糖(fructose)、半乳糖(galactose)、甘露糖(mannose)、木糖(xylose)等，均具有甜味，且易溶於水中。

雙醣是由二分子單醣縮合而成，經由水解後仍可得到兩個單醣；例如一個蔗糖(sucrose)可水解得到一個葡萄糖及一個果糖。但因蔗糖本身不具有醛基或酮基，固對於醛或酮類的檢驗(例如：Benedict 試驗)並無反應。

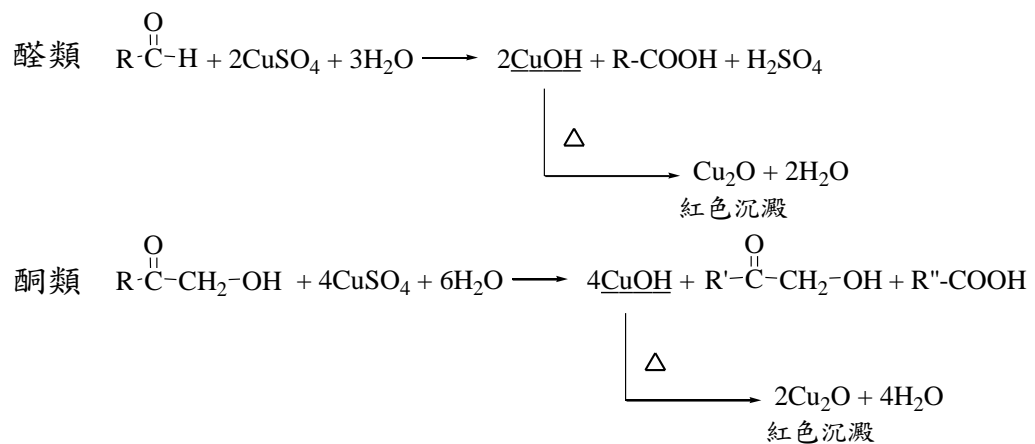
多醣類係由許多單醣相聯聚合而成，具有很大的分子量(自 160,00 至 14,000,000)，水解之後亦能得到單醣。例如澱粉(starch)及纖維素(cellulose)等，均可藉由水解得到單醣。有趣的是，澱粉與纖維素在結構上相似，然而二者性質卻有很大的差異，澱粉是由葡萄糖以 α 形式鍵結，而纖維素則是以 β 形式鍵結形成，前者可被人類消化分解，後者則否。(詳細結構資料，請自行參考各類

相關的生化教科書。)

A. Benedict Test :

本法源自 Fehling Test，為一種淺藍色化學試劑，使用上更方便且穩定。具有游離或游離趨勢的醛或酮基之糖類會將鹼性之銅還原(或糖被氧化)而形成有色(黃至磚紅色)之氧化亞銅，具此種特性之糖類稱為還原糖，醛糖氧化成 aldonic acid 及其他產物，酮糖氧化成低分子量的產物。本反應亦可作為糖類之定量。

其反應機構如下：



B. 碘呈色試驗或多醣類試驗 (Iodine Test、Polysaccharide Test)

肝糖(glycogen)、澱粉(starch)等，多醣類與碘形成有色吸光錯合物，乃由於螺旋狀多醣類與碘形成配位錯合物所致，其中碘位於螺旋物之內部或中心之位置，依錯合物是否含有支鏈而定，含支鏈澱粉(amylopectin)呈紅棕色；而含直鏈澱粉成份(amylose)呈深藍色；若兼具兩者則成紫色。

三、藥品

A. Benedict 試驗部分

Benedict 配製方法：將乙液加入甲液中，並定量至 1 L。

甲液：10 wt% 無水 Na₂CO₃(100 g)加入 20 wt% Na-citrate(173 g)於 800 mL 的水中。

乙液：1.8 wt % CuSO₄ (173 g)於 100 mL 的水中。

10 wt% 糖試液：glucose、fructose、sucrose。

1 wt% 糖試液：starch。

B. 碘呈色試驗或多醣類試驗

碘試液配製方法：1.27 wt%(0.127 g)的碘(I)及 2 wt%(0.2 g)的碘化鉀(KI)定量至 100 mL。

3 M NaOH、3 M HCl。

1 wt% 糖試液：starch(澱粉)、cellulose(纖維素)。

四、實驗步驟

A. Benedict 試驗

1. 取 2 mL 之糖試液於試管中。
2. 加入 2 mL Benedict 試劑完全混勻。
3. 所有試管同時置於沸水浴中，5 分鐘後觀察之。沸水浴須加入磁石，以防突沸。

B. 碘呈色試驗或多醣類試驗（並討論酸鹼對碘試液的影響）

I. 澱粉 (starch)

1. 各取 2 mL 澱粉液分置二支試管中。
2. 其一加入 3 滴 3M NaOH，另一加入 3 滴水，最後一支加唾液。
3. 各加入 1 滴碘試液，注意觀察顏色。
4. 加熱有顏色產生之試管，再冷卻之，並注意顏色變化。
5. 與空白試驗(水)作比較。

II. 纖維素 (cellulose)

1. 取 2 mL 纖維素液置於兩試管中。
2. 其中一試管以 5 滴 3M HCl 酸化試液，另一試管加入唾液。
3. 各加入 2 滴碘試液。
4. 在沸水浴中加熱 15 分鐘後觀察其差異。

補充教材四：醣類的基本分析及性質試驗

一、實驗結果

仔細記錄實驗中觀察到的一切現象(請寫出溶液顏色及狀態等變化)。

A 部分：

	glucose	fructose	sucrose	starch
初始溶液(2 mL)				
2 mL Benedict				
沸水(5 min)				

B 部分：I. 澱粉 (starch)

	starch(NaOH)	starch(H ₂ O)	starch(唾)
初始溶液(2 mL)			
NaOH		/	/
H ₂ O	/		/
唾液	/	/	
碘試液			
加熱後			

B 部分：II. 纖維素 (cellulose)

	cellulose (HCl)	cellulose (唾)
初始溶液(2 mL)		
HCl		/
唾液	/	
碘試液		
加熱後		

二、問題

1. Benedict 試劑中加入 Na-citrate 之目的為何？
2. 碘試液呈色之原理為何？
3. 唾液對澱粉與纖維素之作用為何？
4. 若需要配成 10 mL Benedict 試劑與碘試液，請分別寫出兩溶液中個成分的比例？

Benedict 試劑

Na ₂ CO ₃	
Na-citrate	
CuSO ₄	

碘試液

I ₂	
KI	

5. 為什麼果糖有酮基，但是在 Benedict 試劑中，不會產生 Cu₂O (棕色沉澱物)？