

江湖奇士——菱角的研究

高小組生物科第二名

台北縣崇德國民小學

作者：楊榮哲、陳威仁
吳燕玲、連卿閔
指導教師：賴志明、賴胤就

一、研究動機

大部份的人都吃過菱角，但却很少人看過菱角的植株，於是我們就在老師的指導下對菱角的生長及發育情形作了一番觀察及研究。

二、研究目的

想了解菱角植株的根、莖、葉、花、果實、種子的形態和構造，菱角種子發芽生長的過程，果實形成的過程及菱角是否有什麼奇特的構造。

三、研究器材設備

保麗龍魚箱及蛋糕盒、泥土、花盆、塑膠盆、量筒、照相機、立體解剖顯微鏡及顯微照相設備等。

四、研究過程

我們利用假期，到台南、高雄、屏東等地去實地了解菱角的生長情形，並採集菱角植株回來種在保麗龍箱內。同時買了些成熟果實，播種在花盆中，再將花盆放入水池內，觀察它的發芽及生長情形，記錄觀察結果，並用立體解剖顯微鏡觀察它各部分的微細構造。

五、實驗結果

- (一)菱角的根很發達，分定著根及不定根兩種。定著根生在莖末端的節上，呈白色，老化者呈褐色，不分叉，直接伸長到水面下的土壤中，固定植株，吸收養分。不定根呈羽狀分叉，著生在莖節上，為對生，一條不定根通常只有二次分叉。不定根呈鬚狀，幼嫩者為綠色，老熟者成褐色，主司吸收水分及養分。定著根和不定根著生的部位可以互換。將定著根自土中挖出，漂浮在水中後就可分支為不定根；將不定根貼近土壤，莖節上會長出定著根，並穿入土中。不定根表面有許多圓球狀突起，這些突起隨後長成側根。觀察根的橫切面，中央有維管束，四周有薄壁細胞。支根及側根的維管束相互連接。根表面無根毛。
- (二)菱角的莖細長像一條鞭子，莖上有節，節上長根、葉、花及果實。以解剖顯微鏡觀察，莖表面被覆著茸毛，芽眼清晰可見。橫切面可看到根、莖、芽的組織是相通的。莖的維管束在中央，周圍為薄壁細胞，在維管束與薄壁細胞之間有許多孔道，可能是運送氣體的通路。莖的功能是輸送養分、水分及空氣。
- (三)菱角的葉子具有長葉柄，葉柄中央部分有凸狀鼓起。葉片呈菱形，上緣為粗鋸齒狀，下緣平整。葉片背面呈暗紅色，葉脈凸起，呈紅色，表面有絨毛。葉面有疏水性的臘質。葉柄的凸狀鼓起物為浮囊，裡面有氣體。以解剖顯微鏡觀察，葉柄中央為維管束，四周為薄壁細胞，薄壁細胞內有許多海綿狀組織，可填充氣體，使葉片能浮在水面。
- (四)菱角的花很小，著生在葉柄基部，花單生，有短花梗，白色，是具有雄蕊和雌蕊的兩性花。以解剖顯微鏡觀察，花萼四片，綠色，表面有絨毛，內面光滑。花瓣四片，白色，沒有絨毛，周圍有皺褶。雄蕊四個在外，雌蕊一個在內。雌蕊有柱頭、花柱、子房，子房四周被雞冠狀的花盤所包圍。每個雄蕊由二個花藥所構成，成熟時花藥縱裂並放出花粉。
- (五)菱角的果實有凹面和凸面，有堅硬的果皮能保護種子，果實兩端有羊角狀的附屬物，整個果實看起來很像羊的角，因此也有人稱菱角

爲羊角。

(六)菱角的種子像倒圓錐形，白色，也有凹凸兩面，著生在果實中，與果實的凹凸兩面相脗合。

(七)農夫告訴我們菱角會翻筋斗，我們做了多次實驗，果然屢試不爽。我們在傍晚把植株翻成根朝上葉朝下，到晚上植株向一側傾斜，第二天下午植株完全恢復原來根朝下葉朝上的狀況。

(八)菱角的花受粉後花瓣脫落，子房開始膨大，並可看到留存著一至四片萼片。子房逐漸發育成菱角幼果，萼片亦同步發育成角的模樣，最後彎曲成羊角狀。果實和角由桃紅逐漸轉變成褐紅色，完全成熟時則變爲黑褐色。

(九)菱角從開花到果實完全成熟，果梗會作一百八十度的轉彎。菱角開花時，花梗爲直立向上伸離水面。謝花後，若受粉成功，花梗逐漸朝水面彎曲，果實發育初期，果梗作九十度彎曲，果實開始浸入水中，隨著果實的發育成熟，果梗彎曲的角度越來越大，果實完熟時，更梗已作了一百八十度的大彎曲，果梗完全朝下。

(十)菱角角尖的表面平時被覆著一層具有茸毛的外皮，看起來像針一樣，但把菱角泡在水中，外皮腐爛脫落後，才發現角尖是一種排列整齊、對稱的箭矢狀構造，藉以鈎住水草，定著果實。

(十一)菱角常見的病蟲害有：

1. 福壽螺：啃食菱角的莖、葉。

2. 扁螺：爲害葉片的背面。

3. 蚜蟲：侵害葉部，同時會分泌蜜汁，引起煤烟病，阻礙葉片的光合作用。

4. 白絹病：引起莖葉腐爛，會產生白色菌絲，在高溫潮溼的夏天最爲嚴重。

5. 肥害：施肥過量會引起葉片黃化、腐爛。

(十二)菱角是一年生的水生植物，可說是個短命鬼！它開花結果後，冬天來臨，葉片就開始黃化，從老葉開始脫落。隨著天氣轉寒，菱角的葉片也逐漸脫落到只剩下萎黃的心葉。最後葉片全部脫落，莖也腐爛而枯死。

(三)利用菱角的頂芽優勢，可繁殖多量的菱角植株。我們摘掉菱角植株莖頂的心葉，破壞它的頂芽生長點，葉腋的基部會長出許多不定芽，施以適量肥料，不定芽很快就發育成芽苗，芽苗向四周延伸生成，就可長成可以獨立生活的植株。

(四)菱角的發芽、生長有許多特點：

- 1.從果實構造上來說：果實具有堅硬的外殼，中央有一個尖狀突起，這突起的內部有一孔口，也就是菱角發芽的孔道。種子發芽時就由這孔口向外向上伸出。
- 2.從發芽過程來看：播種二十至六十天才開始發芽，從果實中央的孔口鑽出，芽生長速度很快，一天可長一至二公分，芽體呈白色。發芽後七至十天，在芽體自基部算起約三分之一長度的部位開始長出一個凸起物，它僅向芽的一側凸出。約再過五天，從凸起部長出一到二個芽，芽的第一節會長出二片鹿角狀的葉片。這時最初發出的芽開始向一側長出不定根，原來它竟然是「根」而不是「芽」！發芽後約二十天，芽的基部外側會向下長出定著根，隨即鑽入土中向下伸長。芽則繼續向上生長，每個芽節長出一片具有缺刻的長形葉片。發芽後約二十五天，芽即可伸至水面，葉片由狹長變成橢圓形，葉緣也可看到粗鋸的缺刻，葉柄已具有小浮囊，一棵初生的菱角小苗終於誕生了。

(五)菱角莖的長度確能伸縮自如。我們把發芽程度相近的種子放入水深自二十五至五十公分不等的量筒中，發現它確能隨著水的深度而調節莖的長度，使葉片能夠浮至水面。我們在菱角園裡還採集到三公尺長的菱角植株呢！

六、討 論

菱角真像一位身懷絕技的江湖奇士，而且深藏不露，經過我們一番研究與探討，發現它許多奧秘。

(一)我們隨機把成熟的果實丟入水深五十公分的池中，發現百分之九十以上的果實在沈入水底時都是凹面朝上，這是因為重心的關係；而種子的凹凸面跟果實的凹凸面互相膾合，當掉入水中落到土面時凹

面朝上，使得芽能夠順利的朝凹面向上彎曲，順利的生長繁衍。

(二)菱角會翻筋斗是因為睡眠運動的關係。我們在傍晚把菱角植株翻倒成根朝上葉朝下，到晚上葉片因睡眠運動而合攏時，會因重心轉移而使原先倒翻的植株向一側傾斜。第二天日出後，因睡眠運動的停止及葉片的向光性，使得原來倒翻的植株恢復原來的模樣。

(三)菱角的睡眠運動和它的繁殖後代有極密切的關係。

1. 菱角雖是水生植物，但却需要在水面以上開花受粉。
2. 如在開花時使植株沈入水中，謝花後花萼即腐爛，花梗脫落而不結果。
3. 菱角在晚上或陰天開花。
4. 菱角植株在陽光照射下葉片會向四方展開，植株幾乎沈在水中。
5. 當太陽下山後或是陰天，菱角產生睡眠運動時，葉片會向上合攏，此時菱角的植株即會浮上水面，花也會升出水面。
6. 配合夜間睡眠運動，菱角在晚上開花正好可在水面以上受粉，繁衍後代。

(四)菱角的角從哪裡來？能有幾多角？

一般我們看到的菱角大都是兩個角的果實，獨角和無角的也算普遍，偶而也看到四個角的，最難得一見的恐怕是三角菱了。我們用立體解剖顯微鏡觀察未受粉及受粉成功的幼果：

1. 謝花後未受粉的花花萼隨即腐爛、脫落，柱頭及花柱也萎縮脫落，掉落的花梗頂端僅剩殘存的子房。解剖這殘存的子房，它的內部空無一物。
 2. 受粉成功後萼片變得肥厚，子房開始膨大，此時縱剖子房，內部尚未形成種子，但萼片已與子房連結，可看出幼果及角的雛形。
 3. 縱剖成形的幼果，內部的種子已發育成形，角及果實已癒合為一體。
 4. 橫剖果實的角，可看出它的組織呈骨質構造，表面含有通氣的孔道。
- 以上可證實菱角的角是由萼片發育而來，而菱角的花只有四個萼片，因此從理論上來說菱角可能有零到四個角，最多只有四個角。

(五)「菱角有羽狀分叉的潛水葉」的說法可能是謬誤的。

大英百科全書以及許多外國的教科書對菱角植株的描述都說它的葉

有兩種，一種是具有浮囊的浮水葉，通常漂浮於水面，另一種是潛水葉，它呈羽狀分叉，一般為對生，潛沈在水中。但根據我們從菱角的發芽開始，到它長成植株的觀察所得，以及解剖它的組織與胚根、定著根、莖及葉的組織細胞比對的結果，我們認為：菱角有所謂羽狀分叉的潛水葉之說可能是錯誤的。

1. 菱角發芽後，在芽的第一節上會長出一對類似鹿角狀分叉的對生葉片，隨後在第二節至第四節則長出狹長形的互生葉片。從第五節以上才會長出初具浮囊、葉片呈披針形、葉緣為粗鋸齒狀的葉片。浮至水面的葉片則具有浮囊，葉片呈菱形，上緣為粗鋸齒狀，下緣平整。當菱角發芽長成一棵小苗時，在第一節至第五節的莖節的葉片基部即會長出通常為對生的不定根，這些不定根初期不分叉，但長到三公分以上的長度時，不定根上即會長出球狀凸起物，這些凸起物很快就會長成不定根，外觀呈羽狀分叉。因為著生在潛於水中的莖節上的葉片很容易脫落，在觀察時，若沒看到這容易脫落的狹長形葉片，又忽略了莖節上葉片脫落所遺留的葉痕，只看到羽狀分叉的不定根，因而想當然的就誤以為它是特化形成的潛水葉。

2. 我們把所謂的「羽狀分叉的潛水葉」解剖，用顯微鏡觀察比對，發現它的組織細胞及構造和胚根、定著根的組織結構及細胞的形狀極為類似，但和莖、葉柄及浮囊的組織構造及細胞形狀則迥然不同。

因此我們認為所謂「菱角的羽狀分叉的潛水葉」應該是羽狀分叉的不定根。

七、結 論

- (一) 菱角有定著根及不定根，定著根伸入土中，通常不分叉。不定根呈羽狀分叉，漂浮於水中。定著根和不定根著生的部位可以互換。
- (二) 菱角的莖細長，像一條鞭子，有節，節上可長根、葉、花及果實，莖節的表面被覆著茸毛。
- (三) 菱角的葉片呈菱形，葉片上緣呈粗鋸齒狀，下緣平整，葉柄有浮囊

，浮囊內有很多海綿組織，充滿空氣，能使葉片浮於水面。

(四)菱角的花很小，單生，有花梗，著生於葉柄基部，為兩性花，有一個雌蕊及四個雄蕊，雌蕊在內，雄蕊在外。

(五)菱角的果實有凹凸兩面，因重心的關係，當它沈入水中時幾乎都是凹面朝上，有利於種子的發芽生長。

(六)菱角的種子為倒圓錐形，白色，也有凹凸兩面，和果實的構造相脗合，芽朝上彎曲，有利於發芽。

(七)把菱角的植株倒翻過來，晚上會因睡眠運動而恢復原狀。

(八)菱角的睡眠運動和它的開花受粉相配合，有助於繁衍後代。

(九)菱角的角是由萼片發育而來，一個菱角最多有四個角。

(十)菱角開花時花梗朝上，幼果期果梗作九十度彎曲，使果實沈入水中。晚熟期則呈一百八十度彎曲，向下垂於水中。

(十一)菱角的角尖外面包有絨毛狀外皮，裡面呈排列整齊對稱的箭矢狀構造。

(十二)菱角會受福壽螺、扁螺、蚜蟲、白絹病、肥害等病蟲害的侵害。

(十三)菱角為一年生的草本植物，冬季即枯死。

(十四)菱角有頂芽優勢，破壞生長點可使它長出多數的芽。

(十五)菱角發芽時先向上長根，後長芽，構造極為奇特。

(十六)菱角會隨水的深淺調整莖的長度，使葉片漂浮於水面。

(十七)所謂「菱角的羽狀分叉的潛水葉」應該是不定根，不是葉。

(十八)科學的實驗與觀察，應大膽的假設，再細心的求證，否則差之毫釐，謬之千里。也不可有先入為主的觀念。先設定一個結論再去找證據來支持自己的說法和想法，是科學實驗最要不得的事。

八、參考資料

(一)中華兒童百科全書 台灣省教育廳出版。

(二)大不列顛百科全書(中文版)丹青圖書有限公司出版。

(三)菱角塘——中華兒童叢書 台灣省教育廳出版。

評 語

對於菱角的觀察研究作的很周詳，從種子發芽生長至開花結果都有詳盡的記述，特別有觀察到根有定著根和不定根著生的部位可以互換、葉柄有浮囊，浮囊內有很多海線狀組織，充滿空氣能使葉片浮水面，果實有凹凸兩面因重心的關係，沉入水中時凹面朝上，有利種子的發芽生長，菱角有睡眠運動並與它的開花受粉相配合，菱角的數目就是萼片的數目等……是很有意義的。