

教育部九十九學年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫編號：156

計畫名稱：圖解生物實驗手冊編輯計畫（第4年）

執行單位：國立臺灣師範大學附屬高級中學

主持人：許偉傑

電子信箱：

一、計畫執行摘要

1. 是否為延續性計畫？ 是 否

2. 執行重點項目：

- 環境科學教育推廣活動
- 科學課程教材、教法及評量之研究發展
- 科學資賦優異學生教育研究及輔導
- 鄉土性科學教材之研發及推廣
- 學生科學創意活動之辦理及題材研發

3. 辦理活動或研習會等名稱：無

4. 辦理活動或研習會對象：無

5. 參加活動或研習會人數：無

6. 參加執行計畫人數：6人

7. 辦理/執行成效：

本計畫今年預計完成10組新的實驗，其中包括前言、實驗目的、實驗材料、實驗步驟、觀察記錄…等部分，目前已經完成的部分包括：實驗目的、實驗材料、實驗步驟等撰寫以及拍攝，之後將與前言、觀察記錄部分整合，再進行審稿、校對與印刷工作，預計七月底前可以完成。今年度計畫與去年度計畫內容主要的差異為新增10全新的實驗內容，雖然執行的流程類似，但是準備的材料、實驗的流程…等均完全不同，可以增加圖解生物實驗手冊的內容，但又是更新的內容。

二、計畫目的

1. 延續95、96、98年度計畫，繼續編纂圖解生物實驗手冊：再完成10組新的實驗。
2. 利用本圖解生物實驗手冊及結果光碟，用於生物科教學、實驗能力競賽及奧林匹亞競賽之培訓。

三、研究方法

1. 邀集專家學者及生物科教師，組織研究小組定期開會討論手冊之完整性與實用性。

2. 再拍攝與編輯 10 組實驗：
 - A. 分組準備實驗材料、操作、拍攝
 - B. 編輯圖片
 - C. 撰寫圖說及其他文字內容、打字
 - D. 編輯整理、繪圖
 - E. 審稿、校對
 - F. 印刷。

四、研究成果

預計完成 10 組新的實驗，包括前言、實驗步驟、實驗紀錄及題目。附件以「植物輸導組織的觀察與蒸散作用」為例。包括：「2-4 植物疏導組織的觀察與蒸散作用」「2-5 葉的構造與光合作用」「3-3 影響種子萌發的因素」「6-1 果蠅巨大染色體的觀察」「7-1 呼氣中二氧化碳的測定」「7-2 水蚤的心搏」「7-3 反射作用」「7-4 感覺作用」「7-5 激素對色素細胞的影響」「7-6 抗原抗體反應」。

五、討論及建議（含遭遇之困難與解決方法）

1. 設備部分

- (1) 困難：需要較高階的攝影器材以提升拍攝品質，但礙於經費未能編列設備費。
- (2) 解決：部分器材先與大學或研究單位商借，部分已由本校其他計畫內購買，下一年度如有相關的設備經費補助，可避免為適應不同規格攝影儀器所花費的時間，提高拍攝工作的品質與效率。

2. 場地部分

- (1) 困難：學校內的生物實驗室於平日教學時使用頻繁，包括國中部以及高中部的生物實驗，使得本計畫實驗設備以及拍攝器材常必須常常架設與拆卸，增添不必要工作時間。
- (2) 解決：期望本計畫之拍攝工作能於假期間完成(寒暑假及週末)，避免浪費不必要工作時間。

3. 完整性部分

- (1) 困難：本手冊目前已經完成 35 組實驗，仍有 10 組實驗未完成。每一實驗的前言、實驗紀錄及施測題目中如有示意圖或照片，皆須再重繪與補拍。
- (2) 解決：希望來年仍能獲得相關經費補助，以繼續完成實驗手冊未完成之其他部分，使手冊能有一完整性，並且能夠給予同學使用後檢測手冊中可改進之部分。增加工作強度以及讓有美工天分專長老師加入，使手冊內容更具創新性與可使用性。

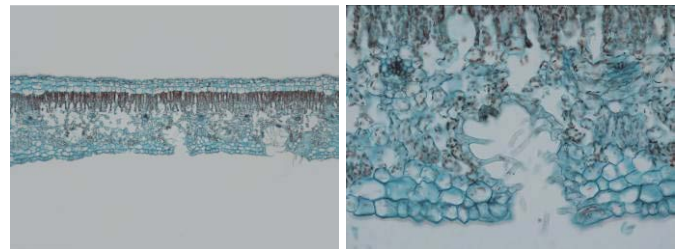
2-4 植物輸導組織的觀察與蒸散作用

高等植物自土壤中吸收水分與無機鹽後，可藉由根壓、毛細現象、蒸散作用三種方式形成一股往上輸送的力量，使植物體全身獲得所需的水與無機鹽。

無機鹽藉主動運輸進入根部後，造成根木質部內的高滲透壓環境，使土壤中的水份滲入根部，形成根壓（root pressure）。我們可以從一個簡單的實驗，了解根壓向上推擠木質部內液體的力量。切開一蕃茄植株的莖部，並於切口處接上一玻璃管，可見管內水位約可上升數呎。根壓也會造成草本植物的泌溢現象（guttation）。所謂泌溢現象即為草本植物體內的水份經由根壓送往葉脈末梢，經由葉緣的排水孔溢出水滴的現象。

進入植物體內的水分子藉氫鍵一個個的连接在一起，形成一強大的內聚力。這一內聚力使水分子在根、莖、葉的木質部內形成一連續水柱，此外，水分子與木質部細胞的細胞壁具有附著力，且此附著力大於水分子間的內聚力因而造成水份在木質部的毛細現象。這些作用力均有助於木質部內的連續水柱沿著木質部往上提升。

木質部內的液體上升至葉脈中並進入葉肉組織，即可藉由葉表皮的氣孔，使水蒸氣散失到大氣中，此一過程稱為蒸散作用。植物體所吸收的水份，約 95% 用於蒸散作用中，因蒸散作用是使木質部連續水柱上升的最主要動力。除此之外，水氣從葉片的氣孔中散失時也帶走熱能，藉此維持植物的溫度。在晴朗、高溫且空氣流動的天氣中，空氣的相對濕度較小，使得水氣大量從氣孔散失至大氣，即出現旺盛的蒸散作用。除了環境因子會影響蒸散作用的速率之外，植物體本身的特色也會影響蒸散速率，例如葉片大小、氣孔在葉片中的密度與分布等。一般而言，葉面積較大、氣孔密度較高者，其蒸散速率較快。氣孔不但是水氣離開的孔洞也是氣體進出植物的通道之一，故不同的植物，其氣孔的分佈與其生長的环境有密切的關係。生長於乾熱地區的植物，為減少水份的散失，其氣孔大多出現於下表皮中，甚至深陷在葉肉組織中，如夾竹桃（圖三）等；有些植物則上下表皮均有氣孔，例如小麥、玉米及菜豆等；至於水生的浮水植物，為獲得更多的氣體其氣孔則分布於上表皮，例如睡蓮、浮萍等；而生活於水裡的沉水植物，如水蘊草等，其葉片上則沒有氣孔。



圖三、夾竹桃氣孔深陷葉肉組織中

不論是環境因子或是植物體本身的特色，都會影響植物水份運輸的過程，因此我們可以藉由觀察不同種植物之葉片，初步了解氣孔的分布與密度對蒸散作用的影響。

一、目的：觀察植物莖的構造，並觀察水分在植物體內的運輸。

二、器材：

1. 生物材料

(1) 雙子葉植物枝條（白鶴靈芝）.....2 支

(2) 單子葉植物枝條（竹子）.....2 支

2. 器材設備

(1) 複式光學顯微鏡.....1 台

(6) 剪刀.....1 把

(2) 10ml 量筒.....4 個

(7) 向日葵莖永久玻片標本.....1 片

(3) 保鮮膜.....1 捲

(8) 玉米莖的永久玻片標本.....1 片

(4) 電子秤.....1 個

(9) 膠帶台.....1 座

(5) A4 白紙.....2 張

(10) 透明指甲油.....1 瓶

三、步驟：

(一) 蒸散作用的測定：



取 4 個 10ml 量筒



裝 7ml 清水



將一支留有葉片的白鶴靈芝枝條插入量筒內



加水至 10ml



用保鮮膜將量筒口封住



用相同方式，放入去葉片的白鶴靈芝枝條、有葉片的竹子枝條以及去葉片竹子枝條



一起放在太陽下 30 分鐘，紀錄水分的蒸散量



先將電子秤歸零



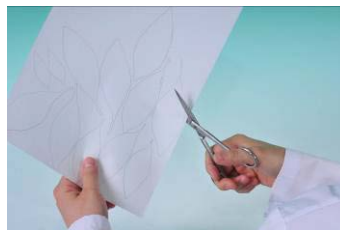
將一張空白 A4 白紙放在電子秤上秤重



將白鶴靈芝枝條上的葉片均剪下



將所有葉片描在白紙上



將所有葉片外形剪下



一起放在電子秤上秤重



將竹子枝條上的葉片剪下



將所有葉片描在白紙上



將所有葉片外形剪下



一起放在電子秤上秤重

(二) 氣孔的觀察



於白鶴靈芝葉片上表皮塗上一層透明指甲油，等 10 分鐘



於白鶴靈芝葉片下表皮塗上一層透明指甲油，等 10 分鐘



於竹子葉片上表皮塗上一層透明指甲油，等 10 分鐘



於竹子葉片下表皮塗上一層透明指甲油，等 10 分鐘



於指甲油上貼上一小段透明膠帶



用鑷子將膠帶撕下，指甲油薄膜會隨著膠帶取下



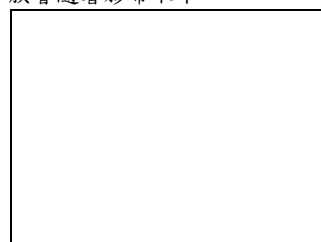
將膠帶黏貼於載玻片上



置於顯微鏡下觀察



白鶴靈芝葉片上表皮



白鶴靈芝葉片下表皮



竹子葉片上表皮



竹子葉片下表皮



白鶴靈芝葉片上表皮



白鶴靈芝葉片下表皮



竹子葉片上表皮



竹子葉片下表皮

四、觀察結果

1. 葉面積與蒸散速率之測量記錄

植物名稱	水分蒸散量 (mL) / 分鐘 (min)	葉片總面積 (cm ²)	單位面積蒸散速率 (mL / cm ² .min)

2. 氣孔數目的觀察記錄

植物名稱	400 倍視野下之氣孔數目							
	上表皮 (1)	上表皮 (2)	上表皮 (3)	平均值	下表皮 (1)	下表皮 (2)	下表皮 (3)	平均值

3. 請繪出顯微鏡下你所觀察到的植物表皮細胞及保衛細胞，並標明其構造。是否有觀察到護衛細胞的存在？其形態為何？

4. 哪一植物的蒸散速率較大，原因為何？