

2005 年國際國中生科學奧林匹亞競賽 實驗考試

國立臺灣師範大學 科學教育中心

A. 實驗背景介紹

本實驗探討常見於植物的蒸散作用（transpiration）現象，即水以蒸氣方式自植物氣孔或曝露於空氣中的部位流失的現象。我們可利用一種稱為蒸散計（potometer）的實驗儀器，測量一段時間內植物對水的消耗量，藉以量化蒸散作用。

由於植物不同的構造各具有特定的生理功能，因此不同種類植物其蒸散作用速率（蒸散率）並不相同，此外還有多項因素會影響蒸散率，它們包括大氣溫度、大氣壓力及濕度，甚至光照強度及風速，均曾被報告會對蒸散率構成影響。

本實驗中，一個簡單的實驗用蒸散計（如圖 1）將被用於測量不同因素對實驗植物（黃豆）蒸散率的影響。

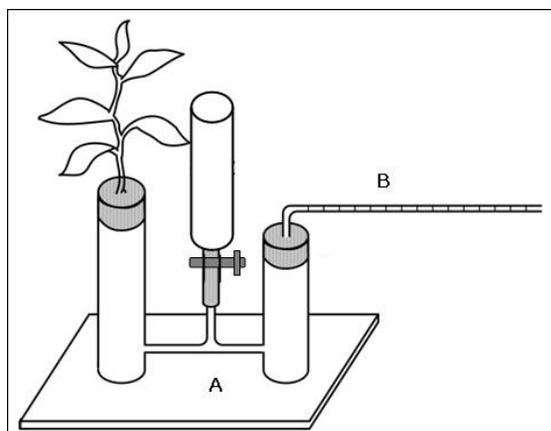


圖 1 蒸散計

蒸散計包括『水槽 A』與『刻度計 B』。『刻度計 B』由 H 形狀的中空管子連接上一個分液漏斗，『刻度計 B』為一具有刻度的玻璃管，通過一個橡皮塞與『水槽 A』相連。實驗植物利用橡皮塞支撐插入水槽中。

B. 實驗目的

B.1 一般目的

利用實驗植物（黃豆）進行測量蒸散率的實驗。

B.2 特定目的

- 對會影響蒸散率的因素，例如光照強度及風速等，利用實驗植物進行量化。
- 辨識加入培養液中的化學物質，對實驗植物蒸散率的影響。
- 測驗參賽者對植物蒸散作用，其生理過程的知識。

C. 實驗儀器及實驗材料

C.1 實驗儀器

- | | |
|--------------|-----|
| 1. 蒸散計 | 1 組 |
| 2. 碼表 | 1 個 |
| 3. 風扇 | 1 臺 |
| 4. 托盤 | 1 個 |
| 5. 黑色圓柱狀遮光罩子 | 1 個 |

C.2 實驗材料

1. 實驗植物(黃豆)
2 盆(每盆 1 株)
2. 水 1 瓶(500 毫升)
3. 糖水 (2.5% w/w)
1 瓶(500 毫升)
4. 凡士林 1 盒
5. 紙巾 1 盒
6. 美工刀(刀片)1 把

D. 實驗步驟

D.1 一般指示

在實驗中，你需要測量不同實驗條件對蒸散率的影響，這些條件包括光照強度、風速及培養液。藉由記錄蒸散作用對水所造成的拉力，以求出各條件對蒸散率的影響。進行實驗前，必須詳細閱讀實驗指示，每一個實驗均配有相關的問題，在大會所提供之答案卷上作答。

D.2 實驗準備工作

必須完成下列實驗準備工作後，才可開始實驗。

1. 先將『刻度計 B』裝在『水槽 A』上，如圖 1 所示。
2. 透過分液漏斗，小心地在『水槽 A』的中空管子內注滿清水。
3. 把黃豆植株自盆中切下，切口位置在土壤上方約 1 公分處(1 cm)，切口保持新鮮乾淨，把植物切口部位通過所提供之橡皮塞小孔，把植物及橡皮塞插入『水槽 A』，注意切口

部位必須完全浸泡於水中。注意在整個實驗過程中，不要更換植物。

4. 連接完成後，你可使用凡士林塗在植株與橡皮塞接口處，以防止洩漏。

重要事項：請先確認你的實驗儀器能正常組裝及運作，如儀器未能正常組裝及運作，必須於實驗正式開始前，舉手通知工作人員予以更換，實驗一旦開始後，任何申訴將不予受理。

實驗 I、光照對蒸散率之影響 (5.5 分)

- I-1 小心地將『水槽 A』的 H 形水管及『刻度計 B』內完全注滿清水，注意整個蒸散計內部不可有任何空氣或氣泡，否則將嚴重影響觀測結果。假如有空氣或氣泡出現，可藉著打開塞子並注入更多的清水把空氣或氣泡排除。
- I-2 先讓整個系統靜置 15 分鐘後，再開始蒸散作用實驗，先在一般室內光照下進行蒸散作用的測量，記下實驗正式開始時 $t = 0$ ，『刻度計 B』上顯示的水面位置刻度，作為計算水面位置移動的起始點。記下實驗開始後 2 分鐘、5 分鐘及 10 分鐘時，『刻度計 B』上水面的位置之數值 (1.0 分)，並在答案卷中所提供的方格紙上作曲線圖(1.5 分)，圖中 L 的單位為毫米 (mm)，其相對值 t 的單位為分鐘 (min)。

- I-3 先補充適量的水，使『刻度計 B』水面的位置回復到刻度 1 與 2 之間，然後用遮光罩子把植物整株罩好，以測量植物在黑暗環境中的蒸散作用，記下實驗開始時，以及之後 2 分鐘、5 分鐘及 10 分鐘時，『刻度計 B』上水面位置的數值（1.0 分），並在答案卷中所提供的方格紙上作 L 對 t 的曲線圖（1.5 分），其中 L 的單位為毫米（mm）， t 的單位為分鐘（min）。
- I-4 根據上述步驟 I-2 及 I-3 所得的結果，歸納出光照對植物蒸散作用之影響，並在答案卷中正確答案的選項畫上「 \times 」號。

實驗 II、風對蒸散率之影響（5.5 分）

- II-1 本實驗為實驗 I 的延續，首先把遮光罩子移除，注意補充適量的水，使『刻度計 B』水面的位置回復到刻度 1 與 2 之間，必須再確認蒸散計內沒有空氣或氣泡存在。將風扇放在距離植物 50 公分（cm）處，開啓風扇電源，將電壓調整到 12 伏特。
- II-2 在風吹及室內光照的條件下，進行蒸散作用的測量，記下實驗開始時，以及之後 2 分鐘、5 分鐘及 10 分鐘時，『刻度計 B』上水位之數值（1.0 分），並在答案卷中所提供的方格紙上作 L 對 t 的曲線圖（1.5 分），其中 L 的單位為毫米（mm）， t 的單位為分鐘（min）。

- II-3 依據步驟 I-2 所得到的曲線圖，以及本實驗的結果，從選項之中選擇一個關於風對於蒸散率影響的正確答案，並在答案卷的正確選項上畫「 \times 」號。（0.5 分）

實驗-III：培養液對蒸散率的影響（3 分）

- III-1 進行此實驗之前，先要準備不同培養液的蒸散計：
將蒸散計中的水完全倒掉。藉由分液漏斗，小心的將蒸散計「水槽 A」中裝滿 2.5%(w/w)的糖水。確認原來乾淨的黃豆植株切口全都浸在糖水之中。
- III-2 將『刻度計 B』中的糖水充滿至刻度 1 與刻度 2 之間，確認蒸散計中全無空氣或氣泡，否則之後的實驗將無法順利進行。
- III-3 在室內照明情況下，蒸散作用開始時，以及之後進行至 2、5、10 分鐘時，紀錄『刻度計 B』中糖水之水面移動的距離 L （以 mm 為單位）（1 分）。將本實驗量得的數據，作 L 對 t 的曲線圖，其中 L 的單位為毫米（mm）， t 的單位為分鐘（min）。（1.5 分）
- III-4 依據步驟 I-2 和本實驗所得到的曲線圖，從答案卷的選項之中，選擇一個有關培養液對於蒸散率影響的正確答案，並在答案卷正確選項上畫「 \times 」號。（0.5 分）

E. 問題

每題有四個選項，仔細的閱讀問題，然後從選項之中選擇一個正確答案，並在答案卷選項上畫「X」號。每題只有一個正確答案。

1. 下表為蒸散實驗觀察到的數據

時間 (分鐘)	水面的刻度 (mm)	水面移動距離 (mm)
$t = 0$	l_0	
t_1	l_1	$L_1 = l_1 - l_0$
t_2	l_2	$L_2 = l_2 - l_0$
t_3	l_3	$L_3 = l_3 - l_0$

假設『刻度計 B』內直徑為 d mm，在時間 t_2 到 t_3 之間，實驗植物所吸收的水之體積為何？(0.75 分)

- A. $0.25 \pi d^2 (L_3 - L_2)$
- B. $0.50 \pi d^2 (L_3 - L_2)$
- C. $0.75 \pi d^2 (L_3 - L_2)$
- D. $1.00 \pi d^2 (L_3 - L_2)$

2. 假設『刻度計 B』內水面的移動隨著蒸散時間的變化為線性關係，依第 1 題的數據，實驗植物的蒸散率應為 (0.75 分)

- A. $0.25 \pi d^2 (L_3 - L_2)/(t_3 - t_1)$
- B. $0.25 \pi d^2 (L_3 - L_2)/(t_3 - t_2)$
- C. $0.50 \pi d^2 (L_3 - L_1)/(t_3 - t_1)$
- D. $0.50 \pi d^2 (L_3 - L_2)/(t_3 - t_2)$

3. 用純水與 2.5%(w/w)的糖水這兩種不同條件之下進行的蒸散實驗，下列敘述何者**正確**？(1 分)

- A. 兩種情況之下所觀測到的蒸散率沒有差別
- B. 用純水所觀測到的蒸散率小於用糖水所觀測到的蒸散率
- C. 用純水所觀測到的蒸散率大於用糖水所觀測到的蒸散率
- D. 兩種情況之下所觀測到的蒸散率都沒有**一定規則的變化**

4. 下列有關糖水的敘述，何者**正確**？(0.5 分)

- A. 糖水的密度與粘滯性皆比水小
- B. 糖水的密度與粘滯性皆比水大
- C. 糖水的密度比水大，但是糖水的粘滯性比水小
- D. 糖水的密度比水小，但是糖水的粘滯性比水大

5. 利用 5 公克的糖配製重量百分濃度 (w/w) 為 2.5%的糖水，需要加入多少公克的純水？(0.5 分)

- A. 48.75
- B. 97.50
- C. 195.00
- D. 390.00

6. 下列哪一個選項是蔗糖的化學式？(0.5 分)

- A. C_6H_5OH
- B. $C_6H_{12}O_6$
- C. $C_{12}H_{24}O_{12}$
- D. $C_{12}H_{22}O_{11}$

7. 從物質的化學式、分子結構和外觀可以研判它的熔點與沸點。下列有關糖的熔點與沸點之敘述，哪一個**正確**? (0.5 分)
- 糖的熔點與沸點皆比水低
 - 糖的熔點與沸點皆比水高
 - 只有糖的熔點比水的熔點高
 - 只有糖的沸點比水的沸點高
8. 在植株的蒸散過程中 (0.5 分)
- 水放熱給週遭環境
 - 水從週遭環境中吸熱
 - 水未與週遭環境交換熱量
 - 水未發生相變
9. 在植物蒸散作用的實驗中，水分的蒸發過程是發生在實驗用黃豆植株的葉子上，此過程可用下列哪一狀態變化表示。(0.5 分)
- $\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 - $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 - $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{s})$
 - $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
10. 光照下，光合作用和蒸散作用都發生在活的植物之葉綠素部分，包括在黃豆的葉子上。下列哪一化學反應式可用來表示光合作用 (0.5 分)
- $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 - $6\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 6\text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2(\text{g})$
 - $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3(\text{l})$
 - $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
11. 植物蒸散作用最重要的驅動力是:(0.5 分)
- 土壤的濕度和空氣的濕度
 - 土壤和大氣中水的位能差
 - 管胞細胞壁和水接觸面的交互作用
 - 葉子內的水蒸氣壓和葉子表層外大氣的水蒸氣壓之差異
12. 蒸散作用大部分透過葉子上許多叫做氣孔的小孔發生，氣孔的作用是 (0.5 分)
- 養分的運輸
 - 釋出生長賀爾蒙
 - 調節水分散失
 - 運送礦物質
13. 很多環境因素都會影響到氣孔的打開或關閉，而影響到蒸散率。氣孔的打開或關閉由下列何者控制 (0.5 分)
- 篩管分子
 - 衛細胞
 - 葉肉
 - 根毛
14. 在蒸散過程中，光合作用的參與可能引起氣孔 (0.5 分)
- 關閉，因此蒸散率增加
 - 關閉，因此蒸散率降低
 - 打開，因此蒸散率增加
 - 打開，因此蒸散率降低
15. 下列有關影響植物蒸散率的因素之敘述，哪一項是**錯誤**的 (0.5 分)
- 溫度較高時，水的蒸發較快
 - 風速增加時，蒸散率加快
 - 當水分供給不足時，蒸散作用降低
 - 濕度增高時，蒸散作用加快