

# 台灣地區浮萍之研究

高中組生物科第一名

北一女中

作 者：滕敬齡、高士筑

尚 卿

指導教師：林英子、孫譽真

## 一、實驗動機

暑假時，信步在植物園觀賞荷花，發現水面上長滿了一大片的浮萍。仔細一看，發現在這一大片的浮萍當中，有的形態並不相似。於是我們提出了下列幾點疑問：一、浮萍到底有幾種。二、台灣具有那些種類的浮萍。三、它們的差異性何在。四、它們具有什麼樣的關聯性。由於好奇心的趨使，引發我們對浮萍做了一系列的研究。

## 二、實驗目的

- (一)區分不同種類的浮萍。
- (二)分別由外形、生殖和構造三方面來了解浮萍間的異同。
- (三)利用膠體電泳蛋白質分析來了解不同浮萍間蛋白質構造的差異。

## 三、實驗過程與器材

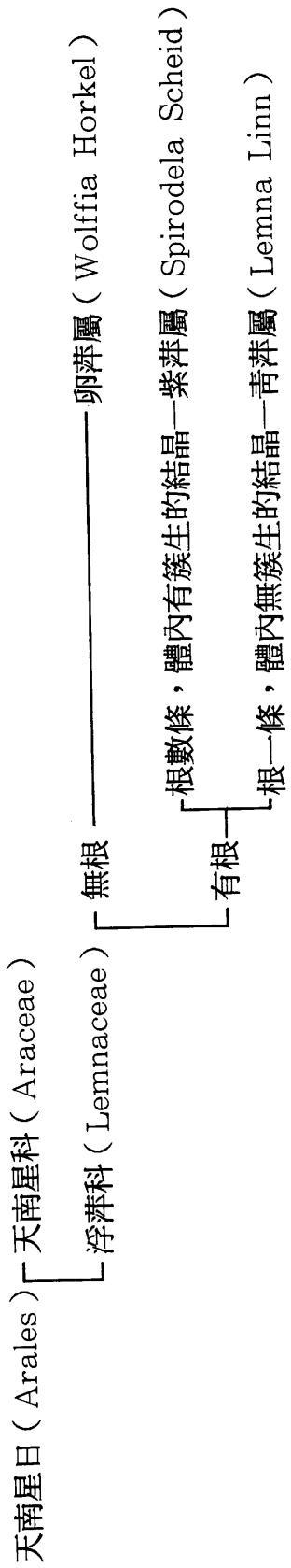
- (一)查閱有關浮萍分類的資料及四處採集浮萍。
  - 1.根據中山科學大辭典的分類，浮萍為天南星目 (Arales) 浮萍科 (Lemnaceae)。依其植物體(1)根的有無(2)根的數目

- (3)結晶的有無，可將浮萍分為青萍屬 (*Lemna* Linn) 紫萍屬 (*Spirodela* Schleid) 和卵萍屬 (*Wolffia* Horkel)。其關聯如表1所示。
- 2.台灣的浮萍共有五種，依其(4)冬芽的有無(5)生活於水面或水中，又可細分為卵萍 (*Wolffia arhiza*)，水萍 (*S. polyrhiza*)，紫萍 (*S. oligorhiza*)，青萍 (*L. paucicostata*) 和品萍 (*L. trisulca*)，其關聯如表2所示。
- 3.我們在台北、宜蘭、新竹、臺南、高雄等據點採集浮萍，共得卵萍、青萍、紫萍、水萍和另一與浮萍非常相似的天南星科植物——大萍 (*Pistia Stratiotes* Linn)。由於大萍與浮萍同屬天南星目，而且為水生漂浮植物，故一並列入討論。
- 4.品萍 (*L. trisulca*) 曾於宜蘭水源地出現過，我們於暑假前後兩次遠征宜蘭採集，都未成功。其前楊遠波教授和顏聖紜學長都曾親自遠征，亦未發現。故推測此浮萍已瀕臨絕滅。由於過於珍貴且不易採集，故本實驗“暫時”不以品萍為研究素材。在此特別聲明一點：宜蘭水源地為宜蘭地區的水源管制地，但因附近農地大量使用農藥和肥料以及養鴨人家糞便堆積，水質已受到嚴重污染，水面上幾乎空無一物。品萍的消失只是一個例子。  
如果大家繼續破壞和污染我們的水源和環境，將有更多的生物資源，從我們生態體系中消失。最後受害的還是我們自己。

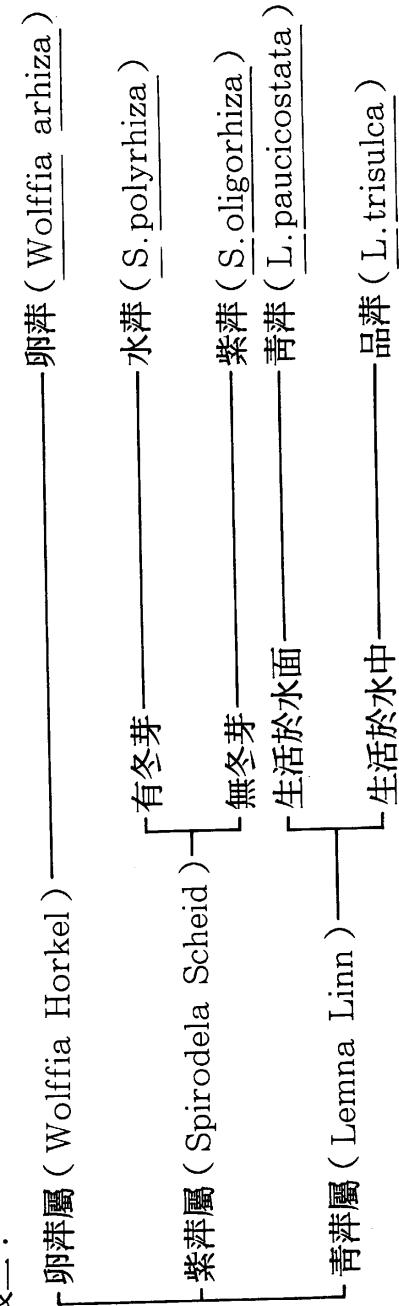
## (二)實驗操作步驟：

- 1.生物材料：
  - (1)大萍 (*Pistia Stratiotes* Linn)
  - (2)水萍 (*Spirodela polyrhiza* Schleid)
  - (3)紫萍 (*Spirodela oligorhiza* Schleid)
  - (4)青萍 (*Lemna paucicostata* Hegelm)
  - (5)卵萍 (*Wolffia arhiza* Wimm)

表一：



表二：



2. 外型及繁殖方式的觀察比較。
3. 製作石蠟切片：
4. 迷你膠體電泳法
5. 電腦分析外型的差異性
  - (1) 將表6，表7，表8的資料轉換為數值，輸入電腦程式，如表5所示，即完成。

表5

Input matrix:a:lemnal

ID records:

“A data matrix of lemnaceae data to NTSYS-pc”  
 type=1, size=11 by 5, nc=none

	大萍	水萍	青萍	紫萍	卵萍
	PSL	SP	LP	SO	WA
RTS分枝	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
RTC根冠	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000
RTN根數	2.000	1.000	0.000	1.000	0.000
ARL平均根長	2.000	1.000	1.000	1.000	0.000
LFW具絨毛	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
LFX網狀脈	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000
LFP腹面紫色	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000
ALL平均長度	2.000	1.000	1.000	1.000	0.000
WRT走莖	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000
WLF冬芽	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
LFN葉片叢生數	2.000	1.000	0.000	1.000	0.000

## 四、實驗結果與討論

(一)外形的觀察

1. 大萍—
  - 根：分枝。具根冠。其根冠在解剖顯微鏡下觀察，發現附著許多藻類和微生物。推測其可能具有保護的功能。
  - 葉：倒卵形、葉脈平行其前端網狀分枝。上下表皮皆具絨毛；下表皮的絨毛較長，有防水的作用。並具走莖。
2. 水萍—
  - 根：不分枝。具根冠。根叢生，約十條左右。
  - 葉：倒卵形。平行脈。正面觀，其邊緣鑲紫色。背面為深綠色，腹面為紫色，但新生葉之腹面仍為綠色。具走莖，亦具冬芽。
3. 紫萍—
  - 根：不分枝，具透明無色之膜狀根冠，一葉具2—3條根。
  - 葉：倒卵形。平行脈。正面觀，其邊緣鑲紫色。背面為深綠色，腹面為紫色。具短走莖，不具冬芽。
4. 青萍—
  - 根：不分枝。具透明無色之膜狀根冠。每一葉片具根一條。
  - 葉：倒卵狀橢圓形。平行脈，多於葉之基部叢生於一處。無走莖。無冬芽。
5. 卵萍—
  - 根：無根。
  - 葉：卵狀。解剖顯微鏡下，其葉綠體聚集於上半側（向光處），下半側幾乎全為氣室。無葉脈。無走莖。具冬芽。

(二)外形的討論：

1. 根的比較：

表6

	分枝	根冠	根數	平均根長(mm)
大萍	✓	✓	20—25	60
水萍	✗	✓	10	12
紫萍	✗	✓	2—3	12
青萍	✗	✓	1	15
卵萍	✗	✗	0	0

註：「✓」表肯定之意，「✗」表否定之意，以下不再重述。

## 2. 葉的比較：

表7

	具絨毛	葉脈	腹紫面 色	走莖	冬芽	平均長度 (mm)	葉片 叢生數
大萍	✓	平行脈，前端分支	✗	✓	✗	30	10
水萍	✗	平行脈	✓	✓	✓	6	3—4
紫萍	✗	平行脈	✓	✓(短)	✗	3	3—4
青萍	✗	平行脈	✗	✗	✗	4	2—3
卵萍	✗	✗	✗	✗	✓	< 1	1—2

3. 大萍和卵萍在外型上，與其他浮萍相比，具有較大的差異。

(1)令我們感到興趣的是：

由大萍到卵萍 (1)根數逐漸減少  
(2)植物體逐漸縮小  
(3)葉片的叢生數也愈來愈少 是否意味著在演化

在外形上可看出 (3)葉片的叢生數也愈來愈少 上具有特殊的意義？

(2)另一個令我們感到驚奇的是：以光線穿透法顯微照像，發現浮萍的維管束似乎已伸入根尖。這引發我們做根部的切片，來探究何以水生植物的維管束會如此的延伸。

(三)生殖的觀察：

1. 大萍 有性生殖—開花（佛焰苞）。

無性生殖—

走 莖：由走莖繁衍子株。走莖由莖中維管束向外水平伸出。

2. 水萍 [ 有性生殖—開花。

無性生殖—

(1) 無性芽：無性芽是由無性生殖腔內的分生組織發育而成。它是藉分生組織分化的維管束與母株維管束相連。

(2) 走 莖：走莖由葉中維管束向外水平伸出。然後由另一端再分生出一株新的個體。

(3) 冬 芽：溫度低時會有冬芽形成，其發生和無性芽相似冬芽會沈入水中，待溫度較高時浮起，再以無性芽繁殖。

3. 紫萍 [ 有性生殖—開花。

無性生殖—

(1) 無性芽：無性芽是由無性生殖腔內的分生組織發育而成。它是藉分生組織分化的維管束與母株維管束相連。

(2) 走 莖：走莖的發生與水萍走莖相似。不過，紫萍走莖較水萍的短。

4. 青萍 [ 有性生殖—開花。

無性生殖—

無 性 芽：均由無性生殖腔分生組織發育而成的無性芽繁殖。但是當母株過於擁擠時，會彼此分離。

5. 卵萍 [ 有性生殖—開花。

無性生殖—

(1) 無性芽：無性芽由母株的一個細胞分生而成。但因卵萍無葉脈，所以沒有維管束和母株相連。

(2) 冬 芽：低溫時形成冬芽，等溫度高後再以無性芽

繁殖。

(四)生殖的討論：

1. 生殖方式的比較：

表8

	有性生殖	無性芽繁殖	走莖繁殖	冬芽
大萍	✓	✗	✓	✗
水萍	✓	✓	✓	✓
紫萍	✓	✓	✓	✗
青萍	✓	✓	✗	✗
卵萍	✓	✓	✗	✓

2. 水萍無性芽和冬芽的異同。

表9

	無性芽	冬芽
顏色	淺	深
生活處	浮水。細胞密度小	沈水。細胞密度大
發生體	無性生殖腔 薄	無性生殖腔 厚
冬芽在溫箱中20°C下沈，28°C上升，上升時原生質活動激烈		

3. 卵萍無性芽和冬芽的異同：

表10

	無性芽	冬芽
顏色	深	淺
生活處	浮水。細胞密度小	沈水。細胞密度大
發生個體	無性生殖腔 薄	無性生殖腔 厚
冬芽在溫箱中20°C時就上浮		

4. 浮萍雖然可以開花，但在台灣地區極少見，幾乎皆以無性生殖繁衍。這是一個非常有趣的區域性差異。

(五)切片構造的觀察：

1. 大萍：根—△生長點約八排細胞，維管束的始源細胞團幾乎伸入根尖。

△生長點向外分生出根冠，向內分生出的細胞，成熟很快。

△成熟部之周鞘可長出側根，外圈圍了一層具保護細胞的構造（因為被Sufranin O染成深紅色）；推測其功用類似於根冠。

△具環紋、螺紋導管。

△具草酸鈣結晶。

葉—△氣孔在上表皮，上下均有絨毛。

△細胞排列不規則，成網狀分布，氣室大，有結晶。

△葉基可看到平行散生的維管束，其木質部在內側，韌皮部在外側。

2. 水萍：葉—△約十幾排細胞，排列不規則，上密下疏氣室大。

△具草酸鈣結晶。

△初生之無性芽，細胞排列緻密，原生質很濃，  
染色深。

△分生組織由無性生殖腔產生，分生組織漸漸分  
化出維管束，再與母株之維管束相連。

冬芽—△細胞排列緻密，幾乎無氣室。

△具草酸鈣結晶但數量較少。

△無性芽在無性生殖腔萌發時，即可看到維管束  
的始源細胞團。

△冬芽也具有氣孔。

3. 紫萍：葉—△較厚，約15層細胞。

△細胞排列上密下疏氣室大。

△初生之無性芽染色特別深，原生質較濃，細胞  
排列緻密，結晶較少。

△具草酸鈣結晶。

△分生組織由無性生殖腔產生，分生組織漸漸分  
化出維管束，再與母株之維管束相連。

4. 青萍：葉—△極薄，僅5~6層細胞。

△細胞排列上密下疏，氣室大。

△無性芽由無性生殖腔發生，不具走莖，但以維  
管束和母株相連。

△初生之無性芽染色深，體內原生質活動劇烈。

△有草酸鈣結晶，但初生之無性芽無結晶。

5. 卵萍：葉—△細胞上密下疏，但初生之無性芽，所有細胞排  
列皆緻密。

△無葉脈。

△約十層細胞所構成。

(六)切片構造的討論：

1. 氣孔均在上表皮，下表皮沒有氣孔。

2. 葉部細胞排列不規則，上密下疏，氣室大。這也就是浮萍何

以浮於水面的原因。

3. 浮萍科植物均具無性芽，其發生是由無性生殖腔的分生組織向外分生而成。水萍和紫萍還具有走莖。
4. 因生殖腔內層細胞與表皮細胞相似且相當光滑，故推測其亦為保護構造。目的在於新生葉脫離後，使生殖腔不致於暴露水中而受感染。
5. 因初生之無性芽與冬芽細胞均排列緊密，原生質濃，故不易辨別，待成熟後無性芽和冬芽就即易以其氣室的大小加以區分。
6. 無性芽、冬芽和走莖極易脫離母株而散布繁殖。這也就是浮萍繁衍迅速的原因。
7. 浮萍除卵萍外葉內均具草酸鈣結晶。水萍及大萍結晶甚多，青萍較少，初生之無性芽及冬芽均無結晶，待其成熟後，會有結晶出現。大萍根內結晶甚多。這顯示中山科學大辭典的分類標準有待商榷。
8. 大萍根端的分生組織，由切片的觀察，可能具有一群始源細胞 (Apical meristem with one group of initial cells)。根內各組織，皆由此一群始源細胞分裂分化而來。

#### (七)電腦分析外型差異性的結果與討論：

表11: SIMINT 1/ 4/ 80 10:56

Input data matrix:a:lemnal

"A data matrix of lemnaceae data to NTSYS-pc"  
type =1 size= 11 by 5

大	PSL	0.000
水	SP	0.853 0.000
青	LP	1.087 0.674 0.000
紫	SO	0.798 0.302 0.603 0.000

卵 WA	1.414	0.853	0.674	0.905	0.000
	大萍	水萍	青萍	紫萍	卵萍

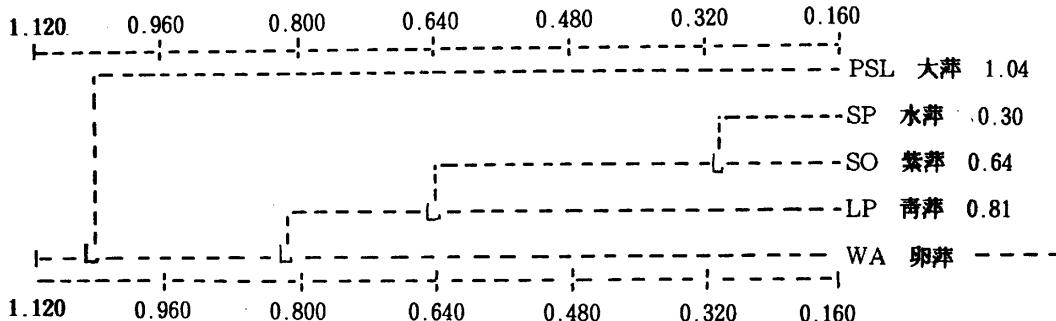
表12: SAHN 1/ 4/ 80 10:57

Input matrix:a:lemnmal。dis

“A data matrix of lemnaceae data to NTSYS-pc”

“SIMINT:input=a:lemnmal, coeff=DIST, direction=C

”  
tyep=2, size=5 by 5



1.由表11可看出，差異性由大而小順序為：

- (1)大—卵 (1.414)
- (2)大—青 (1.087)
- (3)紫—卵 (0.905)
- (4)水—卵 (0.853)，大—水 (0.853)
- (5)大—紫 (0.798)
- (6)水—青 (0.674)，青—卵 (0.674)
- (7)紫—青 (0.603)
- (8)水—紫 (0.302)

其中大萍和卵萍的差異性遠大於其他，水萍和紫萍的差異性遠小於其他。

2.大萍屬天南星科，與浮萍科植物在外型上差異甚大。

3.因所提供的分類資料上，只有水萍和紫萍為同一紫萍屬。故

差異性最小。

4. 外型的差異性相當符合古典分類學的分類。
5. 表12為表11之延伸。由此可更清楚的看出不同浮萍間的相似性。

#### (八)蛋白質電泳的分析與討論：

##### 1. 脂解酶膠體：

- (1)由膠片上可以看出，不同浮萍間脂解酶的相對量，和所在的位置，均不相同。
- (2)脂解酶主要是針對同種生物，因有性生殖所造成的差異而進行的分析。浮萍的有性生殖極為罕見，所以在異構酶上，無法看出其相關性。

##### 2. Total protein:

- (1)由圖41中，可看出浮萍與其他植物（蓮，鐵線蕨）一樣，具有兩條顏色最深的band，是葉綠體內固定CO<sub>2</sub>的酶。其分子量經比對分別為14kd及54kd，各由細胞核的核酸及葉綠體自己所製造。
- (2)由圖42中，大致可以看出，紫萍和水萍最相似。大萍和卵萍差異性最大。
- (3)目前正在進行雙向蛋白質電泳法（Two-Dimentional Polyacrylamide Gel Electrophoresis）的分析，期能更進一步的了解不同浮萍間，蛋白質構造上的差異。

## 五、結論

- (一)浮萍為單子葉植物、天南星目、浮萍科，依其外型共分為三屬12種。
- (二)台灣應具有五種浮萍，分別為水萍(S. polyrhiza)，紫萍(S. oligorhiza)，青萍(L. paucicostata)，品萍(L. trisulca)和卵萍(woffia orrhiza)。其中品萍(L. trisulca)已瀕臨絕跡，不易取得。

(三)由外型看來：

1. 根只有大萍有分枝。
2. 除卵萍沒有根外，其餘皆有根，且根上有無色膜狀根冠。
3. 一片葉子所連根數的多寡，依序為：水萍（10），紫萍（2～3），青萍（1），卵萍（0）。但一株大萍所連根數為20～25。
4. 平均根長依序為：大萍（60mm），青萍（15mm），水萍（12mm），紫萍（12mm），卵萍（0mm）。
5. 葉只有大萍具絨毛。
6. 除卵萍外，其餘均具有平行脈，但大萍前端有網狀分支。
7. 平均葉長，依序為：大萍（30mm），水萍（6mm），青萍（4mm），紫萍（3mm），卵萍（<1mm）。
8. 叢生的葉數，依序為：大萍（10），紫萍（3-4），水萍（3），青萍（2-3），卵萍（1～2）。
9. 大萍、水萍、紫萍具走莖。但大萍走莖是由莖中維管束水平延伸出來，而水萍和紫萍的走莖是由無性生殖腔內的分生組織漸漸分化而成再與母株的維管束相連。然後向外水平伸出由另一端再分生出一株新的個體兩者發生不同。
10. 水萍和卵萍在環境不良（低溫）下形成冬芽，待環境改善後冬芽再以無性芽繁殖。

(四)由生殖方式看來：

1. 大萍及浮萍科植物均可行開花的有性生殖。但除大萍外，其餘皆罕見。
2. 無性生殖的種類可分為：
  - (1)走莖繁殖—大萍。
  - (2)僅用無性生殖腔繁殖—青萍、卵萍。
  - (3)無性生殖腔及其伸出的走莖繁殖—水萍、紫萍。
  - (4)冬芽繁殖—水萍、卵萍。

(五)冬芽區分法：

1. 個體厚實，所含養分充足，以渡過不良環境。

2. 水萍冬芽顏色深，卵萍冬芽顏色淺。
3. 多沈降於水中，待溫度適宜時，才升起而萌發成新個體。

(六)由切片看來：

1. 氣孔均在上表皮，下表皮無氣孔。
2. 葉內的氣室占大部分之比例。無明顯柵狀薄壁組織。
3. 浮萍科植物均具無性生殖腔。無性芽由無性生殖腔的分生組織向外發展而成。
4. 冬芽的細胞排列緊密，原生質濃，結晶少。
5. 除卵萍外，葉內均具有草酸鈣結晶。
6. 大萍根端的分生組織屬於一群始源細胞。然後再由此群細胞分化成中軸、皮層、表皮、根冠四群。

(七)由外型的差異性看來：

1. 大萍，卵萍差異性最大。水萍、紫萍差異性最小。
2. 外型的差異性符合古典分類學的分類。

(八)由蛋白質電泳看來：

1. 由脂解酶的膠片上看來，不同浮萍間，脂解酶的相對量和所在的位置均有明顯的差異，但不易看出它們之間的相關性。
2. 由Total Protein的膠片上看來，葉綠體內固定CO<sub>2</sub>的酶佔了最大量，與其他植物均相同。
3. 由Total Protein的分析顯示：水萍、紫萍最相似。大萍、卵萍的差異性最大。更能肯定外型的分析。

## 六、未來展望

- (一)利用雙向電泳分析法，將浮萍間蛋白質構造的差異，付與數值化的具體意義。
- (二)具體統計浮萍生長與環境的關係，期能做為水質污染的生物指標。

## 七、參考資料

1. 植物學大辭典，65年版，人文出版社。P.2418，P.114，P.1  
931，P.801。
2. 科學大辭典，70年版。人文出版社。第九冊P.221，第十冊P.  
755。
3. 中山科學大辭典，74年版。第八冊植物學冠花區P.859～P.  
863。
4. 朱美娟、林佩如……等1982地理分隔與物種演化，中華民國  
第二十二屆科學展覽優勝作品作品專輯、高中組、國立台灣科  
學教育館彙編P.105～P.112。
5. 王瑜琦、何愛文、陳怡如、陳佩如 1987 果繩的染色體、酶  
及生活史的關係，中華民國第二十七屆中小學科學展覽優勝作  
品專輯、高中組、國立台灣科學教育館彙編P.69～P.68。
6. 蔡淑華 植物組織切片技術綱要 77年版 茂昌圖書有限公司  
P.1～P.46。
7. 蔡淑華 植物解剖學 74年版 國立編譯館出版。P.51～P.  
59。
8. 陳學潛、潘素美 1979年 無根萍型態及其無性生殖之研究，  
Bot. Bull. Acad. Sin Vol.20, P.89～95。
9. 陳益明 76年 蛋白質的雙向電泳分離法。  
電泳分離技術研討會論文集P.59～P.67。
10. 楊遠波 1987 Aquatic Angiospermous Plants of Taiw-  
an, Botanical Bulletin of Academia Sinica Vol.28 P.  
201。

## **評語**

以台灣採集之卵萍、水萍、紫萍、青萍及品萍共五種，研究其外形、生殖及構造，以瞭解其異同。並使用膠電泳蛋白質分析法以脂解酶染色法，可以清楚的區別五種浮萍，所使用方法正確，研究結果豐碩具創新性。