

第三葉在那裡？槐葉蘋之研究

高中組生物科第三名

高雄市立高雄女子高級中學

作者：黃禎貞、顏佩姿

指導教師：蔡淑年、李家若

一、研究動機

在校園的天井中，看見由老師自外校帶回的槐葉蘋，葉面上毛絨絨的，十分奇特。興緻所然，便查閱資料，得知其為三葉輪生，但只見兩葉浮於水面，第三葉在哪裡？於是展開一連串的研究行動……。

二、研究目的

- (一) 槐葉蘋之形態、構造，甚至對其一生的研究。
- (二) 探討槐葉蘋之變態葉，以深入了解其生理功能與特性。
- (三) 短毛葉之研究。
- (四) 探討水質污染對槐葉蘋的影響。
- (五) 槐葉蘋與生存環境內的其他生物之生態關係研究。
- (六) 討論生態保育，喚起愛護鄉土資源的環保意識。

三、研究設備器材

- (一) 材料：槐葉蘋～*Salvinia natans* (L.) All.。
- (二) 儀器：1.顯微照相儀；2.複式顯微鏡。
- (三) 藥品：1.B.T.B. 2.CuSO₄ 3.CdCl₂ 4.凡士林 5.清潔劑——(1)洗碗精(2)洗衣精(3)洗髮精 6.污水來源——(1)高雄愛河水(2)家庭廢水(3)電鍍原廢水(4)電鍍放流水(5)食品放流水(6)畜牧放流水。
- (四) 器材：(1)燒杯(2)量筒(3)燈泡(4)燈泡座(5)滴管(6)載玻片、蓋玻片(7)解剖儀器(8)軟木栓。

四、研究內容

(一) 槐葉蘋之形態研究

1. 分類：

學名：*Salvinia natans* (L.) A11. 別稱：山椒藻、蜈蚣萍。

界	植物界(Plantae)
門	蕨類門(Pterophyta)
綱	真蕨綱(Parkeriaceae)
	水生蕨亞綱(Hydropterides)
目	槐葉蘋目(Salviniales)
科	槐葉蘋科(Salviniaceae)
屬	槐葉蘋屬(Salvinia)
種	臺灣特有種(natans)

2. 形態：

- ①葉——三葉輪生——（浮水葉、正常葉）羽狀排列，寬橢圓形，葉上被有絨毛呈平行排列，有中肋，具排水功能；維管束呈梅花狀。（沈水葉、變態葉）細裂成絲狀，被細毛，能行光合作用，能吸收水分及礦物質，具根之功能。
- ②莖——細長、被褐色小毛，具分支性，有導管，維管束呈馬蹄形，含大量葉綠體，能運輸水分養分及行光合作用。
- ③孢子囊果——成串長於變態葉基部呈桃子狀，外被褐色短毛，孢子囊果壁薄，質軟，孢子囊群以短管附著於孢子囊果內壁，雌雄同株，為異形孢子。



▲ 浮水葉



▲ 變態葉



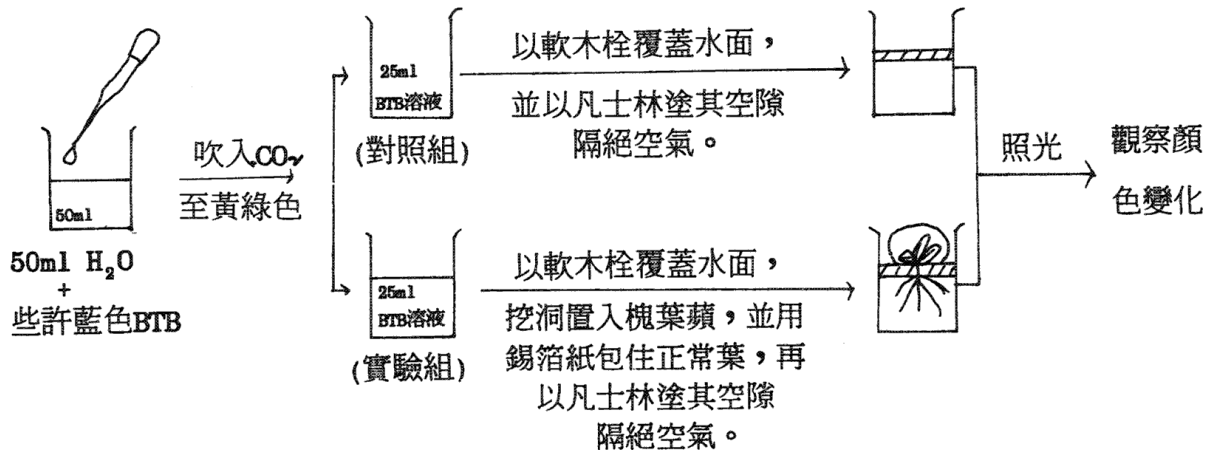
▲ 小孢子囊



▲ 四柱環狀構造

(二)變態葉具光合作用之證明

1. 實驗流程圖：



2. 結果：

30分鐘後，少許變態葉末端開始冒氣泡，而後氣泡越來越大，並逐漸佈滿所有的變態葉，BTB溶液顏色轉變如下：

時間(分)	30	60	90	120	150	180
顏色	黃綠色	黃綠色	淡綠色	淡綠色	藍綠色	淡藍色

3. 討論：

初以化學方法製得大量CO₂通入藍色BTB溶液中，使其變為黃色。並以沙拉油覆蓋葉液面，隔絕空氣並防止過飽和的CO₂逸出。實驗觀察發現，變態葉之光合速率大為降低，幾乎不冒氣泡。此乃因CO₂含量高過 0.5%，影響植物本身的生理運作，而導致光合速率大幅降低，所以此實驗CO₂含量不可過高。實驗後的槐葉蘋因受油汙染難以除去，而發霉死亡，我們於心不忍，改以軟木栓覆於水面，塗凡士林隔絕空氣，而槐葉蘋亦不受油汙染。BTB的變色是否為正常葉消耗CO₃⁻²行光合作用？答案是否定的。因為光照下變態葉周圍的氣泡，若不是光合作用產生的O₂，而是呼吸作用生成的CO₂，則BTB溶液將較長時間保持黃綠色，但它並沒有。再者，我們將槐葉蘋的正常葉包上錫箔紙，阻止其吸收陽光行光合作用，實驗結果BTB溶液依然轉為藍色，由此可見CO₃⁻²是被變態葉行光合作用所消耗

掉的。

(三) 水質污染對槐葉蘋的影響

1. 取各類污染水源50ml，並置入槐葉蘋，觀察其生長。

2. 結果：

洗衣精：變態葉不萎縮，但葉緣萎縮且破裂，葉片大多沈水。

洗髮精：變態葉不萎縮，葉緣呈波浪狀，小突起的環狀構造掉落。

洗碗精：變態葉萎縮，葉緣明顯捲曲，小突起的環狀構造全掉落。

電鍍原廢水：變態葉脫離莖部且捲曲，葉面有黑色斑點且沈水。

電鍍放流水：變態葉脫離莖部且斷裂，葉緣破裂，小突起枯萎。

畜牧放流水：變態葉更茁壯，葉緣呈波浪狀，小突起直立於葉面。

食品放流水：繁殖速度驚人，葉緣明顯捲曲，小突起直立於葉面。

愛河水：變態葉脫離莖部，葉面被細菌分解已碎裂，小突起萎縮。

3. 討論：

因我們所調配的化學污染物濃度過高，以致於槐葉蘋約五天就死亡，導致無法逐步記錄其受污染後的細微證狀。後來我們由環保局取回一些工廠原廢水（受污染度約100ppm以下），及放流水（受污染度約10ppm以下）。電鍍原廢水內的槐葉蘋三天後葉緣開始呈現明顯的波浪狀，約一星期後從邊緣開始褪，且變態葉有掉落現象，乃因電鍍廢水含有鎳（Ni）。當植物體累積過多鎳（Ni）時，會抑制碳水化合物自葉片向外輸送，而使光合產物累積在葉片而降低光合作用能力。且鎳會影響其發育及代謝，變態葉不易得到營養葉的養分供應，且其本身光合作用亦受限制而由變態葉基部萎縮脫落。

(四) 短毛葉之觀察研究

生存競爭失利的一方面會被排擠至水面下；將被強制壓於水面下的槐葉蘋取出另外培養。將它置於強光下，發現槐葉蘋從環結中會長出新芽，而且，速率比一般正常槐葉蘋來得快，可是成長變大的速率卻較慢。乃因老葉所製造的多數養分，用於提供生長之需，而使原本薄弱的生命力旺盛，以提高其存活率，而非全用於使個體成長。再進一步的觀察，發現已剝落環狀構造之槐葉蘋再長出的小葉上，環狀小突起並不易察見。

(五) 槐葉蘋的天敵

在我們培養的槐葉蘋裡，常發現正常葉面上有缺刻，初步以為是環境汙染，對其造成傷害。追蹤下，擒拿到罪魁禍首，槐葉蘋的天敵。此種害蟲常吸附在正常葉的背面，在變態葉上亦可發現。蟲害初期，葉面會有深綠色斑點，而後葉就千瘡百孔相繼出現。這亦是威脅槐葉蘋生存的主因之一，消滅害蟲是我們目標之一。



▲槐葉蘋之天敵

節肢動物門 蛛形綱 目

體有頭、胸、腹三部，但分界不清且不分結，被有革質、硬板及剛毛。口器有一細長前端。有八隻腳長於側體，每隻腳前端成鉤狀，雌雄異體。

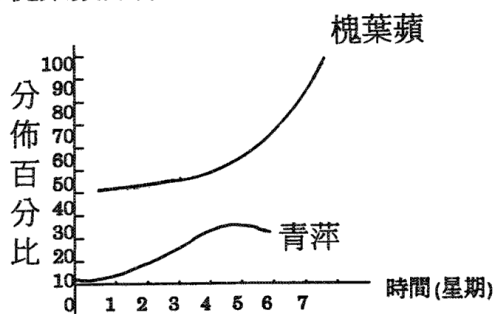
體小，需以顯微鏡才能觀察到。

(六) 槐葉蘋與青萍的生存競爭

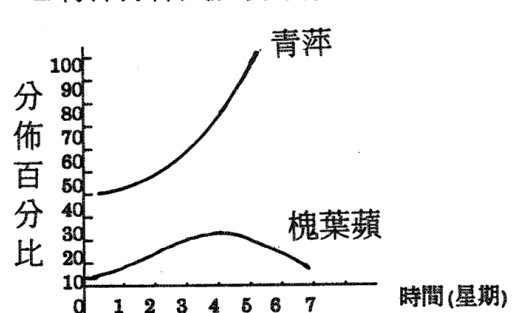
在槐葉蘋的世界裡，尚有其他的水生植物與競爭生存空間，就以我們培養的族群為例。在水缸中，異於槐葉蘋的另一種水生植物——青萍（青萍是一種單子葉浮水植物，九月開花，可由葉前端兩側長出新芽，行無性生殖，繁殖力極強。）在競爭環境中，若剛開始青萍的分佈遠大於槐葉蘋，在短時間內便佈滿整個水域，將槐葉蘋擠到水面下，而葉面的四柱橢圓球便會萎縮，葉的組織剝落略成透明。反之，若槐葉蘋幾乎覆滿水面，因槐葉蘋比青萍高大，減少青萍受光面積而影響其光合作用，兩者均是負面影響。

生長面積曲線圖：

(1) 槐葉蘋分佈大於青萍



(2) 青萍分佈大於槐葉蘋



五、結 論

槐葉蘋為槐葉蘋科，現在生存在地球上的僅有槐葉蘋屬／屬 (*Salvinia* (Michx.) A dans.) 約10種，多分佈在熱帶美洲、非洲及歐亞兩大陸。國產的槐葉蘋僅一種 (*Salvinia natans*) (Linn) All. [Syn. *Marsilea natans* Linn]。






槐葉蘋為一種多年生草本的浮水性水生蕨類植物，葉表面上的“絨毛”是主要特

徵。其為三葉輪生初次觀察多誤以為二葉對生，很少注意到水面下似根狀之構造為槐葉蘋的變態葉，為什麼此似根之構造是變態葉，而不是變態莖，或是真正的根？原因是似根構造切片觀察，並無周鞘，且表面的短毛，並不是支根，亦不為根毛，而是一種由單細胞相連而成的多細胞條狀物，且此細胞並無細胞質和細胞核，只有細胞壁，在兩細胞連接處亦有孔洞使水進入其中，在靠近主條物的短毛之細胞間有似篩板之構造相隔。以上構造與根、莖迥然不同。況且，槐葉蘋的孢子囊果藏於變態葉的基部以變態葉保護孢子囊果與一般蕨類植物的孢子囊生於葉緣或葉背，或是以葉子捲曲及其它形式來保護孢子囊的情形類似。由觀察及實驗證明變態葉既能如一般葉行光合作用，亦具有根之功能，能吸收水分及礦物質。


變態葉可分成兩類：外觀呈黃綠色——顯微觀察可清楚看見其葉綠體；外觀呈黃褐色——顯微觀察不易觀察到其葉綠體，短管狀內外空間族群分佈以藻類為多，而前者分佈以原生動物為主要。

變態葉上的褐色短毛為死細胞常有藻類附生，短管側壁有孔洞，藻類與微生物可由側孔進入短毛內並生長於其中。一般蕨類多具假導管，而我們在變態葉中發現；其具有螺旋條紋的導管，為例外之一。在變態葉的內外空間就彷彿是微生物的快樂天堂般，藻類、單細胞動物、多細胞生物群聚一堂。是觀察水生單細胞動植物的最佳選擇。

槐葉蘋屬大片群體生長，或與浮萍、滿江紅等水生植物共生。性喜多水、溫暖且多光照的生育環境，耐旱性弱。一般在100%光照及100%的相對濕度中，生長狀況最好。在適切的環境，營養繁殖快速，無明顯的季節之分，孢子囊果產生在秋冬之季。

莖之中柱的進化是由原始中柱→管狀中柱→網狀中柱，而槐葉蘋之莖的維管束成馬蹄形，屬於管狀中柱，而葉之中肋維管束成梅花狀且不具形成層，變態葉亦是如此。再次證明其為葉之構造。由維管束的排列及導管的具有，雌雄配子體，可證明槐葉蘋為植物演化上的一個過渡時期，在分類上具有重要地位。其孢子囊果有兩形態：綠色孢子囊果—孢子囊果壁及孢子囊壁均含葉綠體，且孢子囊之內部構造較褐色孢子囊複雜；褐色孢子囊果—無葉綠體，且有兩種形式孢子囊①—小孢子囊——內部構造複雜且嵌有黃色橢圓形顆粒（小孢子）。②未成熟小孢子囊

內部幾乎成中空。觀察並未發現有大孢子囊，我們推測槐葉蘋為雌雄同株，但雌、雄孢子囊果並不是同時長出，而是雄孢子囊果先長出，再長出雌孢子囊果。雌雄孢子囊果生長的重疊期再進行受精作用產生新個體，所以在同一時期僅能發現一種孢子囊果。再不然就是其為雌雄異株，而尚未發現其雌株。

槐葉蘋的氣孔分佈於上表皮，且下表皮沒有氣孔，葉的氣室很大，有助其浮於水面。引人注目的葉表突起是一個的環狀構造，連葉基部有大量葉綠體，頂端四柱

環扣成小橢圓球。當新葉剛打開時呈褐色且較短，而後漸漸長高且轉綠。槐葉蘋為嗜陽性植物，小突起可增加光照面積，增加其光合速率。另一方面，其絨毛極密且上有橢圓球構造，當水打到其葉表，因為間隔極小，再加上水本身之內聚力，使水形成水珠並不沾濕葉表，當水珠增大至重力大於摩擦力，水滴便滾入水中，所以小突起具有排水功能。當風挾帶塵埃吹過槐葉蘋，葉上的突起會阻落塵埃，淨化空氣，但也因此對其本身造成不利，所以槐葉蘋的抗風性弱。

早期在台灣常可於淡水域尋覓到槐葉蘋之芳蹤，但今日卻已逐漸瀕臨絕跡，威脅其生存最主要因素是水質之汙染，且以家庭廢水最為致命。一般生物在困厄環境中均有自我保護的措施，而槐葉蘋亦如此。同樣來源的槐葉蘋在不同環境下的繁衍情形，在較不利的環境中，有性生殖較發達，可發現孢子囊果特別多，因為槐葉蘋將以孢子形式渡過困厄環境。若在陽光充足，水份適中的環境中，其營養葉會較大且多，無性繁殖快速，相對的孢子囊果便不易發掘。若以突然來的威脅，如油或其他異物汙染其水面的綠葉，槐葉蘋便會由環節上快速長出新芽來維持生存。

其實，槐葉蘋的經濟價值很高。它玲瓏翠綠的外觀是家庭盆景的寵兒；老葉為家禽的佳餚；葉面上的小突起可吸附塵埃、淨化空氣。在醫藥上，將全草陰乾，搗紅糖，可治灸疔；外敷治丹毒疔瘡、燙傷；內服可治虛勞、發熱；燒煙可驅除蟲蚤。由此可知槐葉蘋與人類及生態休戚與共，就讓我們一起來愛護這可愛的綠色精靈，使它永遠活躍在這美麗的寶島上吧！

六、參考資料

- (一)基礎植物學(下) 李學勇 國立編譯館 P1134~1136
 - (二)台灣厥類植物的認識 林仲剛 國立自然科學博物館 P62
 - (三)植物與環境逆境 朱德民 國立編譯館 P284~294
 - (四)The Biobogy of Aquatic Vascular Plants C.D. Sculthorpe, M.A.F.L.S.
 - (五)斯氏植物學 易希道、謝萬權……等 徐氏基金會 P904~907
 - (六)植物學要義 李學勇 國立編譯館 P521~525
 - (七)中國水生維管束植物圖譜 王宁珠、蔣祖德……等 P27~28
 - (八)蕨類植物 謝萬權 P94~96
 - (九)台灣常見植物圖鑑 許建昌 P27~28
 - (十)普通植物學 謝萬權、易希道……等 國立編譯館 P175, P403
 - (十一)台灣原生植物(下冊) 游以德、陳玉峰、吳盈 P150
 - (十二)普通植物學實驗指導 易希道 環球書社
- 註：受篇幅之限，詳細研究記錄結果，請參照說明書。

評語

本作品以槐葉蘋為材料研究其變態葉。作者以扣除正常葉活動之方式，證明變態葉雖然形態不同，仍然進行正常的光合作用活性。在生態方面，作者曾觀察其與其他水生植物及受水污染的影響。整個過程觀察清楚，記錄詳細。