
三種 C3 植物氣孔密度與氣室面積 及柵狀組織面積的相關性

王士綦¹ 郭婉濤¹ 林存藝² 吳蕙君¹ 房樹生^{1*}

¹ 國立家齊高級中學

² 私立港明高級中學

壹、前言

我們在另一篇論文中發現，某些 C4 植物的氣孔密度與維管束鞘相對面積具有中度到高度的相關性，但與葉肉相對面積具有低度的相關性(王等人，2018)。由於 C3 植物並無維管束鞘，但多了氣室的特化構造，因此本篇想進一步探討 C3 植物的氣孔密度與氣室面積及柵狀組織面積之間是否也具有相關性(侯等人，2016)。

大多數 C3 植物在靠近葉下表皮氣孔海綿組織附近會有氣室的分布，氣室可以儲存較多的二氧化碳，與植物進行光合作用有關，是一種具有明顯生存優勢的構造，但不同植物的葉片，甚至是同一株植物的不同葉片，其氣室大小都不盡相同(陳等人，2008)。

當我們在葉片橫切面構造發現氣室時，其下表皮處通常也會出現氣孔，因此，我們推論氣室與氣孔這兩種構造有或許存在著相互影響之相關性，也就是說，當氣孔密度改變時，氣室的大小可能也會做出相對應的改變，反之亦然。

另外，氣孔密度及葉肉細胞的面積都與光合作用有關，我們也想看看氣孔密度是否也與葉肉柵狀組織面積呈現任何的相關性。

貳、研究目的

確認三種 C3 植物葉片的氣孔密度與氣室相對面積及葉肉柵狀組織相對面積的相關性。

參、研究設備及器材

一、生物材料：

C3 植物：

月橘 (*Murraya paniculata*)、

鵝掌藤 (*Schefflera arboricola*)、

海南菜豆樹 (*Radermachera hainanensis*)

五吋盆栽

二、儀器設備：

桌上型電腦 〈ASUS Notebook P43SJ Series〉

顯微鏡 〈NIKON E100〉

*為本文通訊作者

三、其他器材及藥品：

透明膠帶、載玻片、蓋玻片、指甲油、滴管、燒杯、培養皿、剪刀、手機（HTC desire816、iphone 5）、0.1% 甲基苯藍液、清水、單面刀片、雙面刀片、標籤紙、鑷子、牙籤

肆、研究過程與方法

一、利用指甲油印模法計算氣孔密度

1. 剪下由植物頂端由上往下數的第二片葉片，選取葉片的中段部位，於上下表皮塗上薄層的透明指甲油，待指甲油自然風乾。
2. 取一小段膠帶，貼至透明指甲油的位置。
3. 輕壓膠帶，確保指甲油完全附著於膠帶。
4. 將膠帶撕起，盡量保持印模完整，並避免有任何殘缺。
5. 將膠帶黏於載玻片上，放至顯微鏡下，觀察其氣孔。
6. 拍下顯微鏡影像（至少五張），利用 image J 計算出氣孔密度（個/mm²）。

二、利用雙刀流徒手切片法取葉片橫切面，求出氣室相對面積及葉肉柵狀組織相對面積（葉，2015）

1. 將葉片樣本放置在載玻片上，於製作指甲油印模的同一部位做橫切。

2. 選取兩個單面刀片，將刀片沾濕。
3. 將兩刀片重疊放置，垂直切下
4. 將縫隙外多餘的葉片剔除，則兩刀片之縫隙裡會有一薄片。
5. 將薄片移置有水的培養皿中，重複步驟 1~5
6. 於數切片中揀選影像最為清晰之切片，將其放在另一載玻片，蓋上蓋玻片。
7. 若顯微鏡下無法清楚觀察到氣室，則滴適量的 0.1% 甲基苯液染色，便於觀察。
8. 拍下顯微鏡影像（至少三張），利用 image J 計算出氣室相對面積及分布。（註：氣室相對面積 = 氣室面積 / 葉片面積）

三、利用玻片固定徒手切片法取葉片橫切面，求出氣室相對面積及葉肉柵狀組織相對面積

1. 利用剪刀剪取葉片的中段部位，取 3-4 段葉片重疊放置於載玻片上，滴水潤濕。
2. 以另一片載玻片固定葉片於載玻片，露出部分葉片，主葉脈需與固定的載玻片垂直，避免造成斜切現象。
3. 將單面刀片沾水，先將露出的部分葉片切除。
4. 再以刀片快速沿玻片削下，取得薄片。
5. 將薄片移置有水的培養皿中，重複步驟 1~5。
6. 於數切片中揀選影像最為清晰之切

片，放於另一載玻片，蓋上蓋玻片。

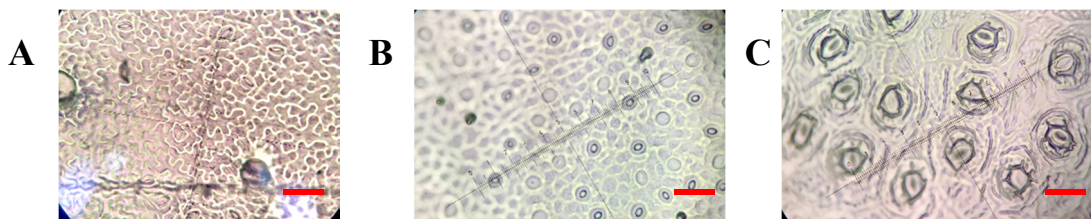
7. 若在顯微鏡下無法清楚觀察到氣室，則滴適量的 0.1% 甲基苯液染色，便於觀察。
8. 拍下顯微鏡影像（至少三張），利用 image J 計算出氣室相對面積及葉肉柵狀組織相對面積。

※不同植物葉片的特性不一，因此適用不同的徒手切片法，須依實際狀況選用。

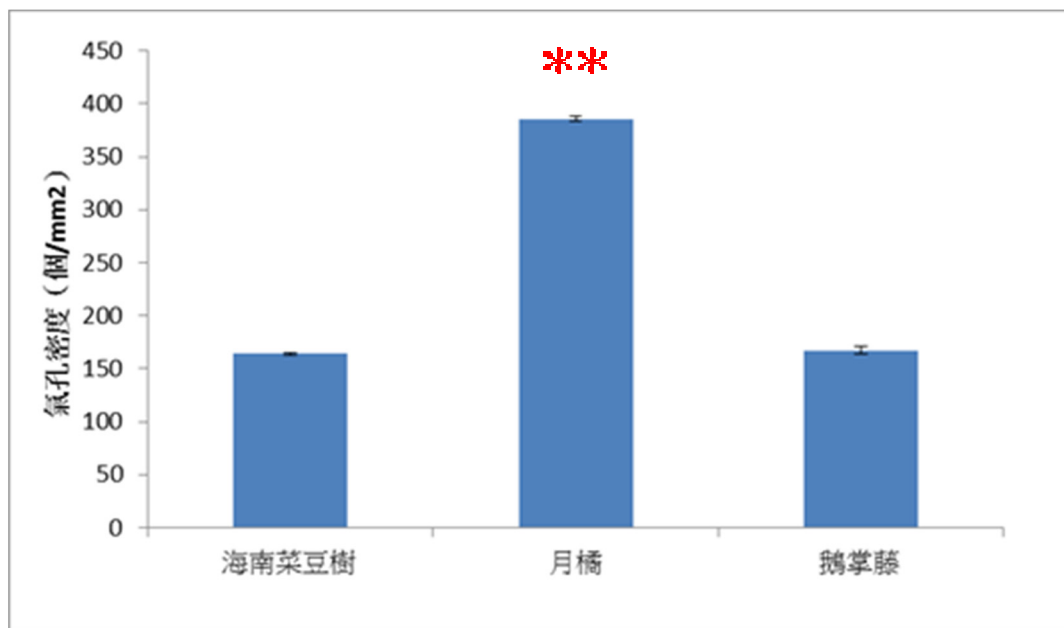
伍、研究結果

一、不同 C3 植物的氣孔特徵

三種 C3 植物的氣孔都只分布於下表皮，且形狀都呈現腎型，但大小及數量則有明顯差異，鵝掌藤的氣孔偏大，海南菜豆樹與月橘較小（圖一）。另外，月橘的氣孔密度最大，且與其他兩種植物具有非常顯著的差異（圖二）。



圖一、三種 C3 植物下表皮氣孔的分布。(A) 海南菜豆樹 (B) 月橘 (C) 鵝掌藤。scale bar = 50 μ m

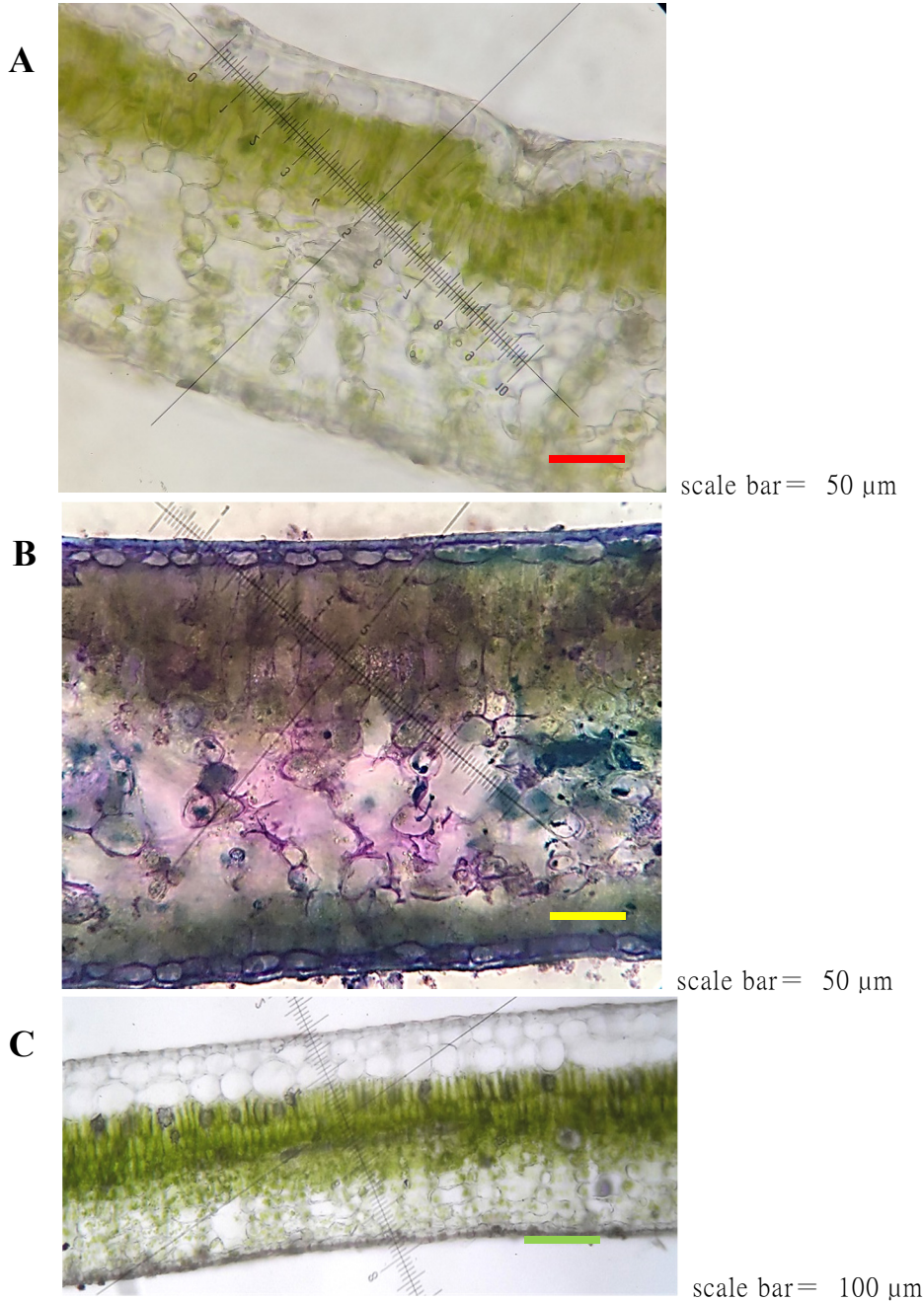


圖二、三種 C3 植物下表皮氣孔密度的比較。月橘的氣孔密度最大，與其他二種植物呈現非常顯著差異 ($p < 0.005$) ($n=3$)。

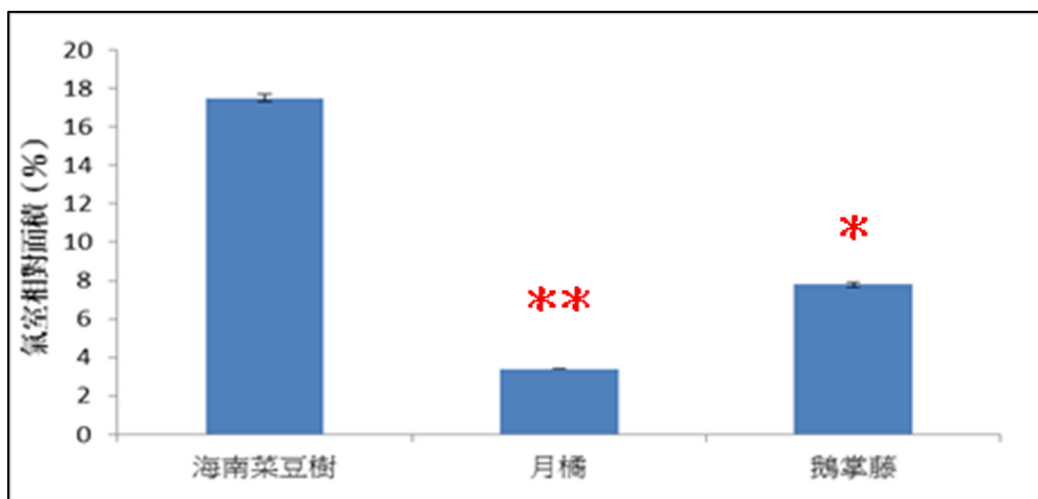
二、不同 C3 植物的氣室及葉肉特徵

三種 C3 植物葉片的橫切面可以清楚觀察到氣室、海綿組織及柵狀組織等構造(圖三)。海南菜豆樹的氣室相對面積最大，月橘的氣室相對面積最小，且與海南菜豆樹有非常顯著的差異，鵝掌藤的氣室相對面積則與海南菜豆樹具有顯著的差異(圖四)，但三种植物的柵狀組織相對面積則無顯著差異(圖五)。

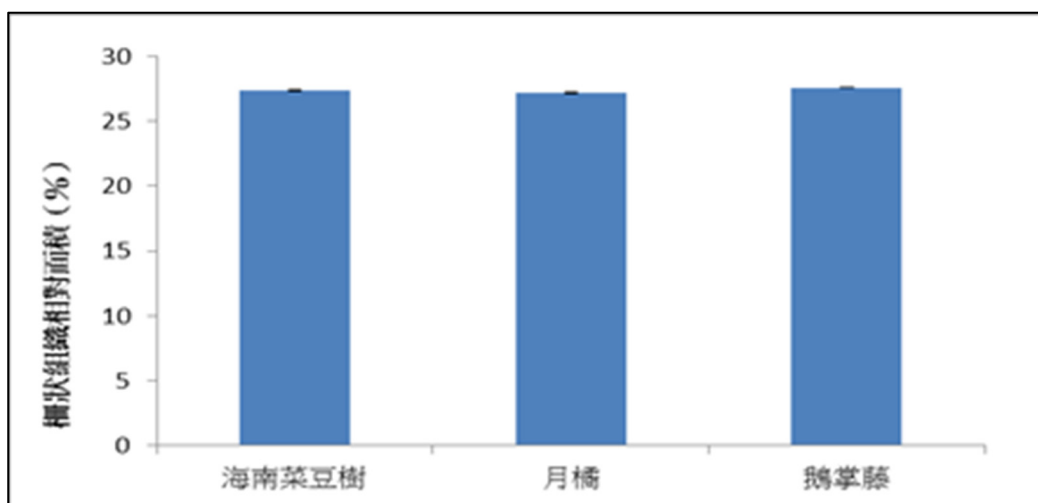
大，月橘的氣室相對面積最小，且與海南菜豆樹有非常顯著的差異，鵝掌藤的氣室相對面積則與海南菜豆樹具有顯著的差異(圖四)，但三种植物的柵狀組織相對面積則無顯著差異(圖五)。



圖三、三種 C3 植物葉片橫切面。(A) 海南菜豆樹 (B) 月橘 (C) 鵝掌藤



圖四、三種 C3 植物葉片氣室相對面積的比較。月橘的氣室相對面積與海南菜豆樹有非常顯著的差異 ($p < 0.005$) ($n=3$)，鵝掌藤則與海南菜豆樹具有顯著的差異 ($p < 0.05$) ($n=3$)。



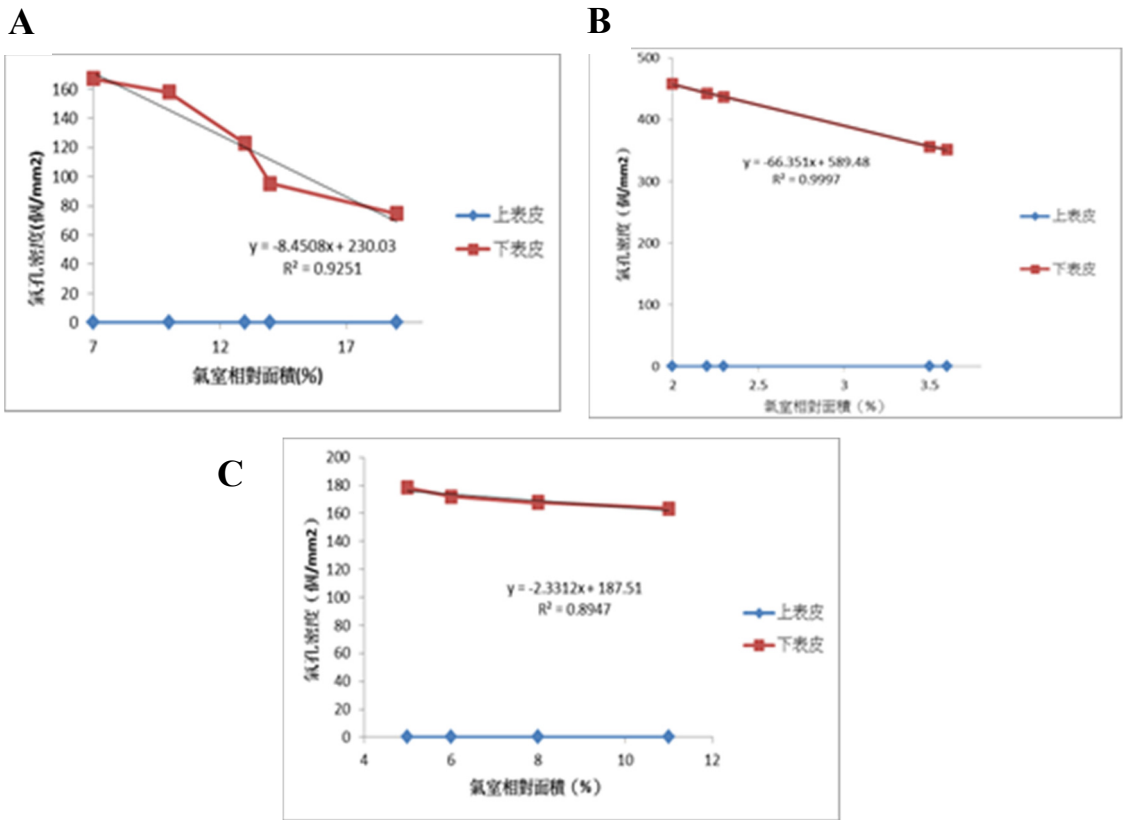
圖五、三種 C3 植物葉片柵狀組織相對面積的比較

三、氣孔密度與氣室相對面積及柵狀組織相對面積的相關性

(一) 氣孔密度與氣室相對面積的相關性

接下來，我們以氣室相對面積為橫軸，氣孔密度為縱軸畫圖，希望找出兩者之間

是否具有相關性。結果發現，三種植物下表皮的氣孔密度與氣室相對面積皆呈現高度負相關(圖六)，這個結果暗示當三種植物的氣室相對面積變大時，氣孔密度亦會隨之變小，以適應所處環境的變化，有利存活。



圖六、三種 C3 植物氣孔密度與氣室相對面積的相關性(A)海南菜豆樹(B)月橘(C)鵝掌藤

(二) 氣孔密度與葉肉柵狀組織相對面積的相關性

我們也想看看氣孔密度與柵狀組織相對面積是否也具有相關性。結果發現，海南菜豆樹下表皮的氣孔密度與柵狀組織相對面積呈現高度負相關，鵝掌藤呈現中度負相關，月橘呈現低度正相關。

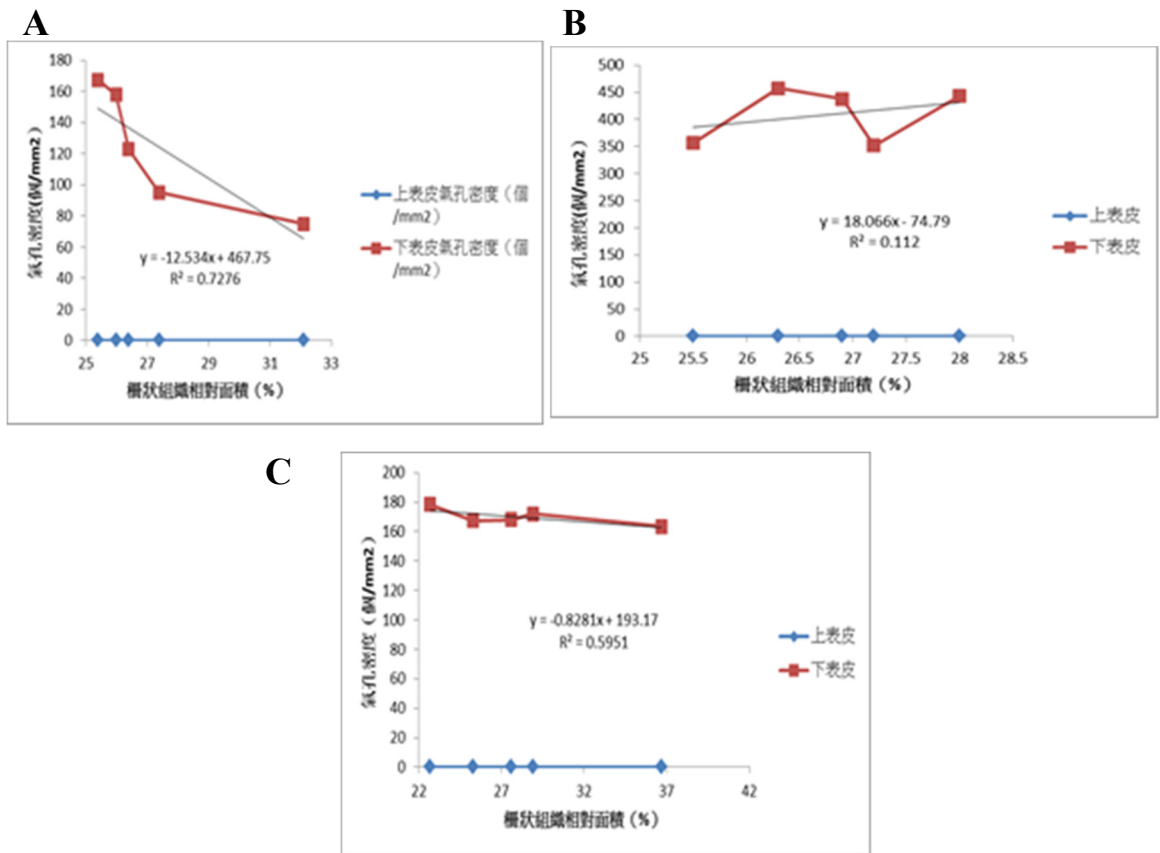
陸、討論

三種 C3 植物下表皮的氣孔密度與氣室相對面積及柵狀組織相對面積的相關性

如下表一所示。由表一的結果可知，三種 C3 植物下表皮的氣孔密度與氣室相對面積的相關性都比與柵狀組織相對面積的相關性要高。

由表二可得知，四種 C4 植物下表皮的氣孔密度與維管束鞘相對面積的相關性都比與葉肉組織相對面積的相關性要高。

綜合表一與表二的結果，我們推論 C3 植物氣孔密度的改變與氣室面積改變的相關連動性較大，而在 C4 植物則是與維管束鞘面積的改變較為相關。



圖七、氣孔密度與葉肉柵狀組織相對面積的相關性(A)海南菜豆樹(B)月橘(C)鵝掌籐

表一、三種 C3 植物下表皮的氣孔密度與氣室相對面積及柵狀組織相對面積相關性

與氣孔密度的相關性	海南菜豆樹	月橘	鵝掌籐
氣室相對面積	高度負相關	高度負相關	高度負相關
柵狀組織相對面積	高度負相關	低度正相關	中度負相關

表二、四種 C4 植物下表皮的氣孔密度與維管束鞘相對面積及葉肉組織相對面積相關性。

(資料來源：王等人，2018)

與氣孔密度的相關性	玉米	甘蔗	狼尾草	稗草
維管束鞘相對面積	高度負相關	中度負相關	高度正相關	高度負相關
葉肉組織相對面積	低度負相關	低度正相關	中度負相關	中度負相關

柒、結論

在我們選取的三種 C3 植物中，下表皮的氣孔密度與氣室相對面積具有高度相關性，而與柵狀組織相對面積僅具有低度到高度不等的相關性。

參考文獻

王怡婷、王崇宇、黃沛晴、劉綵筠、游心好、房樹生 (2018)。C4 植物葉片

氣孔密度與維管束鞘面積及葉肉面積的相關性。科學教育月刊，408，27-38。

陳小峰、王慶亞、陳開宇 (2008)。不同光照條件對蕓草外部型態與內部結構的影響。武漢植物學研究，26(2)，163-169

侯慧姣、韓鴻鵬 (2016)。單、雙子葉植物氣孔發育調控差異研究進展。分子植物育種，14(4)，896-903

葉宏毅 (2017)。2017 年 3 月 11 日，取自 https://www.youtube.com/watch?v=zWO16_FVlr4。