

臺北市立建國高級中學 110 學年度第 1 學期

# 生物作業彙整

二年六班 29 號 潘仰祐

同組組員

18 許惇堯

26 黃柏元

31 蔡俊則

指導老師

林郁婷

---

## 簡述與心得

實驗／觀察報告。〈光合作用〉透過層析瞭解了光合色素，及 DCPIP 的變色知道光反應有還原作用。〈植物觀察〉得以具體瞭解各植物構造的形貌：根莖葉截面、陸水生比較、花、果實與種子。並於其後提出疑問。

# 目次 (點擊前往該條目)

=====作業一=====	
11/16 光合作用實驗結報.....	4
實驗一、光合色素之層析分離.....	1
一、 實驗動機.....	1
二、 實驗目的.....	1
三、 實驗原理.....	1
四、 實驗器材表.....	1
五、 實驗步驟流程圖.....	2
六、 實驗結果&分析.....	2
七、 問題討論.....	4
八、 結論、檢討兼展望.....	6
實驗二、光反應的還原作用.....	7
一、 實驗動機.....	7
二、 實驗目的.....	7
三、 實驗原理.....	7
四、 實驗器材表.....	7
五、 實驗步驟流程圖.....	8
六、 實驗結果&分析.....	9
七、 問題討論.....	9
八、 結論、質疑、改進兼展望.....	10
個人心得.....	11

=====作業二=====

12/07 第二組 植物組織與器官觀察結報.....	12
觀察一、植物的細胞與組織——永久玻片標本觀察.....	13
一、 觀察動機.....	13
二、 觀察目的.....	13
三、 觀察原理.....	13
四、 觀察器材表.....	13
五、 觀察步驟流程圖.....	13
六、 觀察結果&分析.....	13
# 玉米根（橫切）：單子葉根.....	14
# 玉米莖（橫切）：單子葉莖.....	14
# 向日葵莖（橫切）：雙子葉莖.....	15
# 南瓜莖（縱切）：木質部紋路.....	15
# 甘薯葉（橫切）：雙子葉之葉.....	16
七、 結論、檢討、疑問兼展望.....	16
觀察二、營養構造的適應與特化——陸生 vs. 水生.....	17
一、 觀察動機.....	17
二、 觀察目的.....	17
三、 觀察原理.....	17
四、 觀察器材表.....	17
五、 觀察步驟流程圖.....	17
六、 觀察結果&分析.....	18
七、 問題討論.....	19
八、 結論、改進兼展望.....	19

觀察三、花的構造與形態.....	20
一、 觀察動機.....	20
二、 觀察目的.....	20
三、 觀察原理.....	20
四、 觀察器材表.....	20
五、 觀察步驟流程圖.....	20
六、 觀察結果&分析.....	21
# 桔梗.....	21
# 百合.....	21
# 蘭花.....	22
# 統整.....	23
# 子房觀察（百合）.....	23
七、 結論、改進兼展望.....	23
觀察四、果實與種子的構造與形態.....	24
一、 觀察動機.....	24
二、 觀察目的.....	24
三、 觀察原理.....	24
四、 觀察器材表.....	24
五、 觀察步驟流程圖.....	24
六、 觀察結果&分析.....	24
七、 問題討論.....	26
八、 結論、改進兼展望.....	26
個人心得.....	26



11/16 光合作用實驗結報

# 實驗一、光合色素之層析分離

## 一、實驗動機

對於光合作用感到好奇，並且欲知悉光合作用中，大致有幾種色素在發揮功效。又在因緣際會下，得知我國 91 年度指考之生物第 15. 題，光合色素之順序有相當之疑議，乃欲試效，眼見為實。

## 二、實驗目的

透過層析分離的方式，將色素分離成多層，以分析有幾種類型的色素。亦可與標準物質相比 Rf 值、以及透過觀察其色相等，初步推斷物質（此即各光合色素）之類型與名稱。

## 三、實驗原理

由於光合色素鑲嵌於細胞膜之上，可推測其屬非極性，應當溶於丙酮之類同屬非極性之有機物；而其餘物質多不溶，故先使用丙酮溶出乾菠菜葉粉末中的光合色素。

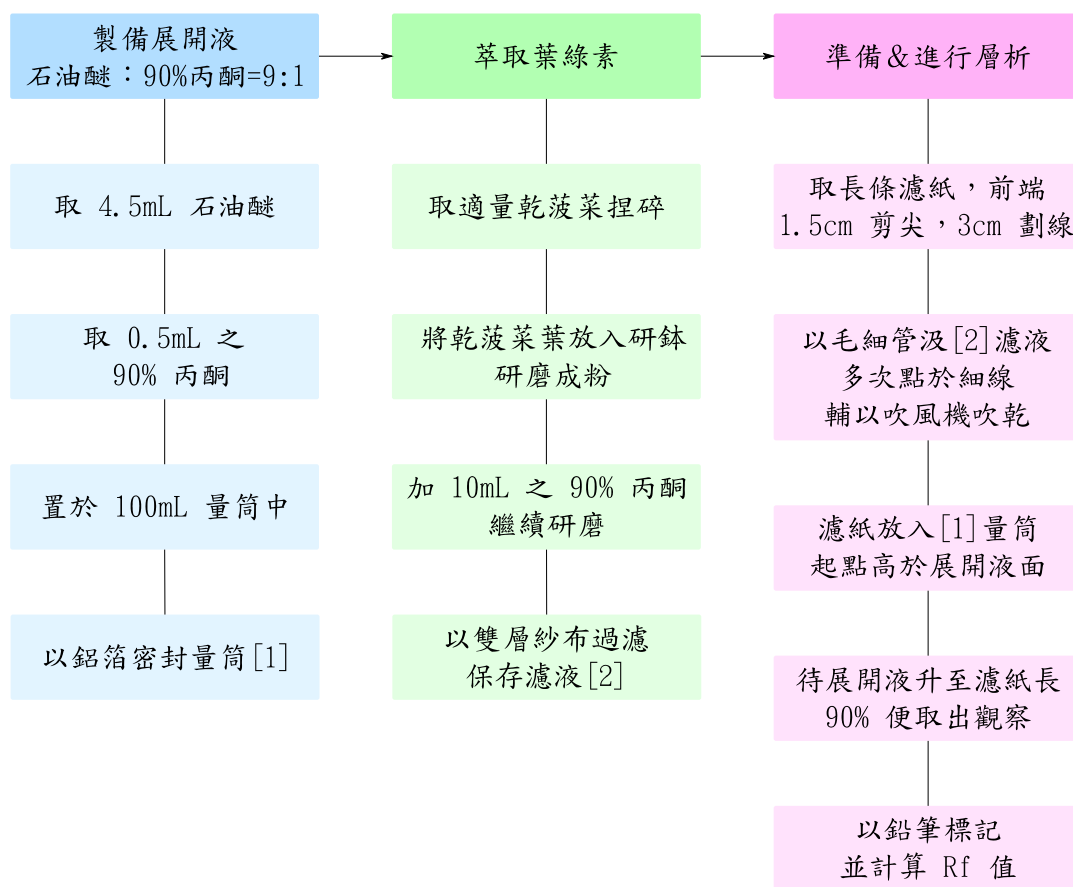
而因為各色素對固定相（濾紙中的水，屬於極性）與移動相（有機溶劑，屬於非極性）的親和力不同，所以隨移動相（因為毛細現象）移動的距離、速度不一樣。親和力不同以外，又因為各物質本身有不同之本性，故光合色素之移動各有疾緩，最終相同者相聚、相異者相離，而得以明顯區辨出多種色素。

鑑於實驗的可重複性，若在與標準物質之測定幾近相同之情形、環境等變因控制之下，所測量之物質英語標準物質有相近之「Rf 值（retention factor，比移值）」此一應變變因。故，得以依此反推物質之類型、名稱。

## 四、實驗器材表

材料	數量	材料	數量	材料	數量
烘乾菠菜葉	適量	紗布	兩塊	毛細管	一支
90% 丙酮	一罐	研鉢	一組	100mL 量筒	一支
石油醚	一罐	長條濾紙	一條	10mL 量筒	一支
鋁箔	一片	鉛筆	一支	吹風機	一台

## 五、實驗步驟流程圖



## 六、實驗結果&分析

實驗圖照

進行層析後，光合色素於試紙條上展開



實驗影片

層析縮時攝影

<https://youtu.be/dfi0yixOMHU>



依照  $R_f \text{ 值} = (\text{色素移動距離}) \div (\text{展開液移動距離})$ ，以下是所測得之數據與其換算，並且已依照各色素應有之特性（顏色、相對位置）標上名稱：

	顏色	位置(mm)	算得 $R_f$
展開液終點	X	11.50	X
胡蘿蔔素	黃	11.45	1.00
脫 Mg 葉綠素 a	灰	9.33	0.81
葉黃素	黃	8.95	0.78
葉綠素 a	綠	8.50	0.74
葉綠素 b	草綠	7.50	0.65

以下是本實驗測與標準物質  $R_f$  值（楊政燁等，2014：3）<sup>1</sup>之數據比較

石油醚：90%丙酮 = 9：1	我組	標準物質
胡蘿蔔素	1.00	1.00
葉黃素	0.78	0.65
葉綠素 a	0.74	0.46
葉綠素 b	0.65	0.28

參上，我組並未取得與標準物質足夠接近之  $R_f$  值

1 楊政燁、周伯宇、余承哲（2014）。光合色素層析的探討與改進。國立嘉義高中小論文。中學生網站，第1031115梯次，生物類。2021-11-23 取自  
<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2014/11/2014111422334872.pdf>



以下是 Rf 值與班上其它各組之結果數據比較

	胡蘿蔔素	葉黃素	葉綠素 a	葉綠素 b
一	1.00	0.71	0.35	0.15
我組，二	1.00	0.78	0.74	0.65
三	1.00	0.78	0.67	0.36
四	1.00	缺	缺	缺
五	1.00	0.93	0.92	0.74
六	1.00	0.76	0.46	0.25
七	1.00	0.66	0.35	0.2
八	1.00	0.76	0.42	0.22
九	1.00	0.61	0.32	0.15
十	1.00	0.67	0.48	0.32
去極端平均	1.00	0.73	0.50	0.31
標準差	0.00	0.09	0.20	0.20
我組離均差	0.00	0.05	0.24	0.34

參上，可見我組雖然有成功分離色素，卻未得到與多數組別相當之 Rf 值。請詳下方問題討論：「本組實驗結果是否與預期符合？……」一段。

## 七、問題討論

1. 為何萃取光合色素時，通常使用丙酮，而不用蒸餾水？

>> 已知光合色素鑲嵌於類囊體膜之上，故可依此推得其屬非極性物質。又丙酮亦屬非極性物質，故應當溶於丙酮，而不溶於水，乃採用將碎葉粉浸於丙酮之法，將光合色素溶出。

2. 本組實驗結果是否與預期符合？若否，檢討並列出誤差原因。

>> 半符合：色素之相對位置正確且成功分離，卻並未有相同之 Rf 值。

根據下方圖表：

以石油醚與 90%丙酮 10：0、9：1、8：2 配製展開液的色素層析 Rf 值

石油醚：90%丙酮	10：0	9：1	8：2
胡蘿蔔素	1	1	1
葉黃素	0.31	0.65	0.93
葉綠素 a	0.26	0.46	0.81
葉綠素 b	0.22	0.28	0.65

(楊政燁等，2014：3)<sup>1</sup>

則我組之實驗數據：

胡蘿蔔素	1.00
葉黃素	0.78
葉綠素 a	0.74
葉綠素 b	0.65

偏向了在「石油醚：丙酮 = 8：2」情況下之值。依此推論，誤差或許在於下述幾點：

1. 器材不潔：因為接獲本次實驗用具時，可見前一使用者並未充分清潔；縱我組已試先潔之，然或有未盡之處、抑或摻水未乾，致使展開液混合了未知物質或過濃的丙酮。
2. 展開液比例不正確：由於所配置展開液僅 5mL 之多，但凡稍有重誕，比例便將失衡。若此為實，可以從數據偏向丙酮佔較高濃度的展開液，臆測實驗的失準應當歸咎於過多的丙酮。

3. 則我國 91 年度指考之生物第 15. 題（正解 C），光合色素之順序是否與實驗相符？

15. 將菠菜濾液點在濾紙上，於石油醚、丙酮和水的混合溶液中展開，分離出葉綠素a、葉綠素b、葉黃素和胡蘿蔔素。下列為依四者所行距離大小排序，何者正確？

- (A) 葉綠素a > 葉綠素b > 葉黃素 > 胡蘿蔔素      (B) 葉綠素b > 葉綠素a > 葉黃素 > 胡蘿蔔素  
(C) 胡蘿蔔素 > 葉綠素a > 葉綠素b > 葉黃素      (D) 葉黃素 > 葉綠素a > 葉綠素b > 胡蘿蔔素

>> 應是不符。實驗結果為「胡蘿蔔素>葉黃素>葉綠素 a>葉綠素 b」。然而與 110 指考第 21. 題契合（正解 AE）

21. 打破葉肉細胞，以不同溶液萃取並收集濾液進行實驗，下列敘述哪些正確？

- (A) 以 0.5 M 蔗糖液收集的濾液，可在照光下進行希爾反應（Hill Reaction）  
(B) 以沸水收集的濾液，可以進行過氧化氫酶反應  
(C) 過氧化氫酶最佳作用的 pH 值為 10  
(D) 在光合色素分離實驗中，展開液與色素的移動距離分別為 5 公分及 2 公分，則該色素 Rf=2.5  
(E) 以石油醚：90%丙酮約為 9:1 的展開液進行層析實驗，在濾紙上展開速度由慢到快分別為葉綠素a、葉黃素及胡蘿蔔素

## 八、結論、檢討兼展望

本次實驗，我們成功已層析的方式，分離了光合色素。此次實驗，也學到了些許教訓：下次要充分清潔實驗器材，並且準確估量、配置藥劑，以免實驗失準。

在研究文獻的過程中，我們發現展開液有數種不同的配方——不一定用丙酮，也有改換乙醇、乙酸乙酯等者。而仔細看過後，發現除了  $R_f$  值可能不同外，連色素分佈的相對位置也是不同。故我發現，色素對於移動相的親和力，不僅僅是原先以為的「換另一個有機化合物，既然都屬非極性，順序不會改變」，而是會有更多複雜的因素。

展望未來，若有機會，便可以測試各種有機溶劑，以確認並分析特定色素對該溶劑的親和力，進一步探討原因。

## 實驗二、光反應的還原作用

### 一、實驗動機

生物恰教到光合作用的詳細過程。對於光合作用感到好奇，並且欲知悉光合作用中是否真如課本所言，便行實驗，

### 二、實驗目的

確定光合作用的光反應是否放出電子。

### 三、實驗原理

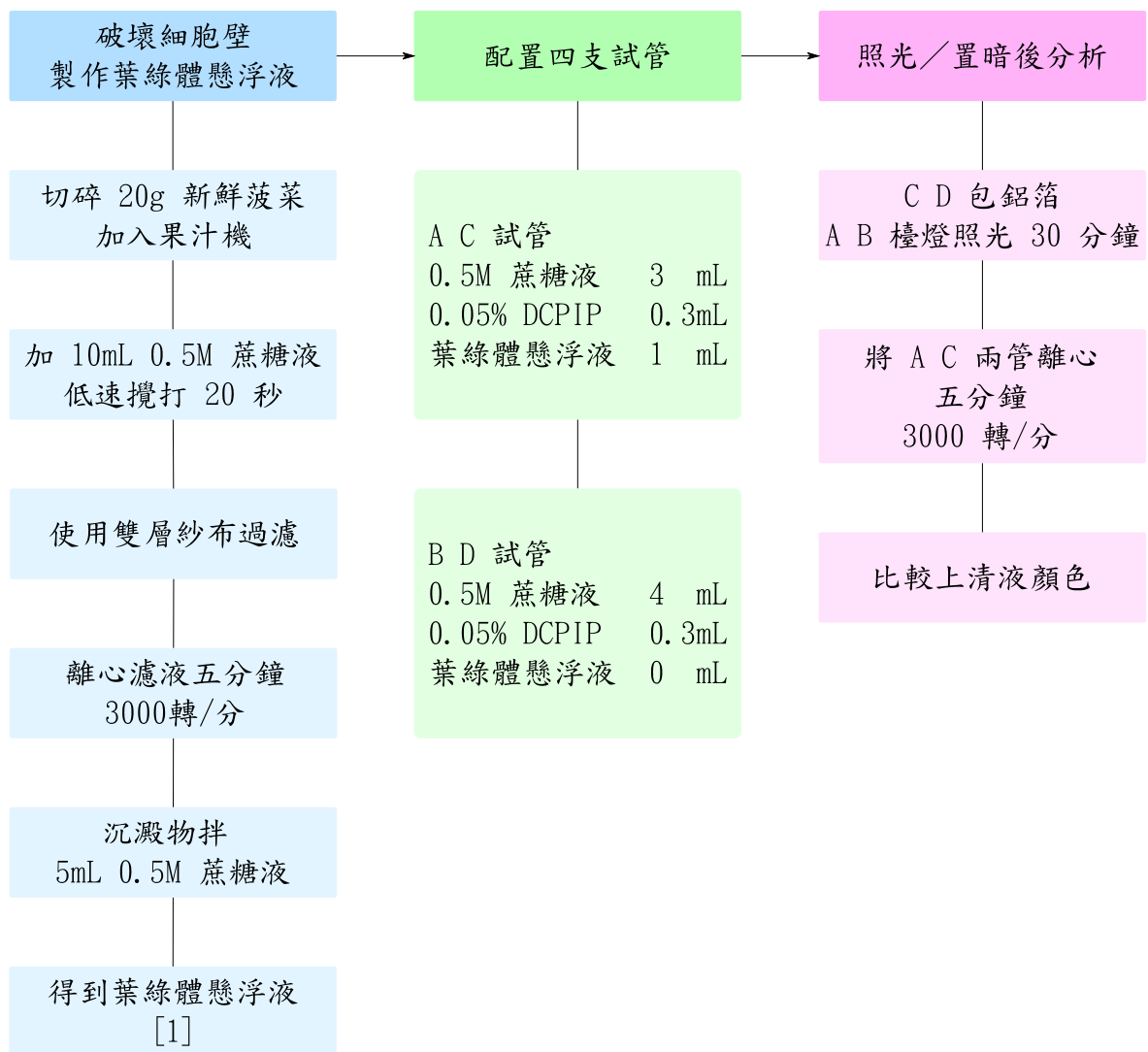
此實驗為希爾反應（Hill reaction）之復現：利用光合作用植物的葉綠體進行光反應，在照光下分解水、放出氧氣、並還原電子接受者。

由於 DCPIP 可以接收  $e^-$  &  $H^+$ ，在接收之前的氧化態是藍色，而接收之後便轉為無色，故可以依其顏色深度判斷光反應是否確實分解  $H_2O$ ，產生  $2e^-$  &  $2H^+$ 。

### 四、實驗器材表

材料	數量	材料	數量	材料	數量
新鮮菠菜	適量	量筒	一支	離心管	兩支
紗布	兩片	試管架	一副	離心機	一臺
0.05% DCPIP	適量	滴管	一支	玻棒	一支
0.5M 蔗糖液	適量	鋁箔	一塊	檯燈	數台
果汁機	一臺	試管	四支		

## 五、實驗步驟流程圖



## 六、實驗結果&分析

AB 照光而 CD 包鋁箔置於暗處，30 分鐘後去除鋁箔並離心的上清液



		A 管	B 管	C 管	D 管
控制	葉綠體有無	有	無	有	無
	照光或黑暗	照光	照光	黑暗	黑暗
應變	顏色深淺	偏淺	深	深	深
	顏色	黃綠	藍	綠	藍

## 七、問題討論

1. 製備葉綠體懸浮液時，為什麼要用 0.5M 蔗糖溶液？

>> 0.5M 蔗糖液屬於細胞質之等張溶液，使用此溶液而非純水或蒸餾水，可以避免水往高濃度之處（即葉綠體內部、類囊體內部等）灌入，從而防止葉綠體、類囊體等發生破裂。

2. 在綠色植物體內，H 的接受者是什麼？

>> 是  $\text{NADP}^+$ 。依原本之進行，其在獲取  $\text{H}^+$  以及  $2\text{e}^-$  之後，組合成  $\text{NADPH}$ ，以在光合作用中供暗反應使用。然而在此實驗中，被 DCPIP 所代替。

3. 比較並說明為什麼 A 與 B、A 與 C 試管所得的實驗結果互不相同？

>> AB 實驗中，由於 B 缺少葉綠素，故其中的 DCPIP 缺少得以捕獲之  $\text{H}^+$  及  $\text{e}^-$ ，無法被還原，而常保氧化態之藍色。

>> AC 實驗中，縱使 C 存在葉綠素，然而不存在光照，是故無法進行光反應，亦不得進行水之裂解。沒有水的裂解，便沒有  $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- + \text{O}_2$ ，即沒有辦法使 DCPIP 形成  $\text{DCPIPH}_2$ ，故仍保持藍色。

4. D 試管的裝置有何實驗設計上的意義？

>> 作為 B 實驗的對照組。即，為了說明「照光」此一變因不會使 DCPIP 溶液之顏色改變，故以 D 之「黑暗」相輔，進而得出只有「照光+葉綠體」一併存在時（即 A 實驗），才會改變顏色，而逆推出  $\text{H}^+$  及  $\text{e}^-$  產生。

5. 本組實驗結果是否與預期符合？若否，檢討並列出誤差原因。

>> 近乎完全符合。可在最終觀察到顏色確已由深入淺，進而得知  $\text{H}^+$  及  $\text{e}^-$  確實有產生。惟最終之離心步驟，所取上清液並不如所預測般清澈、也似乎有葉綠體之破裂等造成色彩偏綠，稍是可惜。

## 八、結論、質疑、改進兼展望

此次實驗還算成功，可以達成原先之目的：復現希爾反應，並確定光反應具有裂解水、放出  $\text{H}^+$  及  $\text{e}^-$ 、並以此還原電子接受者的能力。

然而，此實驗仍有許多令人費解之處。試述如下：

1. 為何離心時，轉速定在 3000 轉／分鐘？且離心時長為 5 分鐘？

2. 僅將蔗糖菠菜汁以雙層紗布過濾，是否仍有其餘胞器隨濾液留下？前一題之轉速是否足以將該濾液中，葉綠體以外之胞器分離至上清液？且葉綠體於此轉速之下或將受損？若如此，比率為何？

此實驗我也認為有尚待補充的步驟

1. 再做一試管 E，配置如下

1. 蔗糖液 3.3mL

2. 0.05% DCPIP 0 mL

3. 葉綠體懸浮液 1 mL

2. 將上述之試管 E 同時與 A、C 兩管離心，亦取上清液

3. 觀察 A、C 試管之顏色時，輔以 E 試管，以便觀察 A 之顏色是否與 E 相近。

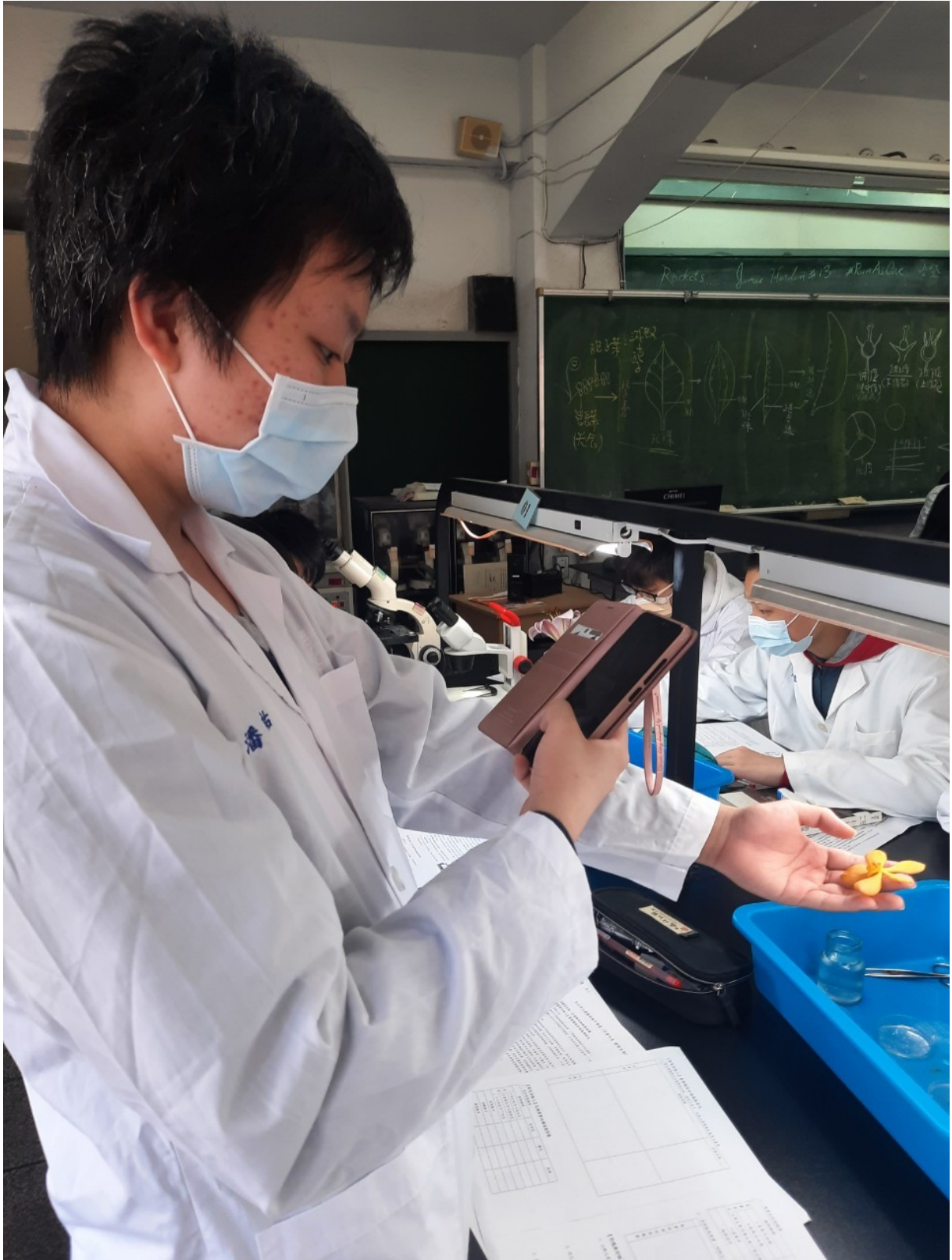
依上述之方法，可以排除葉綠體難以完全沉澱，而使得觀察困難之情形。若顏色近乎相同，可知 A 中 DCPIP 已全數成為 DCPIP<sub>H2</sub> 而透明化。

展望未來，希望可以在更加瞭解植物細胞中各胞器特性後，規劃實驗，以確定是否有更好的轉速、更好的時間，甚至是否應該以多個速度離心多次等。且也應當使用其餘方式測量透光度（例如 LED 燈 + 手機光度計，或輔以 Arduino）等，而非僅依憑肉眼定論，以增公信。

## 個人心得

此次實驗過後，我學到了關於光合作用更進一步的知識，這幫助了我對課堂內容有更加深刻之瞭解。而與我同組之同學也十分配合，猶如心有靈犀般平攤了事務，並各司其職、合作無間。是我心目中各自努力、嘗試將實驗做到最好的期望，少數幾次的完美實現。我十分感謝我同組的組員！





## 12/07 第二組 植物組織與器官觀察結報

# 觀察一、植物的細胞與組織——永久玻片標本觀察

## 一、觀察動機

課本已教導完該部分相關之章節。由於段考後之時間尚為充裕，恰逢可進入生物實驗室實作、觀察之時段，且存在有親眼見識植物體切片的好奇心，故進入並觀察之。

## 二、觀察目的

觀察不同植物組織及細胞，瞭解植物組織的分化情形。

以玉米根之橫切面，確認單子葉植物根部之內外構造。

以玉米莖之橫切面，確認單子葉植物莖部之內外構造。

以向日葵莖之橫切面，確認雙子葉植物莖部之內外構造。

以南瓜莖之縱切面，確認植物莖部之木質部紋路構造。

以甘薯葉之橫切面，確認雙子葉植物葉部之構造。

## 三、觀察原理

透過顯微鏡的凸透鏡折射光線，並將物放在其焦距之內，使光線在進入人眼後看到較大之虛像於鏡後焦距之外，遂達成放大之效果，而使得生物體細微處得以更好地被觀察。

## 四、觀察器材表

材料	數量	材料	數量	材料	數量
顯微鏡	一副	永久玻片	數枚		

## 五、觀察步驟流程圖

取要觀察的永久玻片 → 將其放上載物台 → 使用調節輪對焦 → 使用手機攝像，並觀察之  
→ 改換物鏡 [4x, 10x, 40x]，回到調節輪對焦

## 六、觀察結果&分析

目鏡皆為 10x，物鏡為 [4x, 10x, 40x] 故有放大比例 [40x, 100x, 400x]

下方的觀察，有部分基於下述基準〈植物永久切片標本之組織辨識〉<sup>2</sup>。內容如下：

「……常用的植物切片染劑是採用 Safranin O 及 Fast green 兩種，進行雙重染色，分別造成紅、綠對比的差異……」

「……薄壁細胞染成淡綠色；細胞核染成粉紅至紅褐色；厚壁細胞染成鮮紅色……」

「……木質素組成是厚壁細胞染成鮮紅色的原因，可藉此來判斷細胞壁組成是否已有添加木質素，即是否已有次生細胞壁的產生……」

2 植物永久切片標本之組織辨識。生物科共同備課網。2021-12-19 取自  
<https://bioshchen.weebly.com/26893292892770420037209992925527161264122004332068323403677635672.html>

## # 玉米根（橫切）：單子葉根



40x



100x

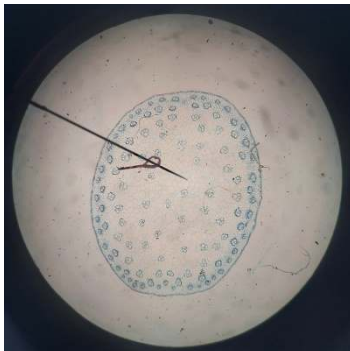


400x

分析：

> 我認為這是一次失誤的觀察。或許是物恰巧並未進入視口之中，或許是一開始便對焦到了髒汙／破碎組織上，或許是永久玻片本身之問題等。由此三張照片中，並無法觀察到單子葉根的結構，更遑論區分各組織了。

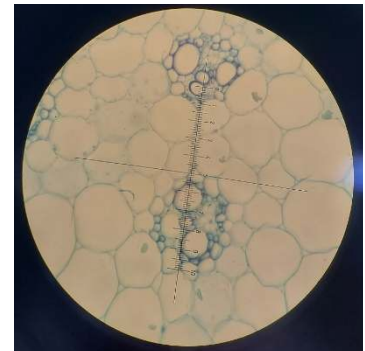
## # 玉米莖（橫切）：單子葉莖



40x



100x



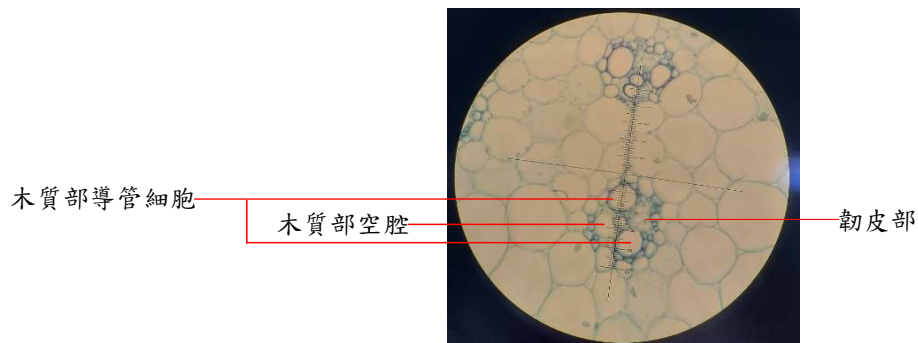
400x

分析：

> 由 40x 該圖中，可見單子葉莖部之特徵——維管束以散生方式排列。其中最令我訝異的，是維管束似乎有偏向外圍的現象。

> 到 100x 該圖中，可以觀察到維管束之間猶有基本組織填充；依照課堂所學及配合其邊界色彩受染色近淡綠解讀，是為薄壁細胞。

> 到 400x 圖照中，可以清楚觀察到維管束的結構，尤其因木質素染色偏紅之木質部。





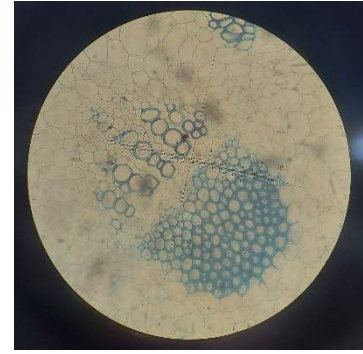
## # 向日葵莖（橫切）：雙子葉莖



40x



100x



400x

分析：

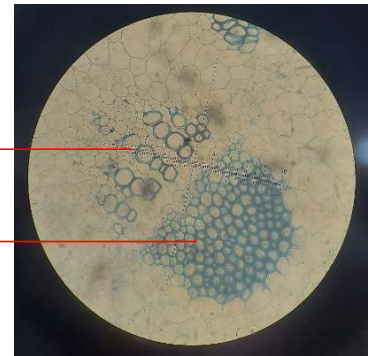
> 從首張圖（40x）茲可以看出維管束整齊排序成圓的情形，為雙子葉植物莖部最明顯的特徵。中央為髓。

> 在次張圖（100x）內可以見得空白處仍有細胞填充；依照課堂所學及配合其染色偏綠解讀，是為薄壁細胞，可用以儲存養分。

> 在末張圖（400x）可以詳細觀察到木質部（偏紅）與韌皮部（偏綠），惟形成層不甚明晰；經推測，或許是向日葵並無莖部加粗、甚至成為樹幹之需求，故漸行退化。

木質部

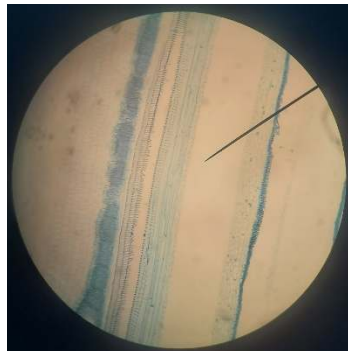
韌皮部



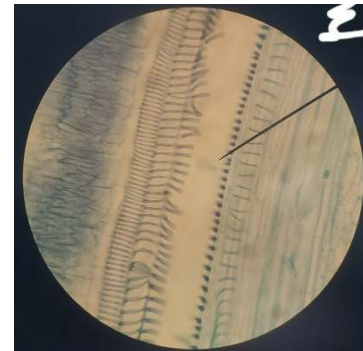
## # 南瓜莖（縱切）：木質部紋路



40x



100x

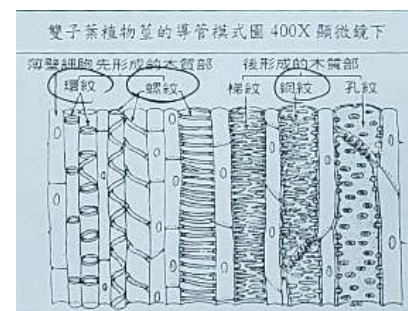


400x

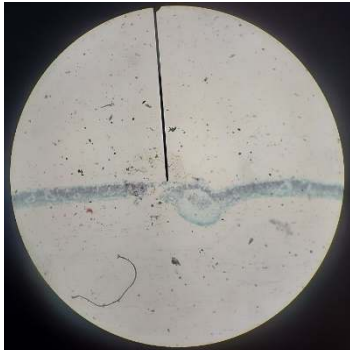
分析：

> 從 400x 彼張圖可看出，由左至右分別為髓（一道）、螺紋（三道）、間隔、環紋（一道）。依照老師所給予之參考資料（右圖），可推測左到右之時間順序，應為較晚形成到較早形成。

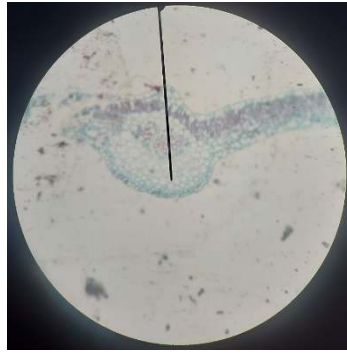
> 據維基百科資料<sup>3</sup>（可信度待評估，此處列出僅供參考，仍待補正），原因可能為先形成之木質部比後形成有更可延展的管胞，不似後者已遇到木質化之問題。



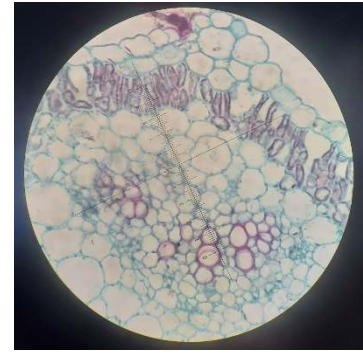
## # 甘薯葉（橫切）：雙子葉之葉



40x



100x



400x

分析：

- > 從 400x 該圖中可以看出，因木質素而被染為紅色之木質部，以及一排被染色的未知細胞。
- > 依先前所提及之原則可推測，或許是由於次生細胞壁而被染色的厚壁細胞。本葉片於製作永久玻片之切片過程中，可能是依其葉脈切下，而保留了此類支持構造。
- > 依其所在位置與形狀判斷，此組織或許原為用於光合作用的薄壁柵狀細胞，然而由於某些未知的因素，卻被染色了。



## 七、結論、檢討、疑問兼展望

經過了上述觀察與分析，我們已經確認了單雙子葉植物莖部、雙子葉之木質部以及雙子葉之葉片的構造。惟玉米根之永久玻片觀察須得檢討——下次再看到此等不似所欲觀察項目，應重新移動玻片，並調整調節輪，以免觀察到髒汙或破碎組織。

而上方各式玻片之色彩偏黃，推測是永久玻片已經使用許久，致使褪色、染色之色彩僅能勉強辨識。且本應能觀察的細胞核或其內涵物等，也因為此類緣故而難以識別——當然也或許坐攝影器材不善之由。

此次有最大疑問，便是 # 甘薯葉（橫切）：雙子葉之葉 一處的待討論組織為何物。展望未來，希望可以自行製作永久玻片，以利消除上述疑問，而得以知悉是否各式葉片皆有甘薯葉之情形，且是否因「葉齡」、「所切部位」有所異同。

3 管胞。維基百科，自由的百科全書。2021-12-17 取自 <https://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E7%AE%A1%E8%83%9E&oldid=69141768>（可信度待評估，此處列出僅供參考，仍待補正）

## 觀察二、營養構造的適應與特化——陸生 vs. 水生

### 一、觀察動機

同 觀察一、植物的細胞與組織——永久玻片標本觀察 之 觀察動機

### 二、觀察目的

觀察生長於不同環境中的植物，比較其形態上的差異，瞭解其適應環境的方式——以九層塔代表陸生植物，以水蘊草代表水生植物，觀察此二物之莖的特徵。

### 三、觀察原理

同 觀察一、植物的細胞與組織——永久玻片標本觀察 之 觀察原理

### 四、觀察器材表

材料	數量	材料	數量	材料	數量
九層塔	適量	水蘊草	適量	小刀片	一只
顯微鏡	一副	載玻片	數片	蓋玻片	一小盒

### 五、觀察步驟流程圖

#### 1. 製備水埋玻片

兩植物各自 以刀片徒手切橫片 → 薄片置於載玻片 → 滴水 → 蓋上蓋玻片

#### 2. 觀察與記錄

取要觀察的玻片 → 將其放上載物台 → 使用調節輪對焦 → 使用手機攝像，並觀察之



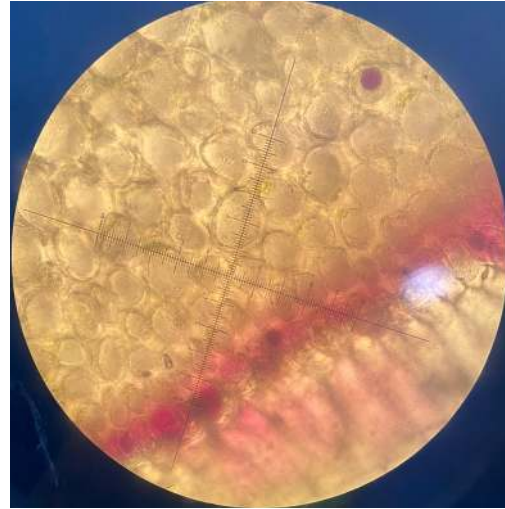
## 六、觀察結果&分析

水蘊草（水生）



100x

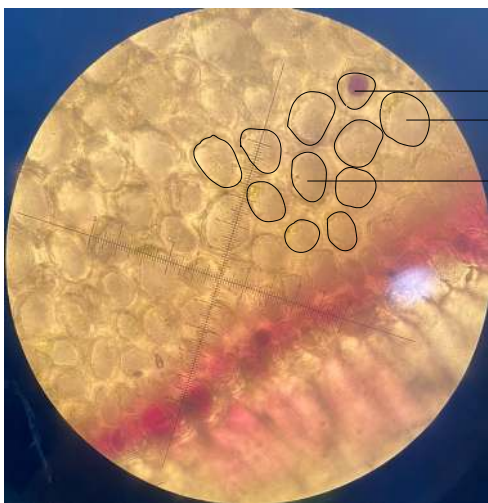
九層塔（陸生）



100x

分析：

- > 水蘊草莖的橫切可看出其有巨大空腔，且也可看出各細胞之葉綠體附在細胞周圍游動。從葉綠體相近得難以分辨細胞界線一點看來，其多為薄壁細胞，而少有厚角厚壁。
- > 九層塔莖的橫切可看出其沒有空腔，且甚至有厚角細胞。依所學，是為了支持。



液泡中有色素的細胞

可見到葉綠體的細胞

厚角細胞（週遭細胞壁厚而不均勻）

位於各細胞外圍的葉綠體

極大之空腔



## 七、問題討論

1. 比較九層塔與水蘊草莖的構造，你認為他們分別適應何種環境？請說明簡要理由。

» 九層塔之莖部有許多厚角細胞，具有支持的作用，在陸生環境下可以挺直。

» 水蘊草之莖部有空腔，且少有厚角細胞。推測是既然已生活在水中，便不需要浪費能量發展支持構造；眾多空腔則可以搭配體表沒有角質層一點，應有增加與水之接觸表面積的功用。

2. 從九層塔莖的橫切面中，哪一類細胞所佔比例較高？此類細胞具有哪些功能？

» 同上題，九層塔之莖部有許多厚角細胞，具有支持的作用。

## 八、結論、改進兼展望

觀察後，我們可以知道水生植物莖部的確有配合其生存環境的特徵。

經過本次觀察，我認為打光的方式待改進：當時使用的顯微鏡有上下光源兩種，而此次水蘊草似乎用的是下光源攝影，我認為這致使了朝鏡頭處不甚易看的問題。且若要記錄葉綠體的游動，錄影應當是個可行的選擇。

期盼未來，可以檢視除了莖部以外（如根、葉等），水生植物是否與陸生有更多差異。



## 觀察三、花的構造與形態

### 一、觀察動機

同 觀察一、植物的細胞與組織——永久玻片標本觀察 之 觀察動機

### 二、觀察目的

觀察不同花的外形構造，瞭解其基本組成。  
花以百合花、蘭花、桔梗為樣本。

### 三、觀察原理

同 觀察一、植物的細胞與組織——永久玻片標本觀察 之 觀察原理

### 四、觀察器材表

材料	數量	材料	數量	材料	數量
百合花	一朵	蘭花	一朵	小刀	一只
桔梗	一朵	顯微鏡	一副		

### 五、觀察步驟流程圖

#### 1. 花的觀察

將花朵之〔花瓣〕部位分解 → 記錄為上／下位花、花瓣數目、是／不是整齊花  
→ 將花朵之〔雄蕊，雌蕊，花萼〕等部位分解 → 記錄各部位特徵與數目  
→ 統整以確定是否為完全花

#### 2. 子房的觀察（百合）

取下雌蕊 → 取下子房 → 進行縱切 → 放至解剖顯微鏡 → 攝影並觀察

## 六、觀察結果&分析

### # 桔梗



原花



半分解



分解後

分析：

- > 花瓣數目：21 瓣；
- 花瓣各形相同，是整齊花；
- 花瓣著生點低於子房分佈處，屬於下位花
- > 萼片 5 片、雄蕊 6 支、雌蕊 3 支
- > 具有萼片、花瓣、雄蕊、雌蕊四構造  $\Rightarrow$  是為完全花

### # 百合



原花



半分解



分解後

分析：

- > 花瓣數目：3 瓣；
- 花瓣各形相同，是整齊花；
- (見圖半分解) 花瓣著生點低於子房分佈處，屬於下位花
- > 萼片 3 片、雄蕊 6 支、雌蕊 1 支
- > 具有萼片、花瓣、雄蕊、雌蕊四構造  $\Rightarrow$  是為完全花

## # 蘭花



▲ 原花



▲ 半分解



▲ 側拍半分解



▲ 分解後

⇐ 花萼

⇐ 花瓣

⇐ 蕊柱+花梗



▲ 近拍花蕊

分析：

> 花瓣數目：3 瓣；

花瓣並未各形相同，是不整齊花；

花瓣著生點高於子房分佈處，屬於上位花

> 萼片 3 片、雄蕊 2 支、雌蕊 1 支

> 具有萼片、花瓣、雄蕊、雌蕊四構造 ⇒ 是為完全花

## # 統整

下為前述各花特點之統整：

分類		百合花	蘭花	桔梗
花型	完全花／不完全花	完全花	完全花	完全花
	整齊花／不整齊花	整齊花	不整齊花	整齊花
	上／中／下位花	下位花	上位花	下位花
花萼數目		3	3	5
花瓣數目		3	3	21
雄蕊數目		6	2	6
雌蕊數目		1	1	3

## # 子房觀察（百合）



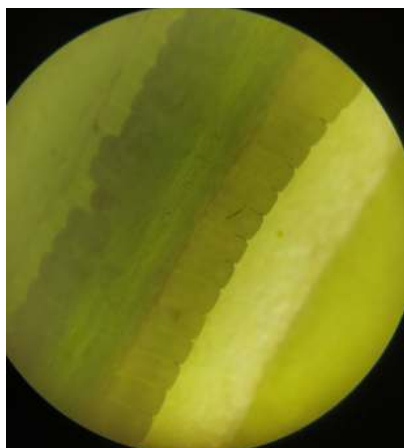
▲ 花梗、子房與雌蕊



▲ 取下子房



▲ 子房縱切



▲ 顯微鏡下，下方照光



▲ 顯微鏡下，上方照光

分析：

> 由此可見，百合花的子房中有許多胚珠，可以推測授粉後的百合果實中，將生長出多個種子。

## 七、結論、改進兼展望

花形各異。在此觀察中，我們學到了花可以以完全與否、與子房相對位置之上中下、整齊與否等性狀分類。這次百合子房的顯微鏡照片，我認為拍照技術待改進。展望未來，此次觀察之後，我認為下次可以考慮切開更多的子房，以分析各植物子房在長出果實前之狀態。



## 觀察四、果實與種子的構造與形態

### 一、觀察動機

同 觀察一、植物的細胞與組織——永久玻片標本觀察 之 觀察動機

### 二、觀察目的

觀察不同果實及種子的外形構造，瞭解其基本組成。

果以檸檬、蘋果、草莓、鳳梨、豌豆為對象。

種子以豌豆作代表。

### 三、觀察原理

同 觀察一、植物的細胞與組織——永久玻片標本觀察 之 觀察原理

### 四、觀察器材表

材料	數量	材料	數量	材料	數量
檸檬	一顆	草莓	數顆	豌豆	一個豆莢
蘋果	一顆	鳳梨	一顆	小刀	一個

### 五、觀察步驟流程圖

#### 1. 觀察各果實

取要觀察的水果 → 切半（多種方式）

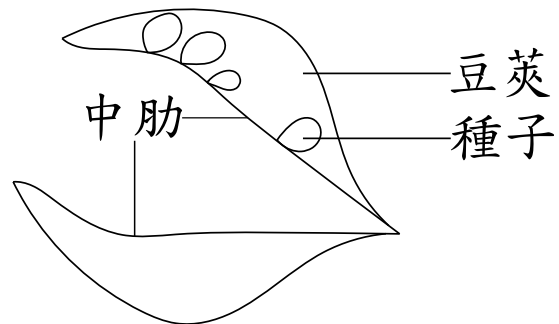
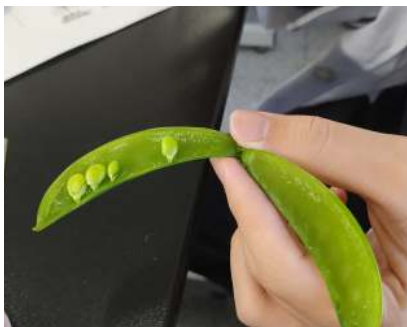
→ 開始觀察 1. 單生果／集生果／多花果 2. 乾果／肉果 3. 真果／假果  
4. 心皮數目 5. 胎座型式

#### 2. 觀察豆科植物中肋位置（甜豌豆）

取一豌豆莢 → 沿豆莢背縫線切開 → 觀察莢內豌豆排列方式與中肋位置

### 六、觀察結果&分析

# 豆科植物中肋位置觀察（以豌豆為例）





檸檬



蘋果

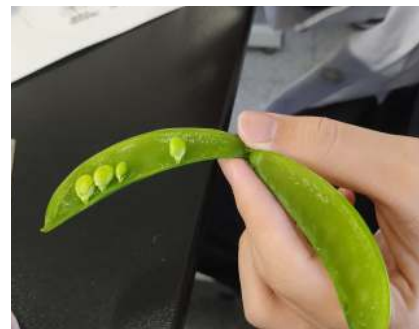


草莓

果實型式	單生果／ 集生果／ 多花果	集生果	集生果	多花果
	乾果／肉果 真果／假果	肉果 真果	肉果 假果	肉果 假果
心皮數目		10	5	X
胎座型式		中軸	中央	X



鳳梨



豌豆

果實型式	單生果／ 集生果／ 多花果	多花果	單生果
	乾果／肉果 真果／假果	肉果 真果	乾果 真果
心皮數目		X	1
胎座型式		X	邊緣

## 七、問題討論

1. 真果與假果有何不同？請由形態及發育來源說明之。

>> 真果由子房發育而來：外皮即為子房壁，其內部有種子。

>> 假果由子房以外處發育而來，例如花托等。如草莓即是假果：發育自花托，其果實位於表面；蘋果也是假果：所稱為果實處發育自花托。

## 八、結論、改進兼展望

果果有若干種！此觀察後，我們知道了果的多種區分方式。其中最值得注意的，是看似與其餘果類之型相當，卻屬假果之蘋果。

此次實驗，切豆莢時稍有不甚，將豌豆從中剖半，技術待改進。展望未來，或許得以切開更多之果類，以及將蘋果種子切開研究是否具有子房相當之結構。

## 個人心得

時光荏苒，本學期不再可入實驗室。人生得以暢探之時，究有幾何？每在探究之時，總似廢寢忘時，直至鐘響——噫！又是離別。所欲學太多，所擁時太少。祇得漫卷詩書，提起行囊。

茲實驗終了，須謝吾友：其人個個，皆為書櫥。行事謹慎，攝影認真，討論熱切……相助甚多也！感激之情溢於言表，乃只得再一言——謝謝！

此實驗後，所習甚多，除何以觀察永久玻片，亦有草木為其所長而演，甚至何以類花、何以鞏果。者，皆為樂也！