

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國中組 生物及地球科學科

031720

以管窺天—維管束裡的小天地

學校名稱：高雄縣立一甲國民中學

作者：	指導老師：
國一 林琮翰	尤麗雅
國一 陳宇綉	高榮志
國一 馬旻筠	
國一 李文翔	

關鍵詞：維管束 木質部 韌皮部

作品名稱：以「管」窺天—看見維管束裡的小天地

## 摘要

國中「自然與生活科技」課程中關於植物物質的運輸，最常使用芹菜浸泡紅墨水觀察維管束的構造，我們想了解是否有更好的實驗設計，透過容易取得的染劑，搭配不同的材料，不斷的試驗，發現西洋芹是不錯的材料，即使沒有葉子也能在短短的 15 分鐘內運輸至頂端(約 15 至 20 公分)，而色素溶液的濃度越高，維管束目測的效果越好，但顯微影像有顏色暈開的現象，最後以濃度 1.2% 的色素溶液浸泡之西洋芹，以肉眼或顯微鏡觀察皆有良好效果；食用色素溶液對木質部有很明顯的染色作用，但對韌皮部染色效果卻不好，因此我們利用韌皮部的運輸光合作用養分的特性，改以 3% 蔗糖溶液浸置西洋芹 30 分鐘，再火烤玻片標本，使糖焦化，終於使韌皮部現身。

## 壹、研究動機

上學期自然課上到單元 4-1 植物體內物質的運輸作用時，對課本裡維管束的構造，並不是非常清楚，雖然課本的實驗中對木質部有較清楚的輪廓，卻無法明確指出韌皮部所在的正確位置，所以心中對維管束的分布及結構，就一直藏著非常多的疑問和猜測。因此希望能夠藉由我們的實驗呈現出完整的維管束內部構造，找出好的染色方法使維管束更清晰，讓我們能進一步了解維管束內部構造與分布。

課本告訴我們韌皮部能輸送光合作用的產物，因此嘗試藉由蔗糖的運輸達到韌皮部的染色，以確定出韌皮部的位置，期望能提供大家認識維管束內部構造的另一管道。

## 貳、研究目的

- 一、找出最適合維管束染色的染劑及植物種類
- 二、找出最有效率的染色濃度
- 三、找出木質部顯微構造的簡易染色方式
- 四、利用韌皮部運輸養分之特性進行簡易染色

## 參、研究設備及器材

- 一、設備：複式顯微鏡、單眼數位相機、單眼顯微鏡頭、數位顯微鏡頭、刀片(顯微切片用)、解剖針、燒杯、錐形瓶、酒精燈、三腳架、火柴、水、滴管、天平、藥匙、秤量紙、量筒、載玻片、蓋玻片、玻棒
- 二、材料：玉米、甘蔗、西洋芹、鳳仙花、黃金葛、山蘇
- 三、染劑：食用色素六號、焦糖、黑糖、桑椹汁、蔗糖

## 肆、研究過程或方法

### 實驗一 找出最適合維管束染色的染劑及植物種類

#### (一) 測試樣本備製

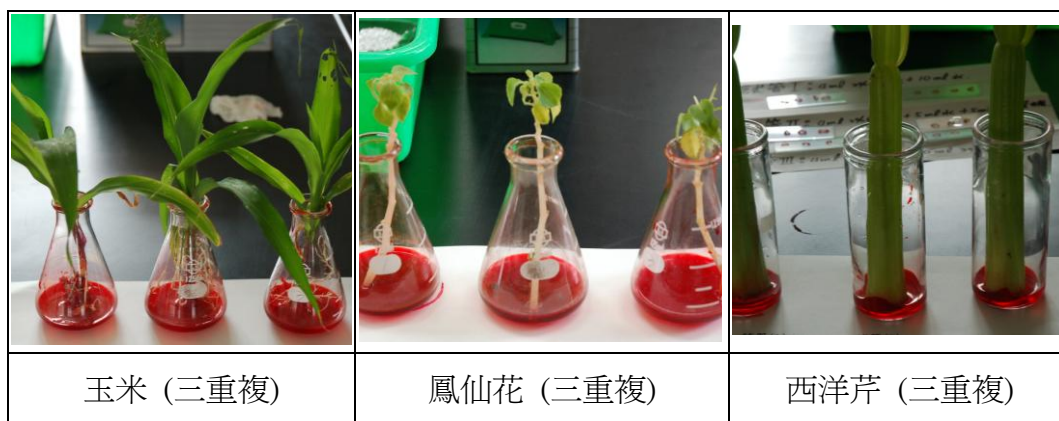
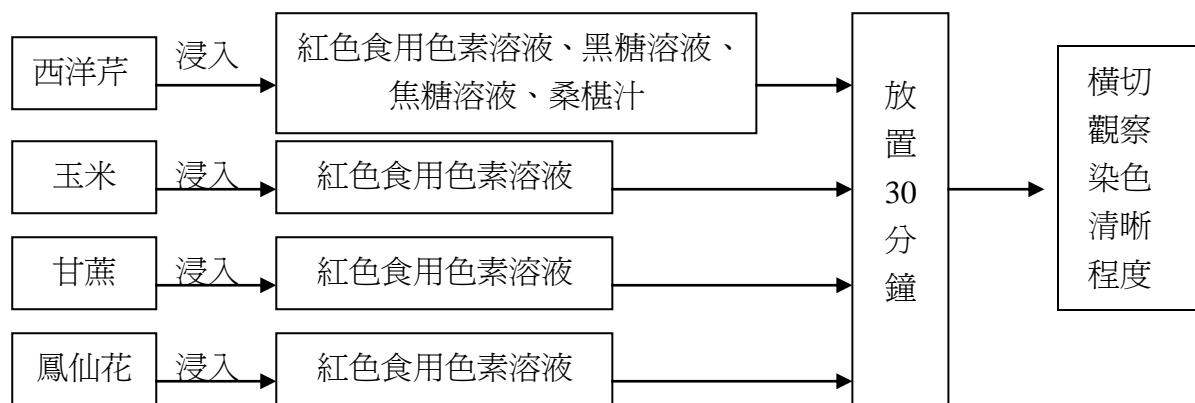
##### 1. 植物樣本：

- (1)西洋芹
- (2)玉米
- (3)甘蔗
- (4)鳳仙花

##### 2. 染劑：

- (1)食用色素溶液：配置 0.4%之食用色素溶液
- (2)焦糖溶液：使用天平秤取 35 公克蔗糖炒到焦黑，再加水至 100 ml
- (3)桑椹汁：3 kg 桑椹果實加 3 kg 冰糖熬煮之原液
- (4)黑糖溶液：使用天平秤取黑糖 35 g，加水至 100 ml(熱水)，得到 35%的黑糖溶液。

(二) 步驟



實驗二、找出最有效率的染色濃度

(一) 測試樣本備製

1. 植物樣本：

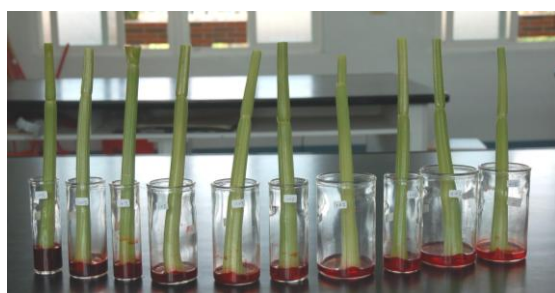
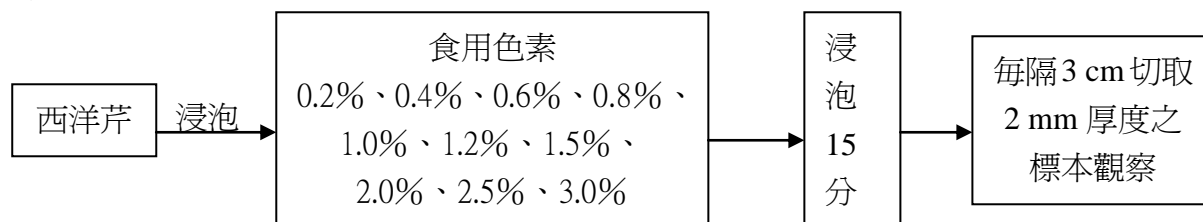
(1)西洋芹

2. 染劑：

(1)食用色素溶液：共以下 10 種濃度

(0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1.0%、1.2%、1.5%、2.0%、2.5%、3.0%)

(二) 步驟：



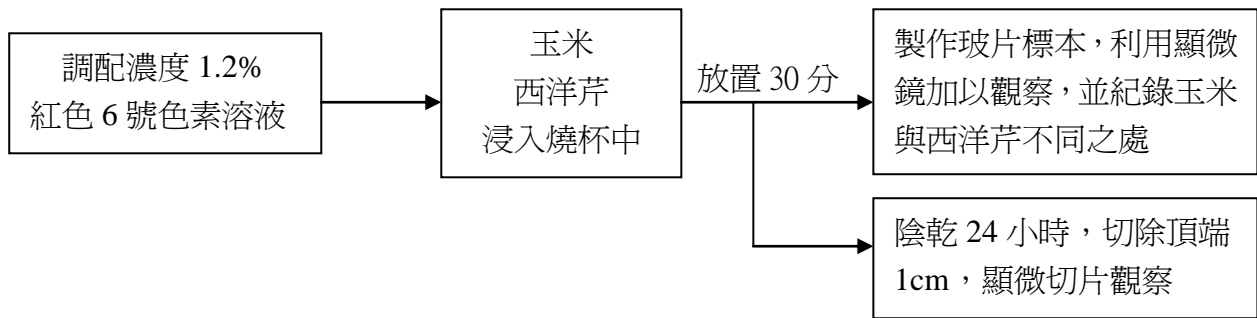
色素溶液濃度  
3.0% ← → 0.2% 3



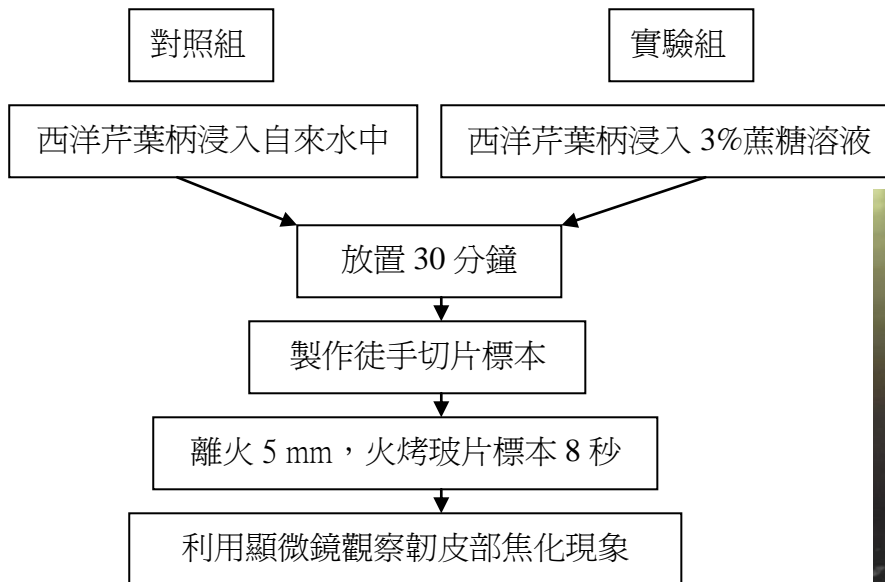
陰乾後切片

### 實驗三、找出木質部顯微構造的簡易染色方式

步驟



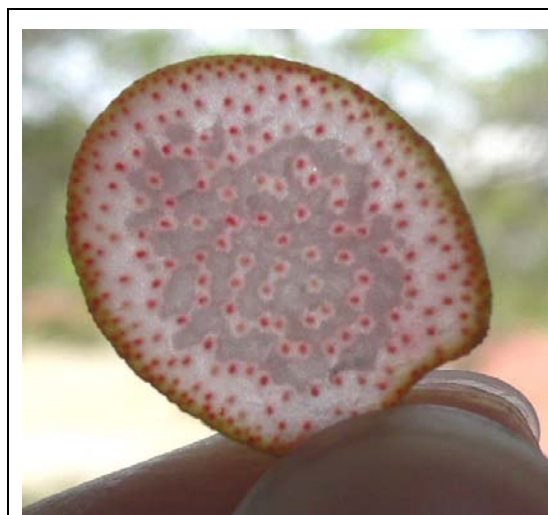
### 實驗四、利用韌皮部運輸養分之特性進行簡易染色



## 伍、研究結果

### 研究結果一、找出最適合維管束染色的染劑及植物種類

利用紅色食用色素進行玉米及西洋芹維管束染色之成果，西洋芹之環生排列維管束辨識度十分清晰，而散生維管束更是清晰。標本厚度皆為 2 mm。










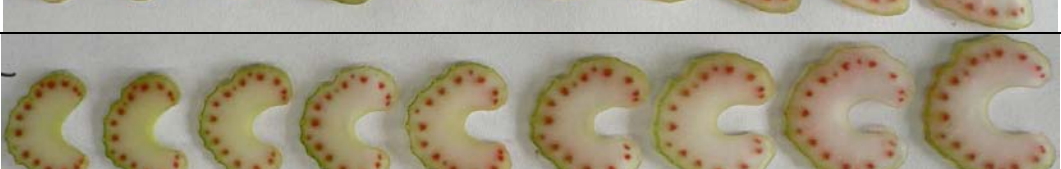


紅色食用色素溶液 (玉米)



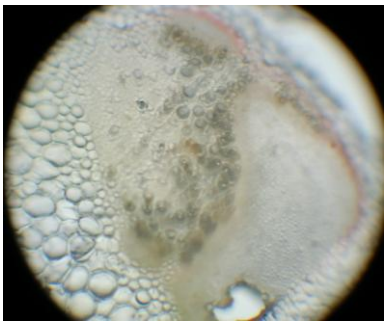
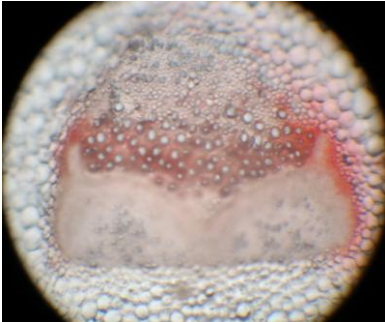
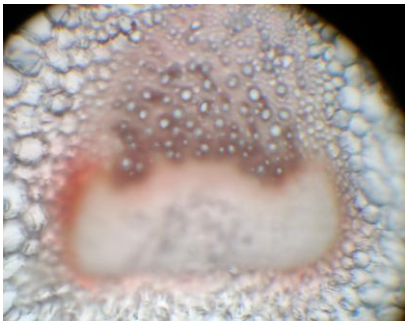
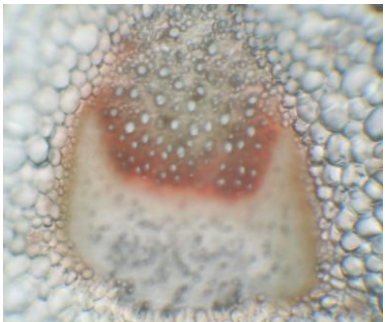



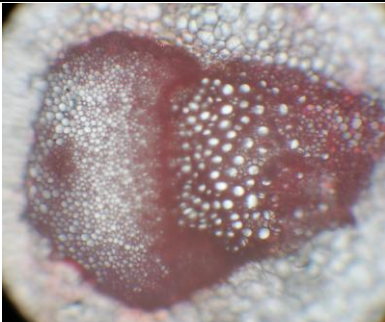
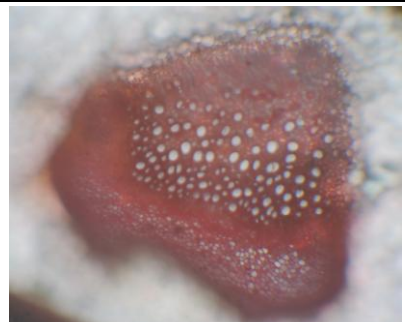

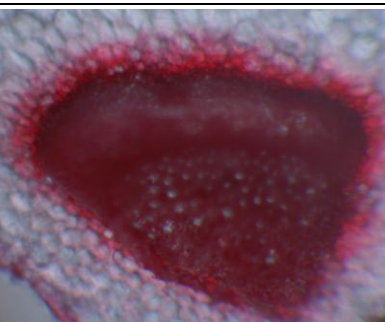
紅色食用色素溶液 (西洋芹)

## 研究結果二、找出最有效率的染色濃度

利用十種不同濃度(0.2、0.4、0.6、0.8、1.0、1.2、1.5、2.0、2.5、3.0%)之紅色食用色素溶液浸泡 15 分鐘之結果。在短時間內獲得辨識度高的結果，表示這是染色效率不錯的方式。

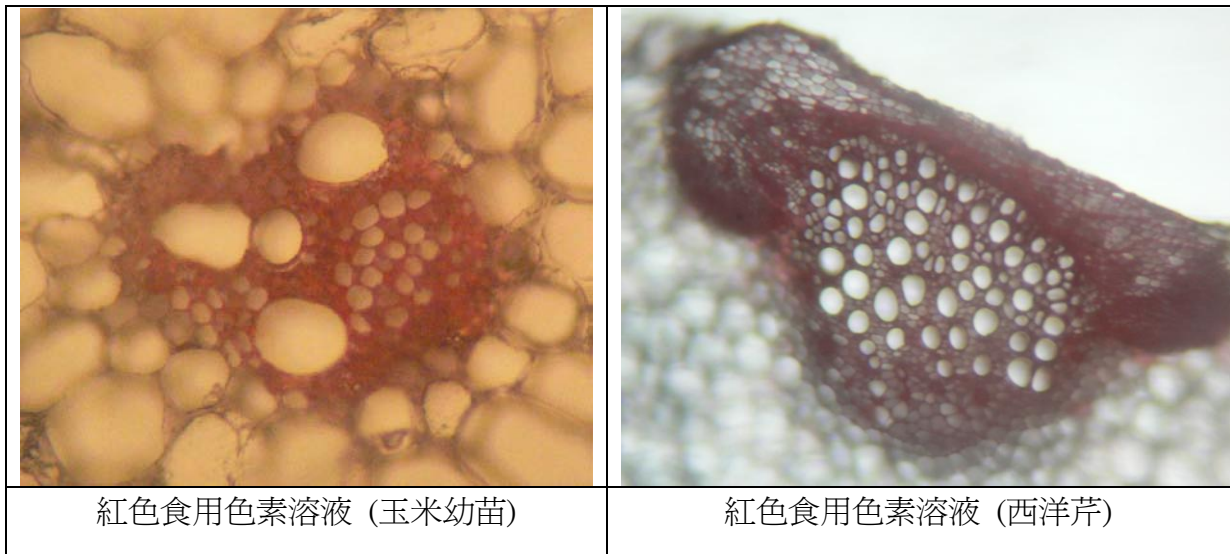
	溶液濃度 0.2 %
	溶液濃度 0.4 %
	溶液濃度 0.6 %
	溶液濃度 0.8 %
	溶液濃度 1.0 %
	溶液濃度 1.2 %
	溶液濃度 1.5 %
	溶液濃度 2.0 %
	溶液濃度 2.5 %
	溶液濃度 3.0 %

利用十一種不同濃度(0.2、0.4、0.6、0.8、1.0、1.2、1.5、2.0、2.5、3.0、5.0%)之紅色食用色素溶液浸泡 15 分鐘之結果陰乾一天後，去除頂端色素堆積部份約一公分，再進行顯微切片。以下為各濃度切片觀察之結果

		
溶液濃度 0.2 %	溶液濃度 0.4 %	溶液濃度 0.6 %
		
溶液濃度 0.8 %	溶液濃度 1.0 %	溶液濃度 1.2 %
		
溶液濃度 1.5 %	溶液濃度 2.0%	溶液濃度 2.5 %
		
溶液濃度 3.0 %	溶液濃度 5.0 %	

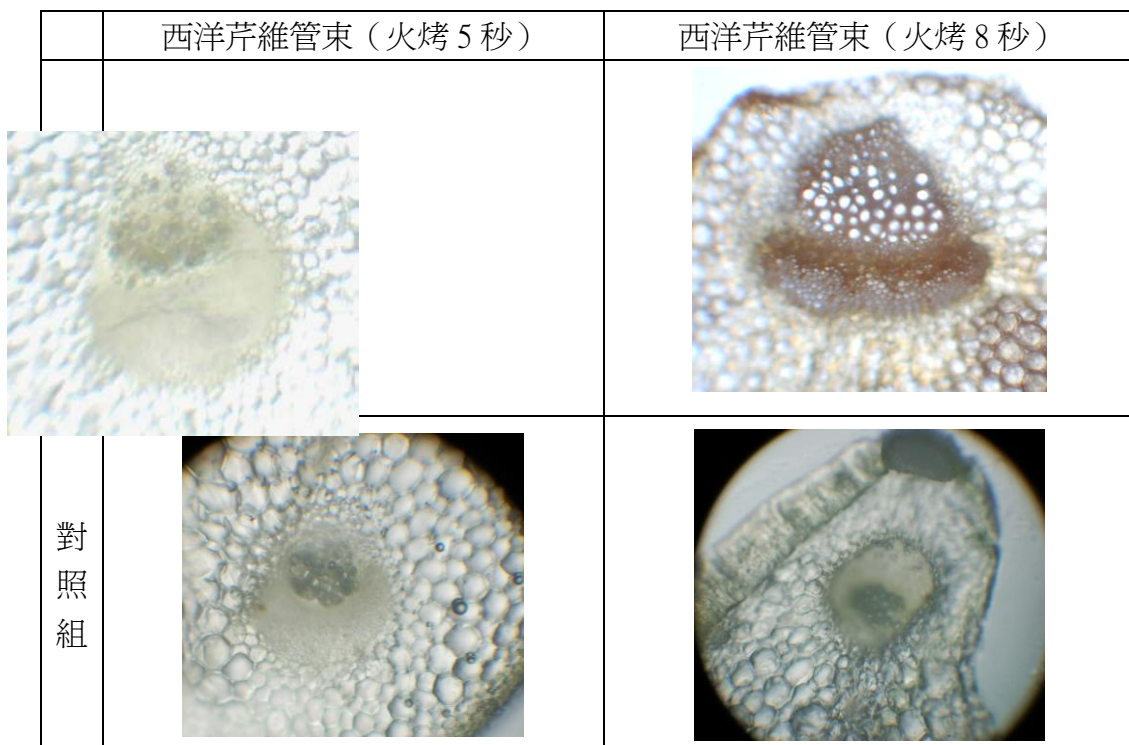
### 研究結果三、找出木質部顯微構造的簡易染色方式

玉米及西洋芹浸泡 1.2% 食用色素後進行徒手切片，利用顯微鏡觀察之情況。其木質部皆相當明顯，玉米木質部口徑較大，排列方式如人臉五官；西洋芹木質部數量多而集中，細胞壁相當明顯。由下圖可看出木質部辨識程度較清晰，而韌皮部雖然可以觀察，但清晰度比不上木質部。



### 研究結果四、利用韌皮部運輸養分之特性進行簡易染色

利用酒精燈火烤西洋芹顯微玻片 5 秒及 8 秒，在顯微鏡下觀察之成果。火烤 5 秒之玻片標本焦化程度尚不明顯；火烤 8 秒之玻片標本韌皮部焦化變色，可以清楚觀察韌皮部細胞的形態，體積較木質部細胞小，形狀也較不規則。



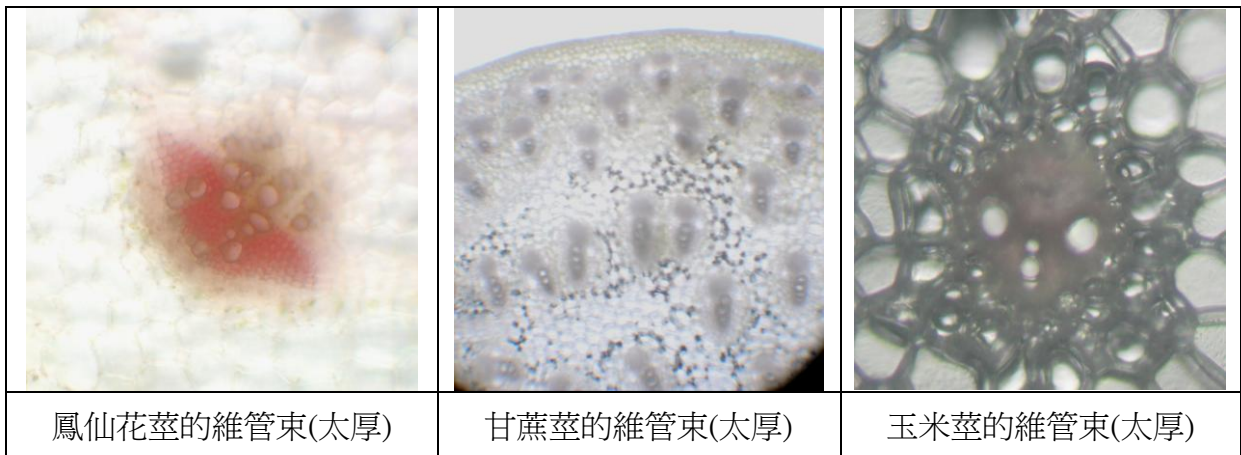


## 陸、討論

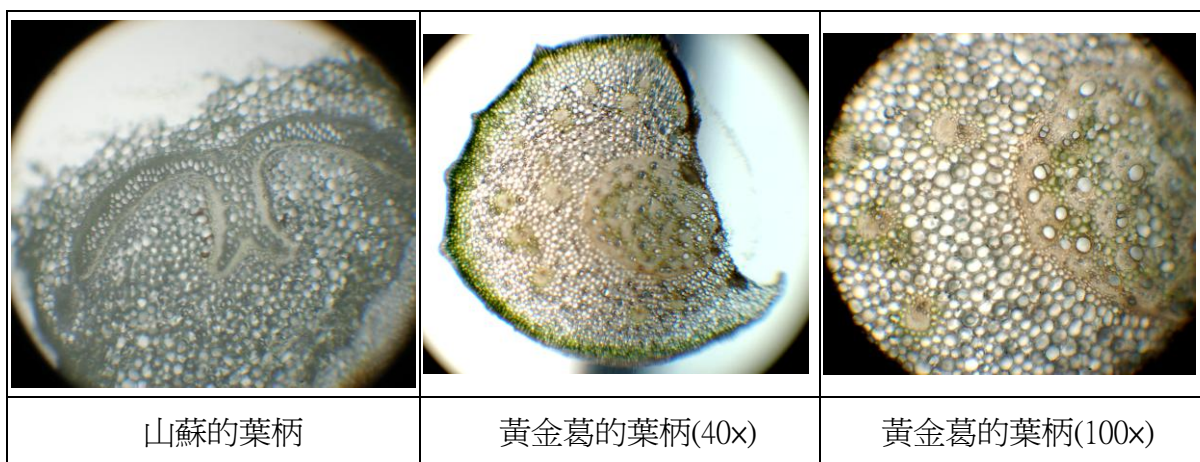
### 討論一、維管束染色（微觀及鉅觀）的染劑及植物種類之探討

#### (一) 植物樣本討論：

爲了要找出最適合維管束染色的植物，這次使用四種植物。其中發現一些值得討論的現象。鳳仙花的運輸速度很快，形成層很明顯，但莖太軟不容易切成薄片，若能探究改善的切片方式，也許會是很不錯的材料；玉米與甘蔗則是太硬不好切，若接近頂端切片，則容易散成一片片的葉片，觀察到的是葉片維管束，經過大家討論之後，決定使用軟硬度適中，取得容易，且染色出來之後容易觀察的「西洋芹」，進行後續的實驗。



我們也曾經利用校園中常見的植物進行顯微觀察，如黃金葛（單子葉）與山蘇（蕨類）的葉柄在沒有染色的狀態下進行切片。蕨類植物雖然屬於維管束植物，但我們對它的認識卻近乎空白，經切片後發現山蘇葉柄中維管束很有特色，容易辨認。校園中黃金葛相當多，是很容易取得的材料，且葉片特徵和典型單子葉型態不同，用微管束辨認他的身分亦是很適合的選擇。



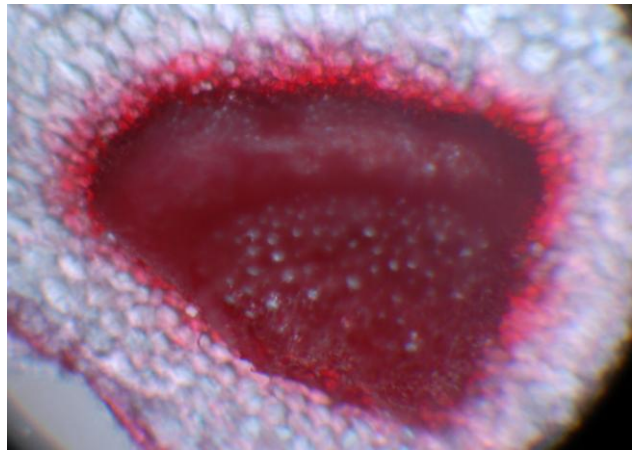
#### (二) 染劑討論：

爲了要找出最適合維管束的染劑，本次嘗試用食用色素（紅色 6 號）、焦糖、桑椹汁、黑糖。發現食用色素溶液染色，所需要的時間很短，而且效果很顯著，取得材料也很方便。選用焦糖及黑糖是考量其蔗糖的性質，認爲應該會由韌皮部運送，實驗結果黑糖卻往木質部集中，且顏色對比不夠，所以加以淘汰。用天然色素（桑椹

汁)對西洋芹的維管束染色尚清晰,但運輸速度十分緩慢,且桑椹汁裡的雜質很多,必須過濾,備製染劑所消耗的時間也過長。

### 討論二、找出最有效率的染色濃度

(一)我們針對食用色素設計一系列濃度的檢驗。以肉眼觀察,染劑濃度在 1.0% 以下顏色深度不足,觀察的效果大打折扣,但染劑濃度也不是愈高愈好。當濃度在 2.5% 以上,肉眼觀察的確對比明顯,顏色清晰,但徒手切片之後在顯微鏡下觀察,就會發現顏色有暈開的現象,維管束的外圍會變的混濁(如右圖)。所以若要同時進行鉅觀及微觀的觀察,我們建議使用 1.2% 的濃度,最為適合。

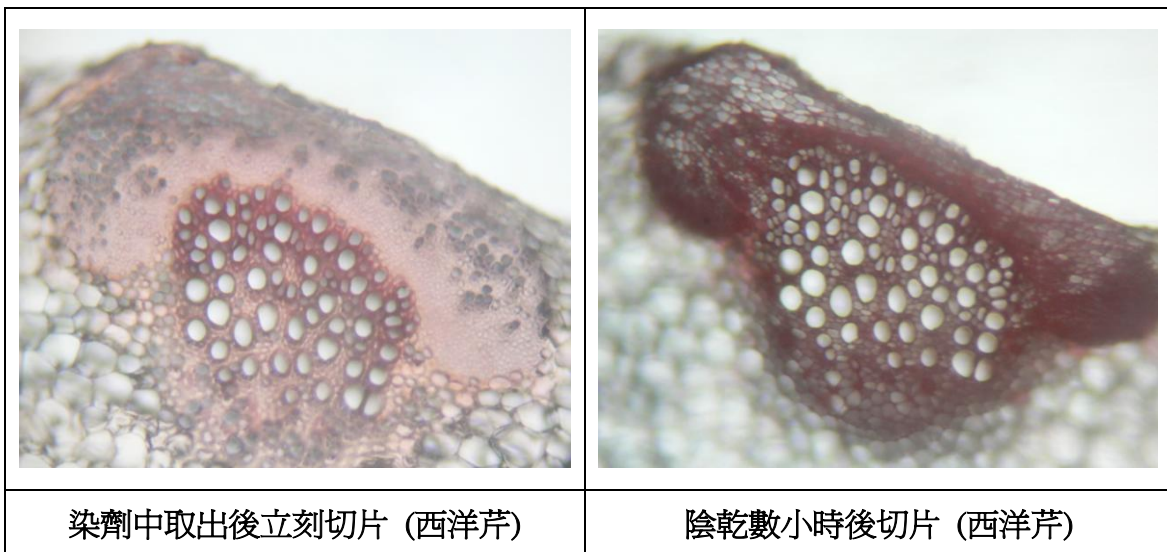


5% 食用色素 (西洋芹)

(二)利用完全沒有葉片的西洋芹,在 1.2% ~ 2.0% 濃度的食用色素溶液中,只要十五分鐘的浸泡,皆能以肉眼清楚辨識維管束的位置,並在顯微鏡下觀察到明顯的維管束構造,我們認為這個範圍是最有效率的濃度。

### 討論三、找出木質部顯微構造的簡易染色方式

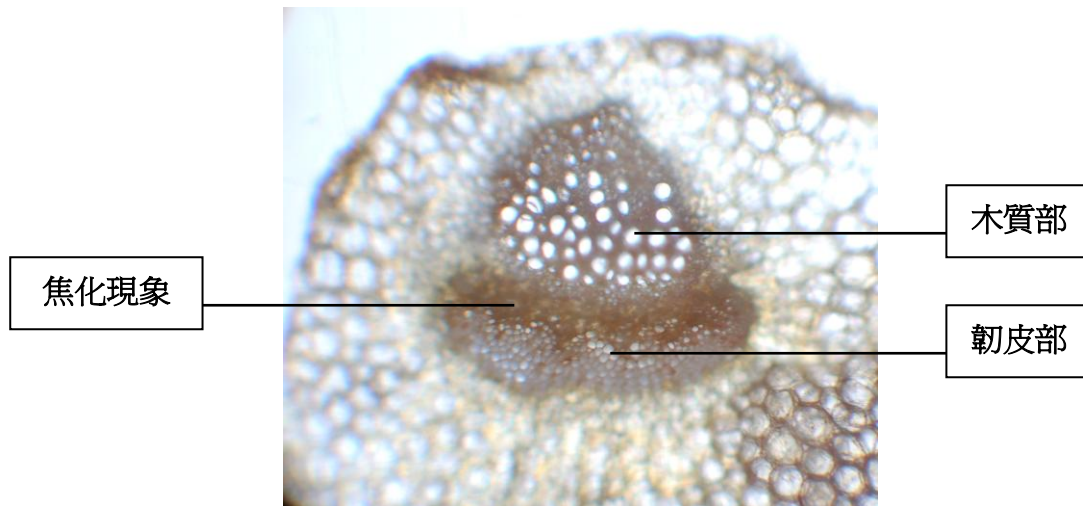
維管束中的木質部主要以運輸水分與礦物質為主,推測紅色食用色素溶於水中後,以類似礦物質溶於水的方式,順著維管束木質部上升。剛從浸泡的色素溶液中取出的西洋芹切片難度頗高,若經過數小時的陰乾,再進行切片,可看見相當清楚的木質部構造,顏色也較深,且染劑也有繼續上升到頂端幼嫩部位的現象。如下圖。



### 討論四、確定維管束中韌皮部的顯微構造

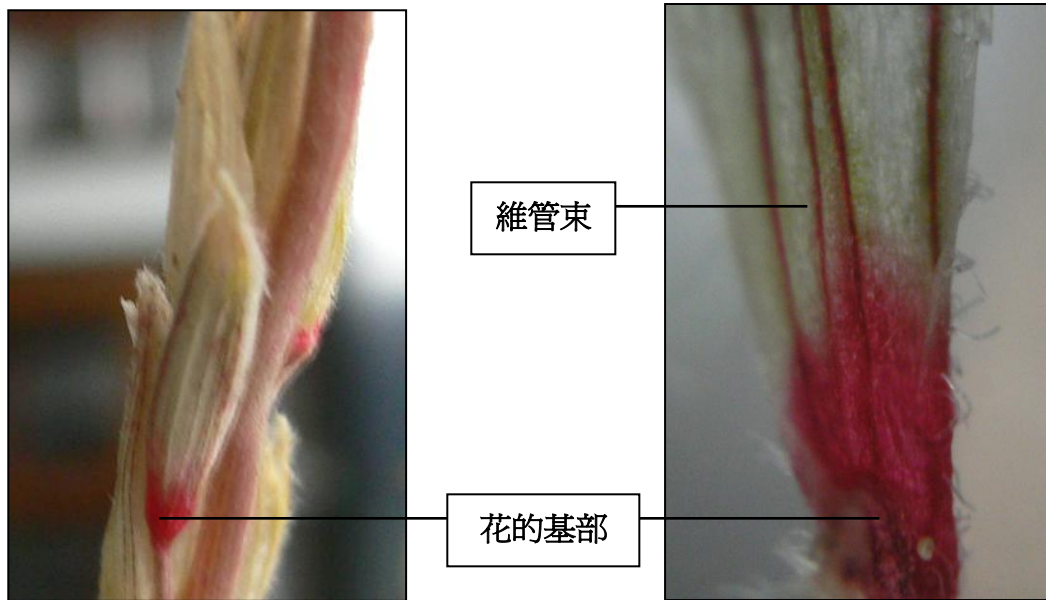
我們會使用火烤是因為先前曾使用蔗糖加上食用色素,黑糖及焦糖等方式進行染色,但未成功染出韌皮部。我們進而利用韌皮部運送蔗糖的特性,決定用火烤焦化韌皮

部，使韌皮部清楚的呈現。我們來回烤 5 秒後，發現韌皮部內含水分較多，所以再加 3 秒，觀察後發現糖被碳化之後變成黑色，韌皮部的輪廓被清楚的呈現出來。如下圖。



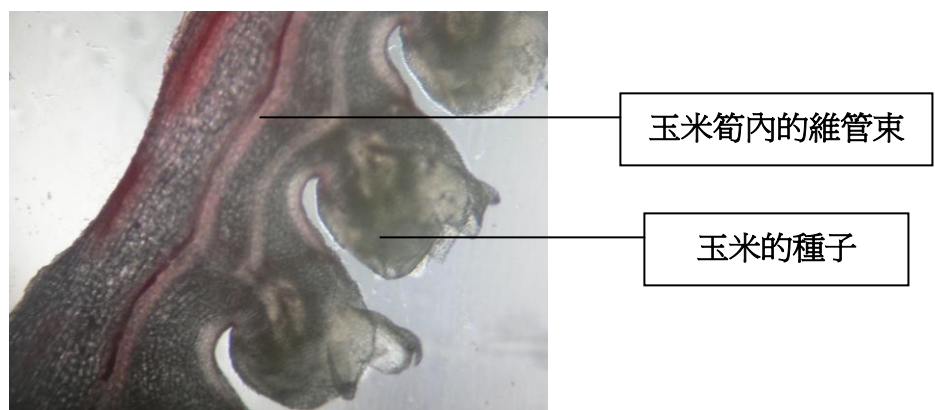
西洋芹維管束（火烤 8 秒）

討論五、其他器官維管束染色情況（實驗過程中的另外一章，供參考）



玉米的花（肉眼）

玉米的花（40X）



玉米筍縱切（100X）

## 柒、結論

在我們 45 分鐘的一節實驗課中，利用紅墨水往往不能做出令人滿意的維管束染色成果，芹菜的維管束觀察也不容易。我們嘗試各種染劑及植物的實驗方式，發現利用 1.2 ~ 2.0 % 食用色素溶液，進行玉米莖及西洋芹的染色，只需要 15 分鐘的時間，就可以利用肉眼清楚地觀察散生及環生維管束。在顯微構造的觀察中，也發現食用色素及西洋芹是最佳組合，若切片技術良好，可以利用簡單的材料，觀察清楚的木質部顯微構造。與濃度系列實驗配合，發現當染劑濃度大於 2.5% 時，不容易做顯微構造的觀察，在維管束週遭有顏色暈開的情況。最令我們高興的可以說是韌皮部的染色，我們用了非常多的方法皆無法成功將韌皮部染色，最後利用韌皮部運送糖之特性，先用 3.0% 蔗糖液浸泡，再利用火烤將韌皮部中的蔗糖焦化，成功將韌皮部著色，清楚觀察到韌皮部的顯微構造，這應該可以間接證明維管束中的韌皮部運輸物質為蔗糖。

## 捌、參考資料

1. 高榮志、江若萍、尤麗雅，校園植植走(2007) 台北市：國立台灣科學教育館。
2. 史家瑩主編(2006)，國中自然與生活科技(一上)。台南市：翰林出版社。
3. 王月雲、陳是瑩、童武夫(1981)，植物生理學。台北市：師範大學出版社。
4. 易希道，最新植物生理學(1974) 台北市：環球書局。

【評語】 031720 以管窺天一維管束裡的小天地

主題與教材富配合性質，方法富於創意，但應合理，因而指導老師應多加協助，尤其在參考資料及圖片說明上。