

黃色小球體的探討

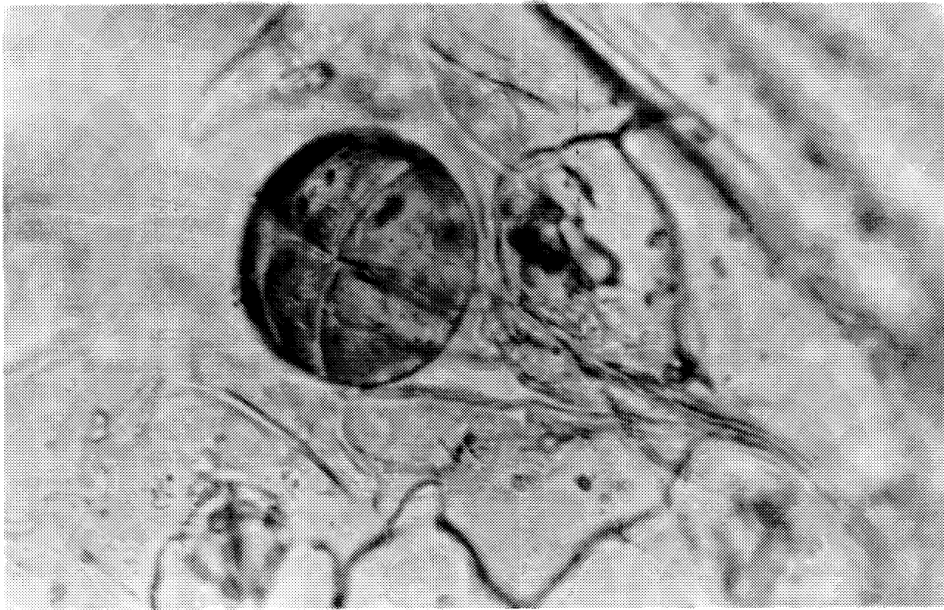
(彩葉草葉片下表皮上所掛的黃色小球)

國中組生物科第二名

高雄市立德國民中學

作者：游千賢、李心銘
蔡耀德

指導教師：張同娥、袁至文



一、研究動機（問題的發生）

在做生物上册第二章實驗 2 - 1 動植物細胞觀察時，突然發現彩葉草葉片下表皮上除了有氣孔外，還掛著一個個黃色的似小燈籠般的小球，可愛有趣極了；牠倒底是個何物？構造如何？有何功能？我們很想研究探討，一定很有意義。

二、研究目的

以研究彩葉草葉片下表皮上所掛的黃色小球，做為解決生物學上問題的列子。

三、根據問題觀察所得，蒐集資料，提出四項假設

- (一) 黃色小球是葉片上的一種腺體。
- (二) 黃色小球是葉片的貯水庫。
- (三) 黃色小球與葉片彩色的變化有關。

④黃色小球與氣孔、茸毛、腺毛同為葉片表皮細胞上的附屬物。

四、研究器材（重要器材如下）

顯微鏡	紙箱	甲基藍液
測微尺	電暖器	顯微攝影機
酸鹼液	碘液	各種培養植物的器材如花盆等
鋁箔紙	滴管	各種觀察的植物如彩葉草、薄荷等
溫度計	刀片	

五、研究方法

根據問題觀察所得，蒐集資料，提出四項假設，再根據假設設計實驗求証。

實驗 1：何種植物的葉片表皮細胞上有小球體？

(一)方法：

- 1.我們首先想知道；除了彩葉草外還有那些植物的葉片上也有小球。於是我們從校園內的各類花卉，直觀察到郊野山地的野花雜草，及菜市場的蔬菜等，以雙子葉草本為主，共觀察了約五十餘種，列表 1（從略）
- 2.製成玻片標本，以顯微鏡一一觀察記錄下來。

(二)結果：（各種葉片均為觀察五次以上）

(三)分析：

- 1.就目前所觀察的五十餘種植物情形是；有彩色的不一定有小球，例彩葉芋等，有辛香氣味的也不一定有，例茼蒿、香菜等。有茸毛的也多沒有小球，例天竺葵等。同時具茸毛及辛香氣味的也不一定有，例日日春等。但有小球的一定有辛香氣味，例塔花、彩葉草等。
- 2.我們所觀察的三種唇形花科植物都有小球，是否所有屬唇形花科的都有小球呢？於是我們又去找了五種，觀察結果如下頁表 2。
- 3.彩葉草彼此之間的小球也有不同嗎？

我們共培育栽種了七種彩葉草，觀察記錄得下頁表 3。方法是把葉片由葉脈的中肋處分成甲乙二部，經多次觀察甲乙二部球體的情況相似，因此只觀察記錄乙部的五個定點，如圖 1。

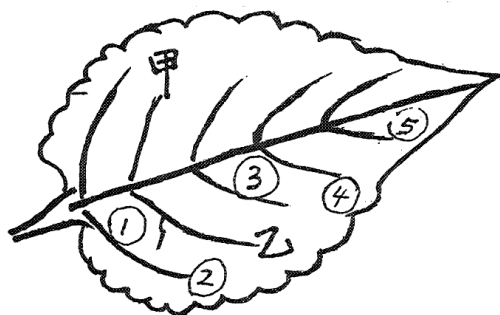
表 2 唇形花科葉片上的小球比較表 (100X)

名 稱	球體大小 直徑單位 mm	葉片上的分布 (視野內 100x)	小球形狀	顏色	備 註
一 串 紅	0.018	12 個	似巧克力糖球	黃褐	
塔 花	0.048	6 個	似太空飛碟	淡黃	
薄 荷	0.042	5 個	似圓形齒輪	透亮	少數呈淡黃
白 花 草	0.012	4 個	似水晶球	淡黃	
香 苦 草	0.03	11 個	裂四瓣似花	黃褐	
彩 葉 草	0.03	21 個	似小燈籠	金黃	水分不足呈褐色
貓 鬚 草	0.042	20 個	似四瓣碟子	淡黃	
仙 草	0.006	2 個	圓球	黃褐	以乾葉觀察

表 3 彩葉草彼此之間的小球體比較表 (觀察五次的平均大約值)
100 X

名 稱	球體大小 直徑單位 m m	葉片上分布平 均數 (視野內)	形 狀	顏 色	備 註
綠邊美人	0.03	21	小燈籠	黃 褐	
金邊美人	0.025	42	"	金 黃	色較淡亮
黑心美人	0.03	30	"	黃 褐	色較深
素心美人	0.03	25	"	"	
皺邊美人	0.034	23	"	"	
紫紅美人	0.03	24	"	"	
斜邊美人	0.03	30	"	"	

圖一 葉片區分為五個定點



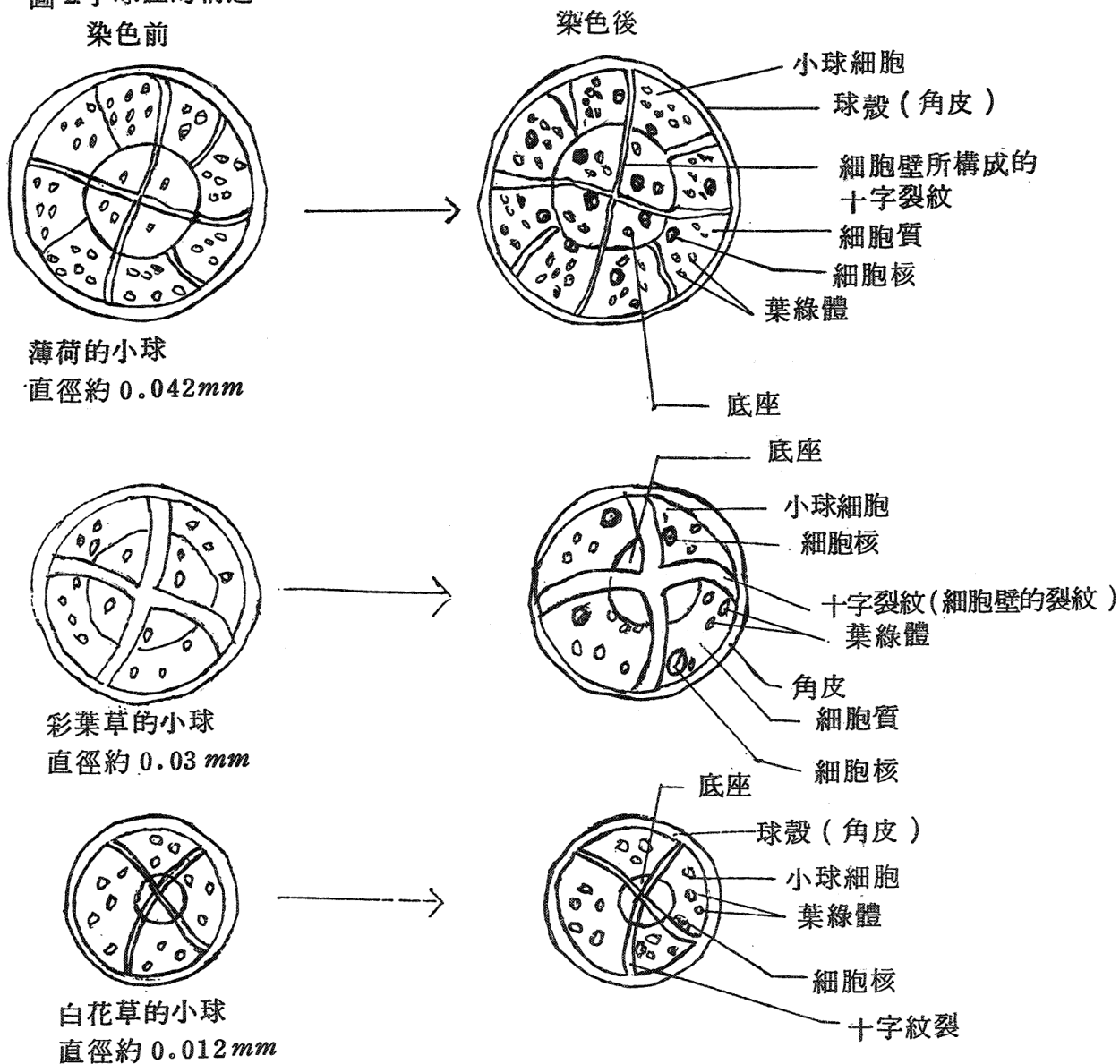
實驗 2：小球體的構造：

(一)方法：

將葉片製成玻片標本，先不染色以顯微鏡觀察記錄，再加碘液染色，以筆記及顯微攝影記錄下來。

(二)結果：（以薄荷、彩葉草、白花草為例）如圖 2

圖 2 小球體的構造：



(三)分析：

- 1.小球與葉片表皮細胞上的氣孔、茸毛、腺毛等，同為由細胞所構成的特殊結構；氣孔是由二個保衛細胞所組成，而小球則由多個細胞構成的。就目前觀察的結果發現；各種小球的構造雖大同小異，但因種的不同也稍有不同，例薄荷、塔花的球體特大，經細胞壁的間隔及碘液染色查看細胞核，發現至少有十二個核，很可能是由至少十二個細胞組成一個球體（因底座染色較深，由幾個細胞組成尚難區分）。其他如彩葉草、白花草等，也都是至少由四個細胞所組成的。
- 2.小球的細胞質中也含葉綠體，行光合作用自製養分。
- 3.小球的中間有由細胞壁所形成的十字裂紋，有的裂紋深又寬，清晰可見，例彩葉草，有的淺又色淡，例薄荷。
- 4.球體外有一層透亮的球殼（角皮）加以保護著，彩葉草的球殼較厚，呈黃色，薄荷的淡黃或透亮，較易觀察。
- 5.球以底座（碘液染色呈深褐色）與表皮細胞相連，很可能藉此得到水分及所須的物質。經多次觀察發現，小球甚少與葉脈相連接。
- 6.幼球小而透明（約 0.008 mm 彩葉草），呈水晶狀，多存在於葉片靠近葉柄處的凹摺內（如圖 1 的①定點處），只見大小球體數目很多的擠在一堆，到③④的定點處，葉片凹摺漸少，呈平面，此處沒有看到幼球，只看到大而成熟的壯球，但球體數目減少，愈往葉尖，葉片愈平，球體也相對減少，例①>②>③>④>⑤
- 7.球體衰老時呈萎縮色深褐，十字裂紋不見，或由球中心破裂而消失。如用針把球體刺破，發現有灰褐色液體自破口溢出，同時會嗅到辛香氣味。
- 8.彩葉草的葉片在幼嫩時，球體多又肥大，色金黃。但葉片老化時，球體減少萎縮色深褐，當環境不良時也呈此現象。

實驗 3：小球體的功能

(一)方法：

- 1.準備甲、乙、丙、丁、戊五組做 日光與小球體的關係實驗
- 2.準備甲 2、乙 2、丙 2、丁 四組做 水分與小球體的關係實驗
- 3.準備甲 3、乙 3、丙 3、丁 四組做 酸鹼度與球體的關係實驗
- 4.準備甲 4、乙 4、丙 4 三組做 溫度與球體的關係實驗
- 5.用直翅蜂、蝗蟲、蚜蟲、蝸牛等做材料，觀察比較彩葉草的葉片與其他

植物的葉片被食情形。

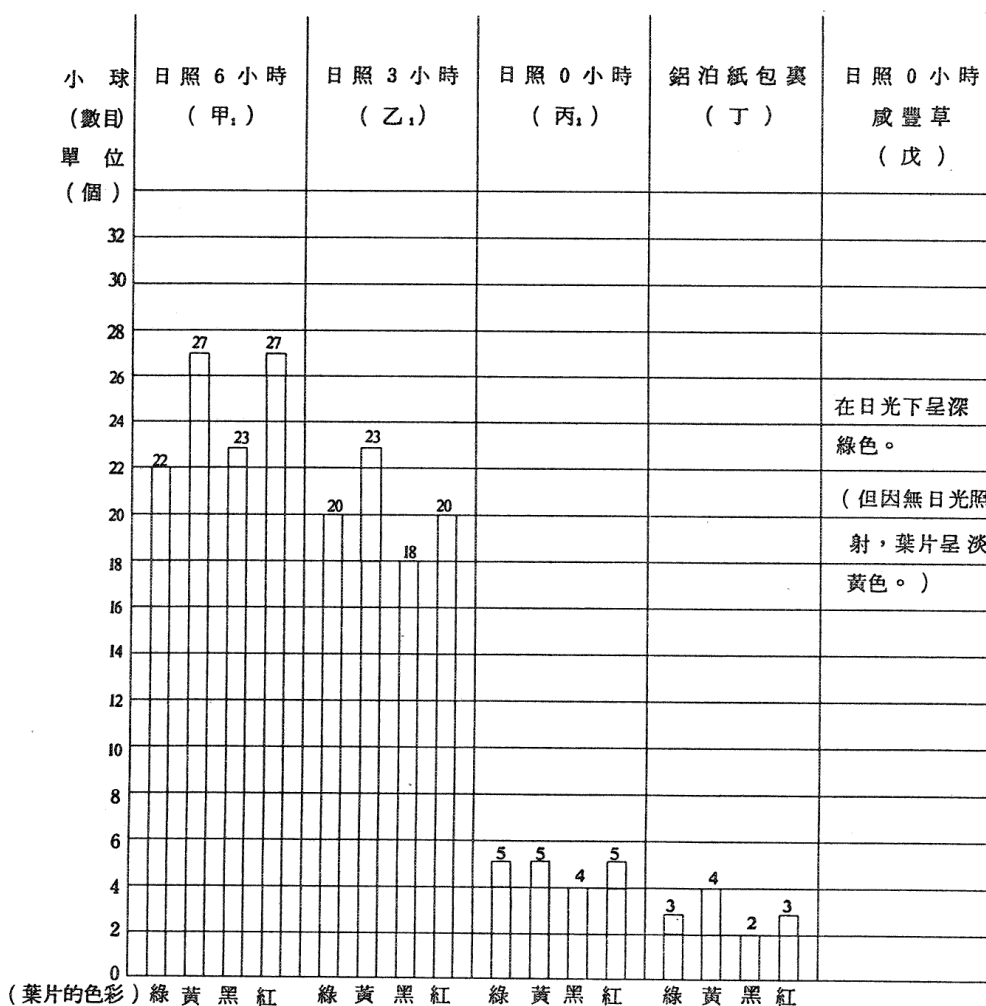
6.用顯微鏡觀察記錄葉片內球體變化情形。

7.每一實驗都以綠邊美人為材料，由頂芽下的第一枚葉片為觀察標本。數球體的方法是按圖 1 的五個定點為原則，每一定點觀察五次以上，五次做一平均值，五個定點的和數再除以 5，就是我們計算葉片下表皮所含球體的方法。每次觀察是以 100x 的視野範圍內的球體為計算對象，單位是個。

(二)結果：表 4、5、6、7 從略，以圖 3、4、5、6 為代表。

圖 3、日光與小球體的關係：

溫度：日均溫 20°C 左右
 數目：5 次平均大約值
 範圍：100x 視野範圍
 單位：個



分析：

- 1.日光的直射，對彩葉草是很需要的，不論 3 ~ 6 小時，(甲、乙) 都使葉片彩色艷麗，球體肥大色美。但無光(丙、丁) 則表現不好。
- 2.戊為咸豐草，其在日光下葉片為深綠色，但 0 照射三天後則呈淡黃。

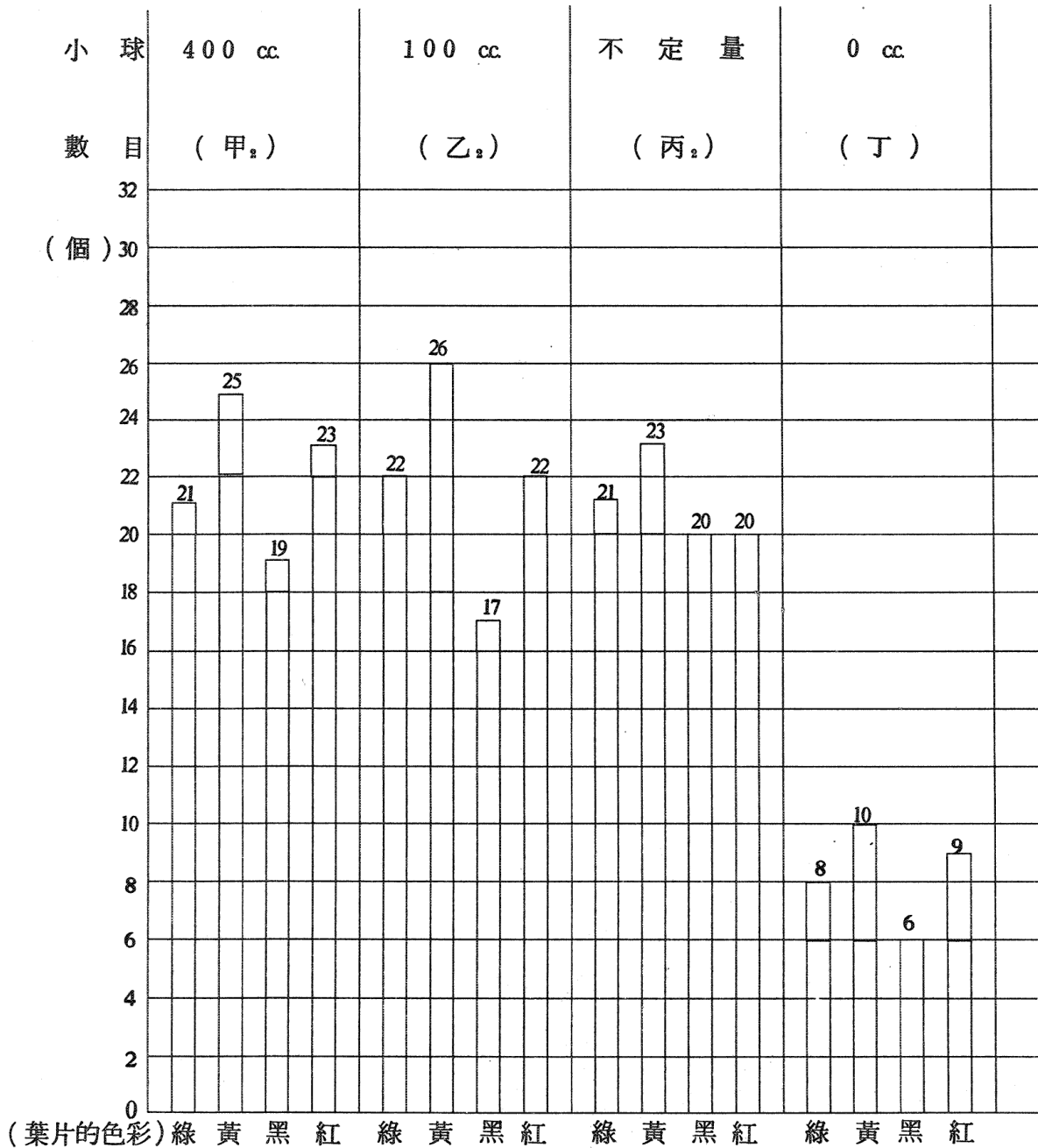
日照約：3 ~ 4 小時

溫度：約攝氏 20°C 左右

範圍：100x 視野範圍內

單位：個

圖 4、水分與小球體的關係



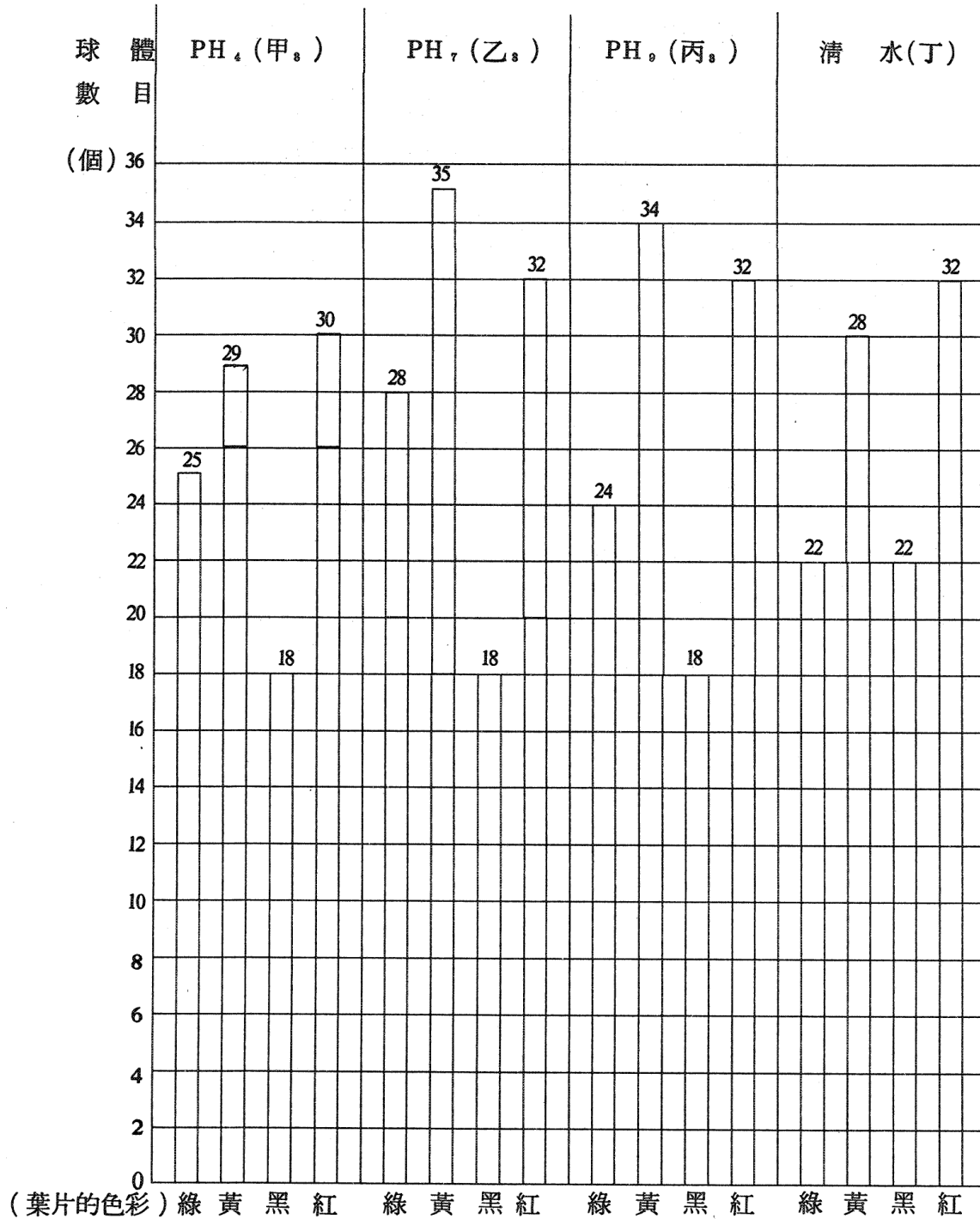
分析：

1. 甲 2 水分充足，不論葉片彩色，及小球都亮麗豐滿。
2. 乙 2 水分為每日澆 100cc，葉片彩色稍差，但小球體並無明顯變化。
3. 丙 2 水不定量，或多或少，對小球及葉片彩色無明顯影響。
4. 丁 不澆水，葉片凋垂，球體萎縮，個數大減。

圖 5、酸鹼度與小球體的關係

日照：每日約直射 3 時

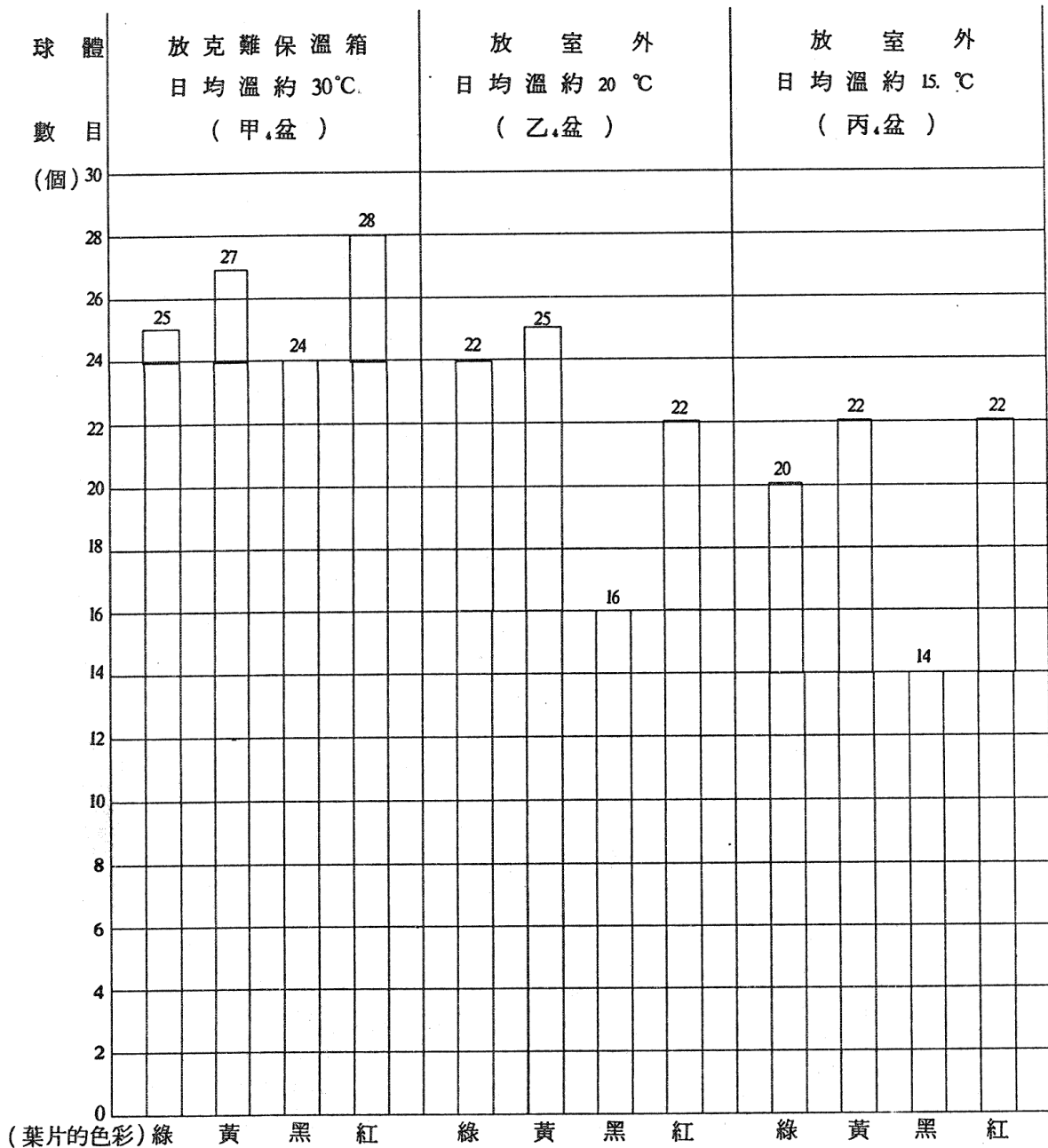
溫度：平均溫約 20°C



分析：酸鹼度對葉片的彩色及小球體並無明顯的影響。

圖 6、溫度與小球體的關係

日照：每日約 3 時
水分：每日約 300 cc



分析：

- 一月份開始做該實驗時，因南部天氣熱，保溫箱的溫度與室外的溫度控制得不好，所以沒有做出結果來。幸好在二月二十日碰上大寒流，我們重新再改良裝製，利用二面牆壁，再加上一個大紙盒，中間放一有二個燈管的電熱器，就變成一個克難的保溫室了，而距離保溫室近，溫度稍高（甲4），距離遠的放在風口處，溫度就愈低（丙4）。
- 甲4、乙4 二盆，溫度維持在 20°C~30°C 左右，彩葉草的葉片彩色及小球體都表現的不錯，但寒冷的溫度對彩葉草及小球都不利。

表 8、小球體是葉片上的一種腺體嗎？

外表觀察記錄如下：	顯微鏡的觀察記錄
<p>1.葉片有辛香氣味分泌： 如將彩葉草、薄荷、香苦草等葉片平放在桌上，下表皮朝上，用手指輕抹擦表皮細胞，就會嗅到辛香氣味，如把手指放在鼻上，味更濃，如把葉片撕裂開，味更擴散於四週。</p> <p>2.早晨七點多觀察我們的小花園，只見一小群直翅蜂在花叢中飛舞，牠們常向下俯衝嚙食玫瑰花葉片、天竺葵葉片，但甚少食含有小球體的葉片。</p> <p>3.蝸牛食鳳仙花、馬齒莧等葉片，不食含球體的葉片。黑蚜蟲食龍葵、玫瑰、菊等葉片，也不食含球體的葉片。</p> <p>4.以黑蚜蟲的謎宮路線圖，求證小球體是分泌辛香氣味驅蟲的一種腺體。（請參看蚜蟲的謎宮路線圖 A～E）（從略） 做此實驗前，本採用蝗蟲做材料，但發現蝗蟲是食禾草葉片的，對龍葵、彩葉草等不感興趣，沒有動作沒有結果。後改用蚜蟲作材料才求得實驗結果。</p>	<p>1.小球體光圓呈金黃色，如用針刺破球體，從破口處會滲出紫褐色液體，同時會嗅到辛香氣味。</p> <p>2.球體中央有由細胞壁所形成的十字裂紋，很可能是辛香氣味泌出的出口。</p> <p>3.詳細情形請參考實驗 2 小球體的構造。</p> <p>4.以相片做為參考資料。</p>

實驗 4：小球體與茸毛、腺毛及氣孔的比較

(一)方法：

將前面所做的各項實驗所觀察記錄的資料，歸納整理分析，再互作比較。

(二)結果：

表 9、小球體與茸毛、腺毛、氣孔的比較

名稱	構成細胞數目(個)	形狀	生長部位	功能	球大小mm	葉綠體
小球	4 個細胞以上	黃色圓球狀，好像是掛在葉片下表皮的小燈籠。	多分布在下表皮上，偶而上表皮也有。	是分泌辛香氣體的一種腺體，有驅蟲保護葉片的功能。	直徑 0.01 } 0.05	√
茸毛	1 個細胞以上	基部膨大，上端尖細，有些毛細長彎曲，很像動物的腳。	很多植物上、下表皮都有，尤以葉脈上最多。	保護葉片。	長約 0.03 } 0.20	√
氣孔	2 個細胞	由二個保衛細胞圍成橢圓形，中央壁較厚而呈孔狀。	多生長在下表皮，偶而上表皮也有，較少。	O ₂ 及 CO ₂ 進出及水分蒸散的門戶。	長約 0.02	√
腺毛	多個細胞	由多個細胞組成，像桌球拍，呈黃色。	葉緣或表皮細胞上。	分泌膠狀黏液，可刺入動物皮膚，產生過敏現象。	長約 0.02	√

(三)分析：

- 1.不同處：形狀功能不同；小球體是圓球形，能分泌生化武器驅蟲保護葉片；茸毛為細長的毛狀物，如同觸手，也像戰場上的鐵絲網，禁止敵人入侵。氣孔則是由二個半月形的保衛細胞所組成，是氣體進出及水份蒸散的門戶。
腺毛的形狀很像桌球拍，有柄與表皮細胞相連，黃褐色，能分泌膠狀物質，及黏液刺激物，利用毛上的刺，刺入動物皮膚內，使產生皮膚不適或過敏現象，例馬嬰丹，大飛揚草的腺毛。

- 2.相同處：四者都是分布在表皮細胞上的同伴，都含葉綠體，行光合作用，各盡其責，分工合作，完成保護葉片及行使整體生命的功能。

六、討論

- (一)就目前研究的結果得知；葉片上有彩色、茸毛、辛香氣味等特性的不一定有球體，例彩葉芋、天竺葵等。但有球體的葉片必有辛香味。
- (二)八種屬唇形花科的小球大小形狀雖大同小異，但也稍異；例塔花的最大，似太空飛碟。白花草的最小，似水晶球。而彩葉草的則像掛在葉片下的黃色小燈籠。
- (三)彩葉草之中，我們共培育七種美人，其球體不論大小形狀都近似。
- (四)球體與表皮細胞上的氣孔及茸毛相似，也是由細胞構成；氣孔是二個細胞組成，小球則是多個細胞構成的。
- (五)球體以底座和表皮細胞相連，極少長在葉脈上。如艷陽高照，彩葉草葉片很快會呈凋萎下垂狀。在水分與小球的實驗中，不論澆水多少，球體並無明顯改變，在在證明小球並非葉片上的水庫。
- (六)球體在葉片上的分布，以靠近葉柄（定點①）的凹褶內分布最多，漸次遞減，到葉尖最少。我們研判小球很可能是由凹褶內產生的。至於葉片上綠黃紅等彩色上的小球分布，並無明顯差異。
- (七)球體上由細胞壁組成的十字裂紋，可能是分泌辛香氣的出口，以擴散作用泌出驅害蟲保護葉體。如將球體刺破，則見破口處溢出灰褐色液體，同時會嗅到辛香氣味。
- (八)球體在年幼時較小呈透亮，壯年則肥大呈金黃色，老年萎縮呈褐色，或呈裂口破裂而消失，環境不良時也呈此現象。
- (九)球體內含葉綠體，行光合作用完成其功能，如日光、水分、溫度不適時，就難以完成使命，因而球體銳減，葉片彩色褪去。實驗證明葉片彩色變化應與小球無關，但與日光水分溫度有密切關係。
- (十)球體與馬嬰丹等的腺毛同屬葉片表皮細胞上的一種腺體，前者分泌辛香氣驅蟲護葉，後者則分泌膠質及刺攻擊靠近的敵人，茸毛也有護葉的功能，但和腺毛有區別。擬於下次再作深入探討。

七、結論

- (一)植物腺體是一種高度分化的分泌結構，由多個細胞所組成，其結構隨著分泌物的不同而呈現多種型式；簡單的如腺毛，例馬嬰丹等的帶刺及黏液腺毛，可刺入動物皮膚內使產生皮膚過敏反應。至於彩葉草的球狀腺體則是由球體中間的十字紋裂處擴散泌出辛味護葉。
- (二)在球體的構造實驗中發現；球體以底座與表皮細胞相連，極少長在葉脈上，在外表觀察又發現彩葉草很怕乾旱，葉片易凋萎，因此證明小球不是葉片的貯水庫。
- (三)小球與葉片彩色變化並無關係，例一般純綠色葉片的植物並不含球體（如咸豐草），如不給日光，同樣的綠色也會褪去，因此證明葉片彩色變化應與小球無關。
- (四)球體與茸毛、腺毛、氣孔同為分布於葉片表皮細胞上的附屬物，球體分泌辛香氣味驅蟲害，茸毛、腺毛如同觸手維護葉片。氣孔則是氣體進出的門戶，都含葉綠體，各盡其能分工合作完成保護葉片及整體的生命功能。
- (五)由彩葉草葉片所壓榨出來的液汁，有驅除蚜蟲的功效，將來如能配製成藥水，噴撒在花卉園藝上，防蟲除害，是最好的一種「生物防制」方法。
- (六)敬請指教。

八、參考資料

- (一)國中生物課本及教師手冊（上册）
- (二)庭院花草（中國時報專欄）
- (三)家庭園藝 薛聰賢
- (四)台灣常見的野花（渡邊）鄭元春
- (五)生物學（環球）諸亞儂等
- (六)生物學實驗（藝軒）溫永福
- (七)植物分泌的結構（藝軒）
- (八)植物的組織（藝軒）
- (九)中山自然科學辭典植物篇（商務印書館）

評語

研究動機，實驗設計步驟和方法極為詳細，求証討論有創意，實驗紀錄、照相收証技術優良，撰寫報告有條理也很完整，學生參與性極高。