

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

高中-生物科

科 別：生 物 科

組 別：高 中 組

作品名稱：金門西南濱海地區待宵花 *Oenothera drumnodii* Hook 的族群分布與型態適應之觀察研究

關 鍵 詞：待宵花、族群分布、形態適應

編 號：040714

學校名稱：

國立金門高級中學

作者姓名：

莊宗翰、吳佳霖

指導老師：

莊西進



金門西南濱海地區待宵花 (*Oenothera drummondii* Hook) 的族群分布與形態適應之觀察研究

壹．摘要

待宵花 (*Oenothera drummondii* Hook) 屬於柳葉菜科 (Onagraceae) 月見草屬 (*Oenothera*) 的植物，原產於北美洲，是金門的「歸化植物」。

本項研究自 90 年 6 月至 91 年 5 月，就金門西南濱海地區待宵花族群分布及變化、生長環境與其形態上的適應進行調查。發現待宵花生長在海濱沙丘，其主要族群分布地有六處，以湖下海堤內的族群最大。族群密度在六月達最高峰，而在十二月時最小。4 8 月是待宵花盛開的月份，而 12 2 月則極少開花。待宵花對海濱沙地的生長環境適應性很強，經觀察發現它們以其植物體多種特殊的形態與構造生長在乾旱的沙地上，在金門海濱沙地少有植物可與它們競爭。

貳．研究動機

從國小在菜園中栽種待宵花來觀察，已經五年多。高一進行戶外生態考察時，在慈湖海灘又發現許多“待宵花”。這種黃色的大野花，因為不產於台灣，一般人誤以為是金門「特有植物」。待宵花能廣泛生長在有鹽分且蒸發大的海濱沙地上，在植物形態上應有特殊的生存適應之道？我們綜合高中生物所學族群調查、生態系調查、生物對環境的適應、花粉管的觀察，以及顯微測量的實驗技術等相關知能，實際應用於鄉土生物的調查研究，並就近在金門西南濱海地區，針對待宵花的族群分布與生長環境的關係、族群密度的變化及其開花期等進行調查研究。同時觀察待宵花的形態構造與生長狀態，以探討它們在海濱沙地上的生存適應。

參．研究目的

- 一. 調查金門西南濱海地區待宵花族群的分布狀況、族群密度的變化，及其生長環境的關係。
- 二. 觀察待宵花的營養器官和生殖器官之形態和構造，探討它們對生長環境的生存適應。
- 三. 以顯微測微器測量待宵花的花粉、表皮毛、氣孔大小和密度等，並觀察花粉管萌發的情形，以探討他們在濱海生長環境的適應性。

肆、研究方法與過程

一. 田野調查：

- (一) 族群分布調查：於假日沿金門西南濱海地區，實地調查待宵花的族群分布；並應用族群調查法，調查待宵花在各地的分布面積、族群密度及其開花率。
 1. 在面積廣大平坦的待宵花生長地，以樣方取樣調查法，將繫繩的呼拉圈隨機拋出，在落地處的圓圈內 (0.71m^2) 計算待宵花的植株數及花朵數，如此取樣 10 次，累計總株數及花朵數，再乘以 14.1，求得每 100m^2 的族群密度及開花率。

- 2.在小面積的待宵花生長地，則採用直接計數法調查族群的密度及其開花率。
- 3.每兩個月進行一次調查，以探討待宵花族群密度的月變化及其開花期。
- 4.於待宵花生長最多的月份（6月），在各生長地測量族群涵蓋的最大面積。

（二）待宵花生長地的物化環境之調查：

- 1.觀察待宵花生長地的土壤質地。
- 2.土壤鹽分：稱取烘乾樣土 100 克，將鹽分溶於 100cc 的水中，以鹽度計測出鹽分。
- 3.土壤酸鹼度：稱取烘乾樣土 100 克，置於 100cc 水中，以酸鹼計測出酸鹼值。
- 4.土壤含水量：採集待宵花生長地根部的底土（約 15 公分深），稱取 100 克（ W_0 ）樣土分別放入定溫箱中，以 60℃ 烘乾後測其重量（ W_{60} ），測出前後重量差，計算含水量。

$$W_0 - W_{60}$$

$$\text{【計算】：土壤含水量（\%）} = \frac{W_0 - W_{60}}{W_0} \times 100\%$$

- 5.土壤有機質：採用高溫灰化法。將步驟 4 在鋼杯中烘乾後的土壤稱重（ W_{60} ）後，再繼續置於 300℃ 的烤箱中，烘燒 6 小時後，稱出灰化後的淨重量（ W_{300} ），計算前後消失的重量，即樣土有機質含量。

$$W_{60} - W_{300}$$

$$\text{【計算】：樣土有機質含量（\%）} = \frac{W_{60} - W_{300}}{W_{60}} \times 100\%$$

- 6.觀察待宵花生長地方白天的光照狀況（陽地、或陰地）及夜間路燈的光害情形。

二. 觀察待宵花的形態特徵並探討它們對沙丘環境的適應：

- （一）觀察待宵花根、莖、葉等營養器官的外部形態，並利用顯微測微器測量表皮毛的長度和密度、測量氣孔的大小和密度等，以探討其生存適應。
- （二）觀察待宵花的花、果實及種子等生殖器官的形態與構造；用牙籤刮取少量花粉，製成玻片標本，用顯微鏡觀察花粉的形狀並且測量其大小。

三. 觀察待宵花不定根生長的速度，並與容易扦插繁殖的鴨跖草作比較：

- （一）採擷待宵花的莖枝 5 枝，將它們分別插在 5 個含有 150 毫升水的錐形瓶中，另採擷鴨跖草莖枝 5 枝，分別插在另 5 個含有 150 毫升水的錐形瓶中。
- （二）觀察記錄最早長根的天數，之後每隔一週記錄根的數量，並測量最長的根之長度。

四. 觀察待宵花的開花：

- （一）利用假日的前一天，就種在家裡菜園和陽台上的待宵花，觀察待開的花苞並在旁邊貼上標籤，觀察花苞開放的過程，並記錄開花的時間。
- （二）到第二天之後，觀察花謝的時間，並計算待宵花開花的壽命。

五. 探討待宵花花粉管的萌發：

- （一）不同養分對待宵花花粉管萌發的實驗：

- 1.配製濃度為 10 % 的葡萄糖、蜂蜜、蔗糖等水溶液各 100cc。
- 2.採集待宵花、馬鞍藤和牽牛花的花並取其雌蕊搗碎，取得淬取液作為待宵花花粉的培養液，並以待宵花雌蕊的淬取液作為對照組。
- 3.取花粉平均塗勻於 6 片懸滴玻片中，分別滴入 2 滴培養液或雌蕊淬取液，以六部顯微鏡作同步觀察，計數視野之中所含的花粉數，每隔 1 小時後觀察萌發率。

(二) 待宵花雌蕊的不同片段對花粉管萌發的實驗：

- 1.取出待宵花的雌蕊，切成前（柱頭）、中（花柱）、後（子房）三段，分別淬取後製成待宵花花粉的培養液。
- 2.同步驟（一）之 3，觀察比較待宵花雌蕊的三段淬取液對本身花粉管的萌發率。

伍．研究結果與討論：

一．金門西南濱海地區待宵花的族群分布及其生長環境：

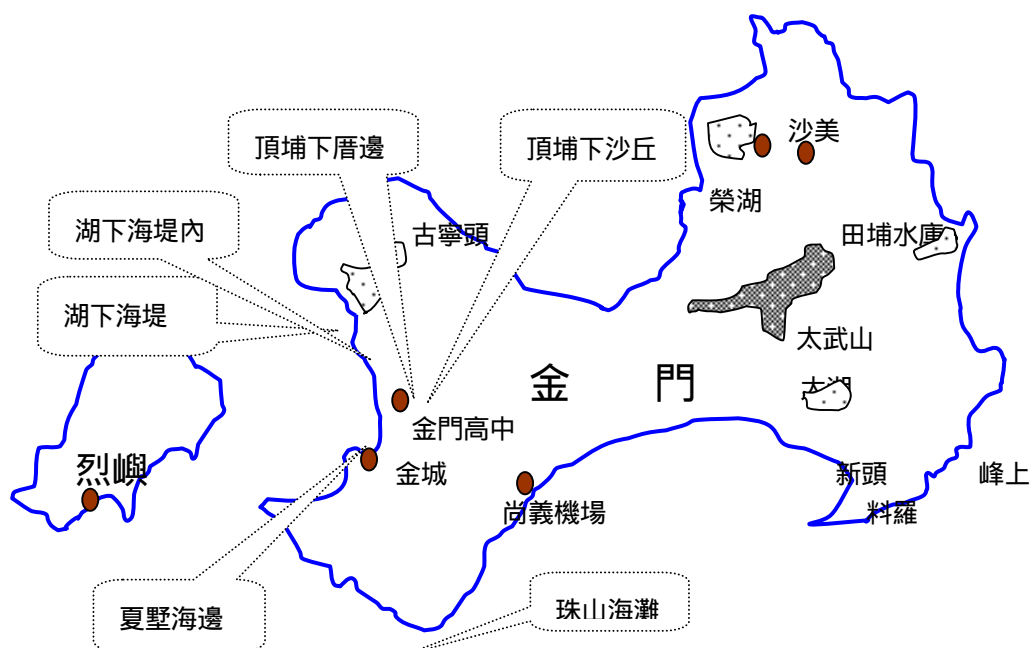
(一) 金門西南濱海地區待宵花族群生長地的物化環境（如表 1）：

- 1.從 90 年 6 月起，我們利用假日，沿著環島西路→慈堤→珠山，沿途尋找沙丘環境，觀察待宵花族群的分布，總共發現頂埔下沙丘、頂埔下厝邊、湖下海堤內、湖下海堤外、夏墅海灘及珠山海邊六處大面積的待宵花族群（如圖 1）。其中頂埔下沙丘、頂埔下厝邊兩處是在田間海沙堆積的小沙丘，因為堆積已久，測不出有鹽度；而湖下海堤內、外及夏墅海灘、珠山海邊等四處，本身即是海濱的沙灘或沙地，其間含鹽度在 0.4% ~ 0.6%。

（表 1）金門西南濱海地區待宵花生長環境的理化因素之調查表 （調查日期：91 年 3 月 2 日 21 時）

待宵花生長地點 物化環境測定		頂埔下沙丘	頂埔下厝邊	湖下海堤內	湖下海堤外	夏墅海灘	珠山海邊
土壤質地		海沙土	海沙土	海沙土	海沙土	海沙土	海沙土
土壤鹽度（%）		0	0	0.4	0.6	0.6	0.5
土壤酸鹼度（pH）		7.5	7.3	8.0	8.3	8.1	7.7
土壤 含水量 （%）	原土重（g）	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100.0
	烘乾重（g）	98.7	99.0	99.4	99.2	98.9	98.8
	含水量	1.3	1.0	0.6	0.8	1.1	1.2
土壤 有機質 （%）	W ₆₀ （g）	98.7	99.0	99.4	99.2	98.9	98.8
	W ₃₀₀ （g）	97.9	98.2	98.4	98.3	97.8	97.8
	有機質	0.86	0.78	1.03	0.86	1.11	0.93
光照情形		陽地	陽地	陽地	陽地	陽地	陽地
路燈數		0	3	11	11	0	0

圖 1：金門西南濱海地區的待宵花族群之分布圖



- 2.待宵花生長地的土壤都偏弱鹼性($\text{pH} 7.3 \sim 8.3$)，土壤的含水量都很低，只有 0.6% ~ 1.3%，這是久旱不雨及沙土中的水分極易蒸發的緣故，但是待宵花仍然可以生長得很好。至於土壤的有機質含量都非常低，在 0.78% ~ 1.11% 之間，屬於極低腐植質的土壤。
- 3.調查中的六處待宵花族群分布的地方，都是陽光普照的陽地開闊環境。其中湖下海堤內、外和頂埔下厝邊三處，在夜間有路燈的光照。

(二) 金門西南濱海地區待宵花的族群分布及族群密度的變化 (如表 2)：

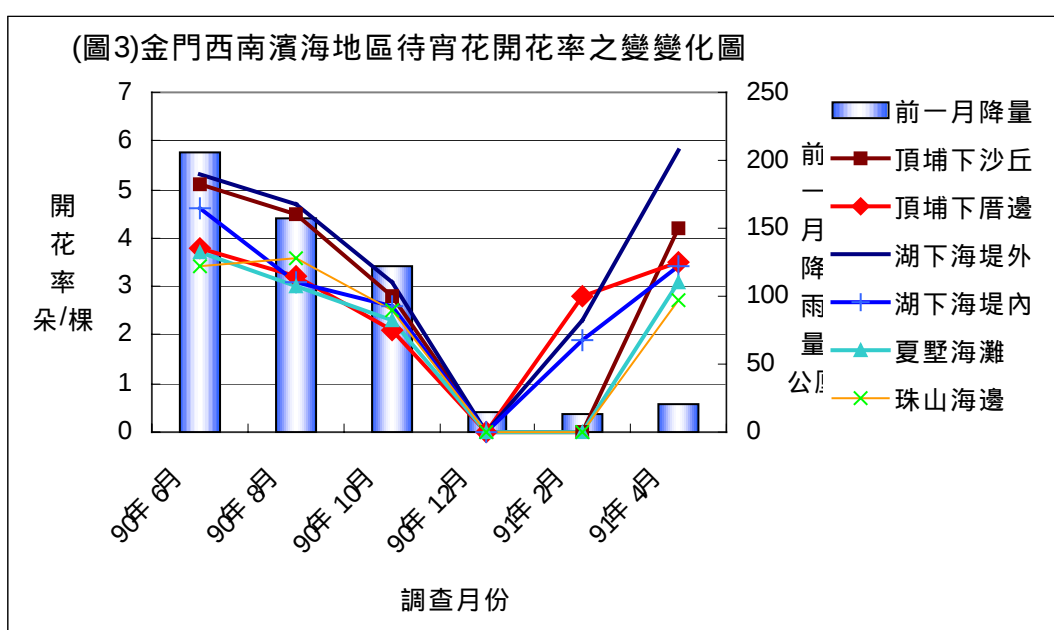
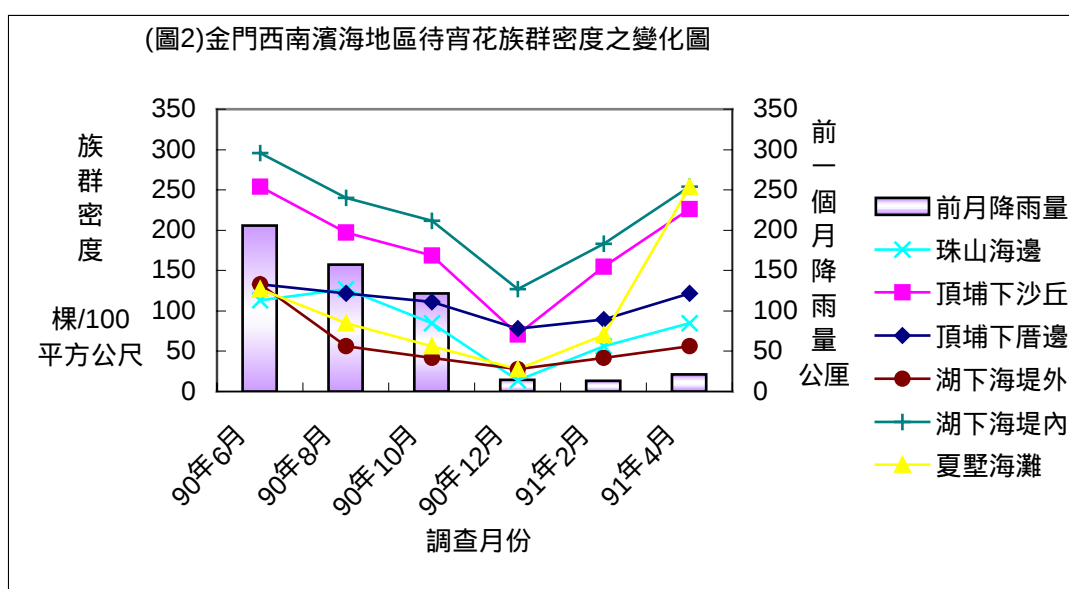
- 1.在金門西南濱海地區只要有海沙的地方，通常都有待宵花生長。其中族群覆蓋面積最大的珠山海邊，有 4800 m^2 ，但族群密度不大，一年中族群密度最大時僅 127 棵/ 100 m^2 。其次是湖下海堤內的沙地，族群覆蓋面積有 4200 m^2 ，是目前金門地區待宵花族群密度最大的生長地，族群密度最大時達 296 棵/ 100 m^2 ；夏墅海灘則有 1110 m^2 ，族群密度最大時有 155 棵/ 100 m^2 ；而湖下海堤外的溝道間涵蓋面積有 90 m^2 ，族群密度很小，最多時僅 56 棵/ 100 m^2 ，因有避風的屏障，族群很穩定。至於離海邊較遠的頂埔下兩處待宵花生長地，都是棄置的海沙。頂埔下厝邊的待宵花族群最小，分布面積只有 9 m^2 ，族群密度最大時為 133 棵/ 100 m^2 ；在頂埔下沙丘的待宵花，族群覆蓋面積雖僅有 53 m^2 ，但因該處能避風，族群密度最大時達 254/ 100 m^2 。另外在慈湖的烏沙頭及翟山海邊兩地，也有不少待宵花生長，但是因位在雷區，不宜冒險進入調查。
- 2.從 90 年 6 月至 91 年 4 月，生長在金門西南濱海地區的待宵花，其族群密度的月變化非常明顯，在四月至八月的族群密度最大，在六月時達最高峰。十月以後至翌年二月的族群密度最小，而以十二月為最低。在調查期間，我們發現生長在各地的待宵花，在雨後

(表2) 金門西南濱海地區待宵花族群密度及開花率之調查表 (調查期間: 90/06/03 91/04/20)

調查項目 \ 分布地點		頂埔下沙丘	頂埔下厝邊	湖下海堤外	湖下海堤內	夏墅海灘	珠山海灘
最大覆蓋面積 (平方公尺)	長 (m)	8.5	3.6	90.0	70.0	185.0	120.0
	寬 (m)	6.2	2.5	1.0	60.0	6.0	40.0
	面積 (m ²)	52.7	9.0	90.0	4200.0	1110.0	4800.0
取樣或計數的總面積 (m ²)		7.1	9.0	7.1	7.1	7.1	7.1
90 年 6 月 3 日	樣區植株總數 (棵)	18	12	4	21	9	8
	族群密度 (棵 / 100 m ²)	254	133	56	296	127	113
	樣區總開花數 (朵)	92	46	21	97	33	27
	開花率 (朵 / 棵)	5.1	3.8	5.3	4.6	3.7	3.4
90 年 8 月 2 日	樣區植株總數 (棵)	14	11	4	17	6	9
	族群密度 (棵 / 100 m ²)	197	122	56	240	85	127
	樣區總開花數 (朵)	63	35	19	53	18	32
	開花率 (朵 / 棵)	4.5	3.2	4.7	3.1	3.0	3.6
90 年 10 月 6 日	樣區植株總數 (棵)	12	10	3	15	4	6
	族群密度 (棵 / 100 m ²)	169	111	42	212	56	85
	樣區總開花數 (朵)	34	21	9	39	9	15
	開花率 (朵 / 棵)	2.8	2.1	3.1	2.6	2.3	2.5
90 年 12 月 16 日	樣區植株總數 (棵)	5	7	2	9	2	1
	族群密度 (棵 / 100 m ²)	71	78	28	127	28	14
	樣區總開花數 (朵)	0	0	0	0	0	0
	開花率 (朵 / 棵)	0	0	0	0	0	0
91 年 2 月 28 日	樣區植株總數 (棵)	11	8	3	13	5	4
	族群密度 (棵 / 100 m ²)	155	89	42	183	70	56
	樣區總開花數 (朵)	0	22	7	25	0	0
	開花率 (朵 / 棵)	0	2.8	2.3	1.9	0	0
91 年 4 月 20 日	樣區植株總數 (棵)	16	11	4	18	11	6
	族群密度 (棵 / 100 m ²)	226	122	56	254	155	85
	樣區總開花數 (朵)	67	38	23	61	34	16
	開花率 (朵 / 棵)	4.2	3.5	5.8	3.4	3.1	2.7

便像沙漠植物般的快速生長開花，而在乾旱時生長在地上的植株則枯乾死亡。待宵花族群密度的月變化和之前一個月間的降雨天數和降雨量有密切相關。經向農試所取得到一年來金門地區每月的降雨資料得到印證（如附表 1）。

- 3.生長在金門西南濱海的待宵花，以頂埔下厝邊的族群最穩定，經常維持 78—133 棵/100 m² 之間。在湖下海堤外溝道間的待宵花族群，因有避風的屏障，族群密度維持在 28—56 棵/100 m² 之間。至於生長在其他四個生長地的待宵花，其族群密度的月變化極大，在頂埔下沙丘的待宵花族群密度變化為 71—254 棵/100 m² 之間；在湖下海堤內的待宵花族群密度變化為 127—296 棵/100 m² 之間；而以夏墅海邊的待宵花族群密度（28—155 棵/100 m²）及珠山海邊的待宵花族群密度（14—127 棵/100 m²）變化最大（如表 2、圖 2）。



(三) 待宵花的花期從二月到十月長達九個月，春、夏是主要的開花季。一年之中以 4—8 月的開花率較高，在四、六及八月的田野調查中，平均開花率分別為 3.8 朵/棵、4.3 朵/棵及 3.7 朵/棵，而以六月的開花率為最高。待宵花在 11—1 月甚少開花（如表 2、圖 3）。在二月份調查時，發現生長在湖下海堤內、外及頂埔下厝邊等三處的待宵花，都先提前開花，且開花率竟達 1.9 朵/棵—2.8 朵/棵。這三個地方晚上都有路燈普照，尤其是湖下海堤的路燈更是密集，可見光害不但影響動物的作息，同時也改變植物的開花生理。

二. 待宵花的形態特徵及其在濱海沙丘環境的生存適應：

(一) 待宵花營養器官的形態適應：

1. 待宵花的葉互生，為極窄的橢圓至披針形，長 2—10 公分，平直或略波狀，鋸齒緣。地上莖矮短，不分枝或接近不分枝，有粗毛，常具柔毛及腺毛。在較潮濕地方的莖枝多為直立的，植株高 5—50 公分；生長在較乾燥地方的莖枝呈伏地狀。待宵花的根有主根和支根，經挖掘觀察，支根可向四周延伸 1—3 公尺，以廣增水分吸收的面積。
2. 待宵花的莖和葉都是綠色的，利於光合作用以合成養分。莖和葉表面密生表皮毛，在風大且蒸發量大的海邊沙丘，可防止體內水分過度蒸散。待宵花的地下莖非常發達，經挖掘觀察，可向四方延伸 3—8 公尺，當某處因乾旱無法生長時，地下莖可向四方稍有水分的地方往下長出不定根，再往上另長出莖葉，如此強韌的生存策略，實在驚奇。在進行族群調查時，僅能以地上植株的叢數為個體的計數依據，實際上在方圓 8 公尺範圍內生長的待宵花，很有可能根源同株。

(二) 待宵花生殖器官的形態適應：

1. 待宵花的花瓣四枚，呈黃色；雄蕊八枚，花藥黃色。雌蕊一枚，柱頭很大呈十字型管狀四裂，具有黏液，會黏住花粉，如此在風大的海邊仍能有效的完成授粉。子房著生在花的下方，非常特別。待宵花的花粉近似三角形，在花粉分類上稱做內捲狀間半裂開形。花粉呈淡黃褐色，具有細絲，易於沾黏柱頭以適應海濱強風的環境。
2. 待宵花的果實長在花的下方，花謝後有綠色的蓇葖果，呈狹長筒狀，約 4—6 公分長。果實內含 2 室各 2 列種子。種子數量很多，每個果實內的種子數約在 178—213 個。
3. 待宵花種子的長徑約為 1.31—1.44mm，寬徑約為 0.67—0.80mm（如附表 2），種子很小，容易在海邊靠風力散播。將種子放置在 30℃ 的定溫箱中培養，可在 32 小時—2 天內快速萌發。藉此，使它們能把握潮溼有水的機會，快速萌芽生長，以免繁殖時在海濱快速蒸發的沙丘環境中慘遭夭折的命運。

(三) 待宵花的顯微構造之生存適應：

1. 待宵花的莖、葉和果實上密生表皮毛（trichome），葉片上的表皮毛的密度平均是 2941 個/cm²，長度平均 655 μm（附表 3、附表 4）。在冬季乾燥時的表皮毛較密集且長，密度約 3325 個/cm²，長約 750 μm；而在春、夏季潮溼時的表皮毛較稀疏而短，密度約 2557

個 / cm^2 ，長約 $560\text{ }\mu\text{m}$ 待宵花利用植物體上的表皮毛來防止水分過度散失，使它們更能適應乾燥的沙丘環境。

2.待宵花葉片下表皮的氣孔分布很密集，平均 $39368\text{ 個} / \text{cm}^2$ ，約為一般陸生植物葉片下表皮平均氣孔數（ $1\text{ 萬個} / \text{cm}^2$ ）的 4 倍，是馬鞍藤（ $16187\text{ 個} / \text{cm}^2$ ）的 2.5 倍，更是生長在潮溼地方的鴨跖草氣孔數（約 $1894\text{ 個} / \text{cm}^2$ ）的 21 倍（附表 4），而且待宵花氣孔較小，長徑約 $39\text{ }\mu\text{m}$ 、寬徑約 $17.5\text{ }\mu\text{m}$ （鴨跖草氣孔的長徑約 $77\text{ }\mu\text{m}$ 、寬徑約 $44\text{ }\mu\text{m}$ ）。待宵花利用小而密集的氣孔（如附表 5、附表 6），對體內的水分作更有效率的機動調節，來適應沙丘上蒸發量大且變化劇烈的環境。

3.待宵花的花粉形狀接近正三角形，邊長平均為 $187\text{ }\mu\text{m}$ 。花粉管能生長多長，我們無法測量，在實驗 3 小時的長度，經測量平均為 $810\text{ }\mu\text{m}$ （如附表 7）。待宵花雌蕊的花柱很長，約 $86\text{--}102\text{mm}$ ，因此花粉管萌發的長度必須更長，才能完成受精以傳宗接代。

三. 待宵花不定根的生長實驗：

（一）在家裡的陽台上進行待宵花不定根生長的實驗，到第 8 天，待宵花的莖枝開始長根，只有 3 條。到第 15 天共長出 367 條根。到第 21 天，五個莖枝總共已長出 503 根，其中最長的根達 6cm ，幾乎將錐形瓶佔滿（如表 3），於是先行栽植，作為進一步研究的材料。

（表 3）待宵花和鴨跖草不定根生長速度的比較（實驗時間：91 年 2 月 23 日至 3 月 16 日）

比較項目		待宵花長根的情形(條)						鴨跖草長根的情形(條)					
實驗莖枝編號		1	2	3	4	5	合計	1	2	3	4	5	合計
觀察日期	2月23日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3月3日	0	1	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0
	3月10日	99	102	12	74	80	367	0	0	0	0	0	0
	3月16日	112	121	76	91	103	503	0	0	0	0	0	0

（二）用來作對照的五根鴨跖草在實驗一個月後，仍然不長根。比較起來，待宵花可用快速生長不定根的方法來適應海邊沙地的環境，以利爭取在有水的機會快速生長。

四. 待宵花的開花及花粉管萌發的適應

（一）待宵花開花時間：

1.於 91 年 2 月 28 日 3 月 3 日及 4 月 4 日 7 日，進行二次開花過程的觀察，共標示 26 個花苞，成功觀察 9 個花苞的開花。在二月的 4 朵成功的觀察中，4 個花苞在 16：10 17：00 之間開花，而在第四天的 11：45 14：40 花謝，從花開到花謝的時間約 67 70 小時。在四月的 5 朵成功的觀察中，5 個花苞在 16：45 18：20 之間開花，而在第四天的 10：25 14：05 花謝，從花開到花謝的時間約 64 69 小時（如表 4）。

(表4) 待宵花的開花時間觀察表

(觀察期間：91年2月28日 4月7日)

標示號碼	2	6	8	9	11
2月28日花開時間	16:45	16:10	16:35	17:00	16:40
3月3日花謝時間	13:50	11:45	14:40	12:05	13:20
花朵的壽命(小時)	69	67	70	67	69
標示號碼	16	19	20	24	25
4月4日花開時間	18:10	18:20	17:40	16:45	17:35
4月7日花謝時間	14:05	10:25	13:10	13:30	12:40
花朵的壽命(小時)	68	64	68	69	67

- 待宵花開花時，從花萼開啟露出黃色花瓣，到所有花瓣都展開，露出所有花蕊，同時花萼往後挺直，全部開花的過程只需25~40秒，速度很快。
- 待宵花在傍晚開花，或許是因為配合雀蛾吸食花蜜的活動，以幫助授粉的生殖適應，但在金門少有雀蛾活動，花苞常在傍晚綻放的原因可能是細胞中膨壓的改變所致，真正的答案有待繼續探討。
- 本項觀察是用陽台和菜園裡的待宵花，在水分較穩定的環境進行，至於在自然環境中的待宵花之開花情形，則有待進一步觀察。

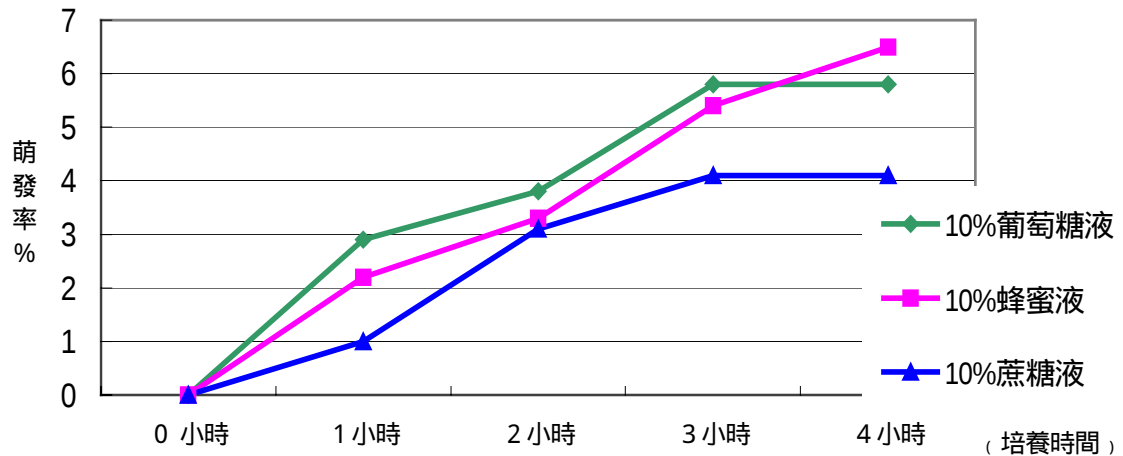
(二) 待宵花花粉管萌發的影響(表5、表6、圖4、圖5)

- 用不同培養液培養待宵花的花粉，其中10%蔗糖液、10%葡萄糖液、10%蜂蜜液三種對待宵花花粉管的萌發都不明顯，萌發率僅在4.1%~6.5%之間(表5、圖4)。
- 用馬鞍藤和牽牛花雌蕊萃取液來培養待宵花的花粉，在培養3小時後，只有6.5%和5.6%的花粉管萌發。至於待宵花的雌蕊液對本身花粉萌發有奇佳的效果，經3小時後萌發率竟然達到29.6%(如表5、圖5)，待宵花的雌蕊液可能具有促進自家花粉萌發的物質。

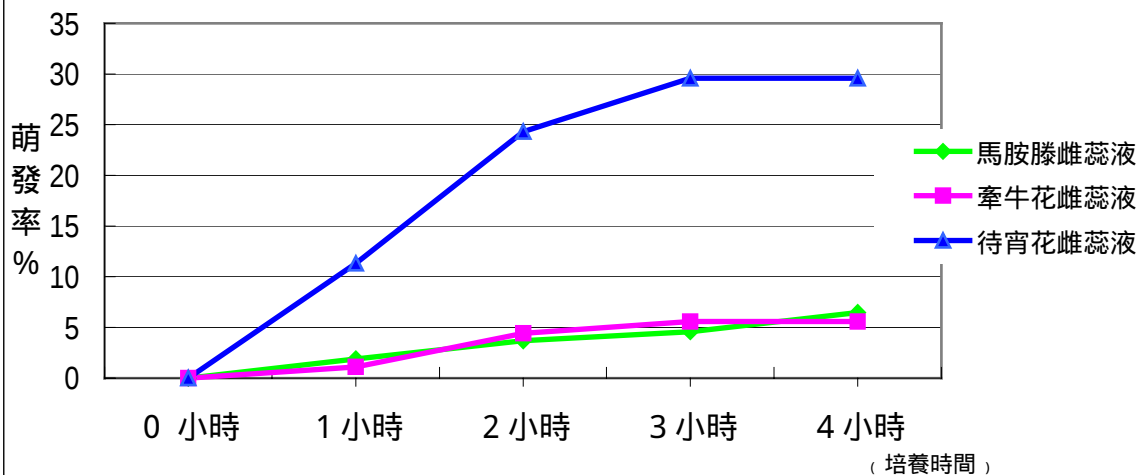
(表5) 不同培養液對花粉管生長的影響(實驗詳如附表8)

萌發情形 培養時間	10% 葡萄糖液	10% 蜂蜜液	10% 蔗糖液	馬鞍藤 雌蕊液	牽牛花 雌蕊液	待宵花 雌蕊液
原有花粉總數(個)	104	92	98	108	90	115
0小時的萌發率(%)	0	0	0	0	0	0
1小時後的萌發率(%)	2.9	2.2	1.0	1.9	1.1	11.3
2小時後的萌發率(%)	3.8	3.3	3.1	3.7	4.4	24.3
3小時後的萌發率(%)	5.8	5.4	4.1	4.6	5.6	29.6
4小時後的萌發率(%)	5.8	6.5	4.1	6.5	5.6	29.6

(圖4)不同培養液與待宵花的花粉管萌發之關係圖



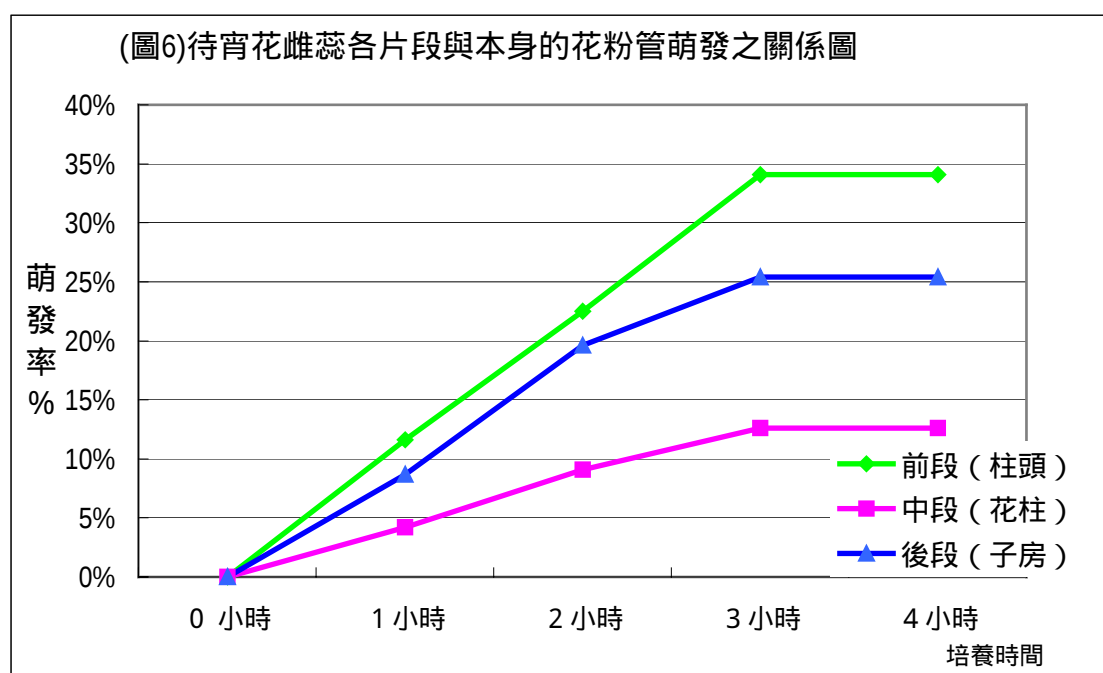
(圖5)相關植物雌蕊萃取液與待宵花的花粉管萌發之關係圖



- 3.為了繼續探討待宵花雌蕊萃取液對待宵花花粉管萌發的神奇效果，我們再將待宵花雌蕊分離出前段（柱頭）、中段（花柱）、後段（子房），分別萃取培養液來培養待宵花的花粉，發現柱頭及子房萃取液在花粉培養4小時後，竟達34.1%和25.4%的萌發率，明顯比用花柱萃取液來培養的萌發率（12.6%）高出甚多（如表5、圖6）。
- 4.在實驗中待宵花花粉管的萌發，在經過3個半小時後已經接近停滯並達萌發的極限。

(表 6) 待宵花雌蕊不同片段及其他植物雌蕊對待宵花花粉管萌發的影響 (如附表 9)

萌發情形 培養時間	培養液 待宵花雌蕊 柱頭萃取液	待宵花雌蕊 花柱萃取液	待宵花雌蕊 子房萃取液
視野中的原有花粉總數 (個)	129	143	138
培養 0 小時的萌發率 (%)	0%	0%	0%
培養 1 小時的萌發率 (%)	11.6%	4.2%	8.7%
培養 2 小時的萌發率 (%)	22.5%	9.1%	19.6%
培養 3 小時的萌發率 (%)	34.1%	12.6%	25.4%
培養 4 小時的萌發率 (%)	34.1%	12.6%	25.4%



陸、結論和檢討

- 生長在金門地區的待宵花 (*Oenothera drummondii* Hook) 在形態上確實與生長在臺灣待宵草屬 (*Oenothera*) 的五種近親有些不同，在種的分類檢索表上，待宵花的花瓣黃色，漸變為暗黃或橙色，花少數在上部枝條腋生；蒴果圓柱狀，無翼；葉平直或略呈波浪狀，鋸齒緣；花瓣基部無紅點。這些特徵與生長在臺灣的待宵草 (*Oenothera stricta*) 最接近，只是待宵草的花瓣基部常有一紅點，而有所區別。
- 若據 1986 年首次在桃園縣埔心溪發現待宵草屬植物的記載，金門地區待宵花出現的記錄可能更早，由於繁殖快速，目前遍布在金門海濱的沙灘，到處都有待宵花大面積的生長，早已成為本地海邊最美麗的野花了。待宵花是金門島上的「歸化植物」，在何時由何種途徑引進，已無從考證。據了解，待宵花也未曾在「福建植物誌」記載，由於「歸化植物」在該文獻並不列名，故大陸沿海是否有待宵花生長，只有渡海一探究竟。

- 三. 金門濱海的沙地環境，對植物的生長來講是非常嚴酷的考驗。因沙地地形等使雨水容易流失，加上夏季烈日蒸晒及冬季強風吹襲，讓水分容易蒸發。在這種環境下，植物本身生理上是處於缺水的狀態，因此如何獲取水分及保持水分是海濱植物共同的難題。除了克服水的問題，當然還有鹽分、強風以及烈日帶來的傷害，這就是濱海沙丘植物最重要的生存條件。待宵花生長在金門濱海沙灘的惡劣環境中，卻能利用特殊的形態、構造及生殖適應來爭取生存，實在不簡單。它們有發達的根，支根並可向四周延伸；更有發達可延伸的地下莖，都是用來擴大吸收水分的範圍。此外，革質有些光澤的葉面，和植物體上密生的表皮毛，都可用以防止水分的散失。
- 四. 金門地區的降雨量少且頗不規則，在將近一年來的田野觀察中，待宵花經常在雨後迅速萌芽生長，且快速開花結果以延續後代。因此，在冬天下雨過後的田野偶爾可看到待宵花開花，並不奇怪，這些現象是待宵花類似沙漠植物的求生適應。
- 五. 待宵花具有各種特殊形態和構造，演變出驚人的生存適應，在本地沙丘少有植物和它們競爭，目前已成為金門濱海沙地上的優勢種植物，可以說只要有海沙的地方，便有待宵花的分布。
- 六. 在調查期間，哥哥幫忙從師大寄來相關的研究報告，來金門從事研究的植物學碩士廖東坤先生提供臺灣待宵草屬的檢索表，老師的助理李溫林先生協助載送，使我們的研究得以順利進行，特別在此道謝。

柒、參考資料

- 一. 陳燕珍、陳進霖、黃生 1997 台灣的新歸化物種 - 裂葉月見草 *Oenothera laciniata* Hill (Onagraceae) 的遺傳變異及分布情形 師大生物學報 32 (1) p.34 - 41 師大。
- 二. 沈競辰 1995 年 兒童的雜誌 104 期 p.56 兒童的雜誌社。
- 三. 許建昌 FLORA OF TAIWAN p.898。
- 四. 陳建志 民國 87 年 花草的神奇奧妙 p.19 護幼文化事業有限公司。
- 五. 楊冠政主編 民國 89 年 基礎生物 p.4, p.46-48, p.73-75, p.125-127 龍騰文化事業有限公司。
- 六. 楊冠政主編 民國 90 年 生命科學 (上) p.113-114, p.131-132, 龍騰文化事有限公司。
- 七. 張惠珠 民國 86 年 金門沿海海濱植物相調查研究 p.44, p.56 金門國家公園管理處。
- 八. 楊遠波、呂勝由 民國 86 年 金門國家公園原生植物資源調查研究報告 p.40 金門國家公園管理處。
- 九. 郭魁士 民國 78 年 土壤實驗 p.137-140 中國書局
- 十. 網路資料 : (1) 柳葉菜科待宵花。 (2) 認識沙丘植物。
(3) 沙丘植物的特性。 (4) 郭城孟教授提供：歸化植物—待宵花。



(1) 85 年和弟弟一起栽種待宵花觀察



(2) 待宵花以快速生長不定根在沙地爭取生機



(3) 拋鄧呼拉圈進行族群的樣方取樣調查



(4) 計算樣方內待宵花的植株與開花數



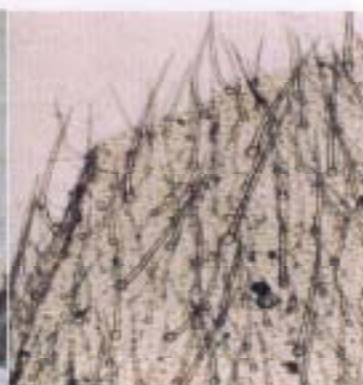
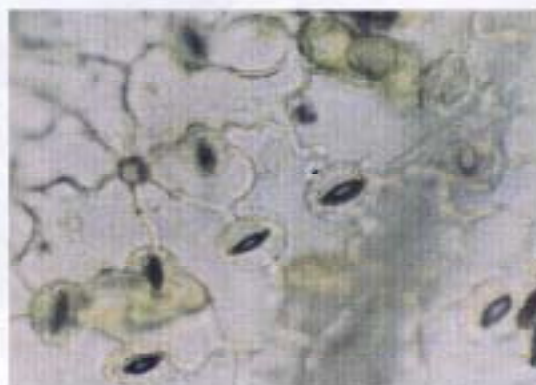
(5) 二月之前的待宵花呈匍匐狀生長



(6) 四月之後的待宵花呈直立狀生長



(7) 待宵花的植物體密生表皮毛，圖中為冬季時表皮毛密而長；圖右為春季時表皮毛稀而短



(8) 湖下海堤的待宵族群 (9-10) 待宵花下表皮的氣孔小而多，右圖為葉面的表皮毛 (-20μ)



(11) 在陽台上觀察待宵花不定根的生長實驗



(12) 實驗二星期後，不定根快速生長，上方為鴨趾草的枝條（尚未長根）



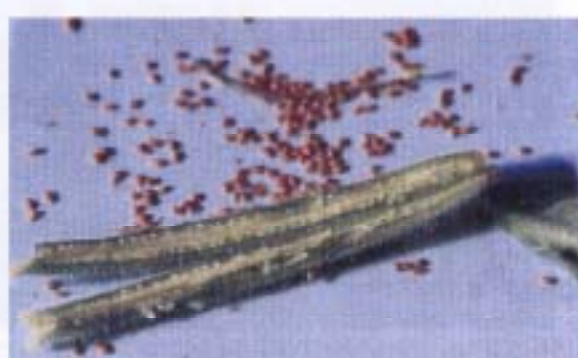
(13) 待宵花的花瓣與花蕊，有十字形柱頭



(14) 待宵花的柱頭分泌黏液能輕易黏住花粉



(15) 待宵花的果實呈狹長筒狀



(16) 待宵花的果實內含二室各二列種子



(17) 春天霧季，稍有水分時種子即可快速萌芽 (18) 春季後待宵花由匍地狀逐漸長成直立狀



(19) 採集待宵花以備實驗，牆右邊即為海域 (20) 在頂埔下厝邊採集待宵花以備實驗



(21) 待宵花生長地土壤的酸鹼與鹽分測定 (22) 待宵花的支根向四周延伸以擴大水分吸收



(23) 在菜園及陽台標示待宵花的花苞以觀察開花情形，左圖的待宵花傍晚時正在開花中



(24) 從待宵花分離出雌蕊進行實驗



(25) 分離出待宵花雌蕊的柱頭、花柱及子房



(26) 淬取待宵花及同地生長的馬鞍藤和牽牛花的雌蕊液，左圖為淬取出的各種雌蕊液



(27-28) 加入各種雌蕊淬取液於懸滴玻片中培養花粉，以觀察花粉管的萌發速度



(29) 用多部顯微鏡同步觀察花粉管的萌發 (30) 顯微拍攝花粉、花粉管、氣孔和表皮毛

附表 1：金門地區 90 年 6 月 91 年 4 月降雨量與降雨天數統計表（農試所提供）

統計基準日 降雨情形		90 年 6 月 3 日	90 年 8 月 2 日	90 年 10 月 6 日	90 年 12 月 16 日	91 年 2 月 28 日	91 年 4 月 20 日
降雨量 公厘	前一個月	205.5	157.5	122.0	14.5	13.5	21.0
	前二個月	364.0	241.5	332.0	14.5	43.5	53.0
降雨 天數	前一個月	13	6	7	4	8	5
	前二個月	27	21	15	4	14	15

附表 2：待宵花種子的長徑與寬徑測量記錄表（91 年 5 月 11 日 26）

測量的種子編號		1	2	2	4	5	平均
放大倍率		40 X	40 X	40 X	40 X	40 X	40 X
長 徑	目鏡中的格數	55	54	56	55	51	54.2
	×25.7 μm (μm)	1414	1388	1439	1414	1311	1393
寬 徑	目鏡中的格數	30	27	31	29	26	28.6
	×25.7 μm (μm)	771	694	797	745	668	735

附表 3：待宵花冬季與夏季葉片表皮毛的密度之測量比較表

日期 項目 測量	91 年 1 月 29 日 (冬)				91 年 5 月 18 日 (夏)			
	放大 倍率	相鄰表皮毛之距離		密度： 個/cm ²	放大 倍率	相鄰表皮毛之距離		密度： 個/cm ²
		格數	×10.3 (μm)			格數	×10.3 (μm)	
第一次	100X	18	185	2922	100X	24	247	1639
第二次	100X	16	165	3673	100X	18	185	2922
第三次	100X	15	155	4162	100X	20	206	2356
第四次	100X	16	165	3673	100X	17	175	3265
第五次	100X	14	144	4823	100X	19	196	2603
平均	100X	15.8	163	3325	100X	19.6	202	2557

附表 4：待宵花在冬季與夏季時葉片表皮毛的長度之測量比較表

日期 項目 次數	91 年 1 月 29 日 (冬)			91 年 5 月 18 日 (夏)		
	放大倍率	目鏡測微器 之格數	實際長度 ×10.3 (μm)	放大倍率	目鏡測微器 之格數	實際長度 ×10.3 (μm)
第一次測量	100X	82	845	100X	43	443
第二次測量	100X	46	474	100X	58	597
第三次測量	100X	98	1009	100X	26	268
第四次測量	100X	63	649	100X	78	803
第五次測量	100X	75	773	100X	67	690

平均	100X	72.8	750	100X	54.4	560
----	------	------	-----	------	------	-----

種類 測量 次別	待宵花				鴨跖草			
	放大 倍率	相鄰氣孔之距離		密度： 個/cm ²	放大 倍率	相鄰氣孔之距離		密度： 個/cm ²
		格數	×2.57 (μm)			格數	×2.57 (μm)	
第一次	400X	23	59.1	28630	400X	85	218.5	2095
第二次	400X	18	46.3	46649	400X	90	231.3	1869
第三次	400X	20	51.4	37850	400X	88	226.2	1954
第四次	400X	21	54.0	34294	400X	93	239	1751
第五次	400X	16	41.1	59199	400X	91	233.9	1828
平均	400X	19.6	50.4	39368	400X	89.4	229.8	1894

種類 測量 次別	馬鞍藤				牽牛花			
	放大 倍率	相鄰氣孔之距離		密度： 個/cm ²	放大 倍率	相鄰氣孔之距離		密度： 個/cm ²
		格數	×2.57 (μm)			格數	×2.57 (μm)	
第一次	400X	30	77.1	16823	400X	16	41.1	59199
第二次	400X	35	90.0	12347	400X	20	51.4	37850
第三次	400X	29	74.5	18017	400X	18	46.3	46649
第四次	400X	33	84.8	13906	400X	15	38.6	67116
第五次	400X	26	66.8	22410	400X	19	48.8	41991
平均	400X	30.6	78.6	16187	400X	17.6	45.2	48947

附表 5：待宵花與相關植物葉片下表皮的氣孔密度測量比較表

(91 年 4 月 21 日 24)

附表 6：待宵花與相關植物葉片下表皮的氣孔大小測量比較表 (91 年 4 月 21 日 24)

種類 測量 次別	待宵花					鴨跖草				
	放大 倍率	長徑 (×2.57 μm)		寬徑 (×2.57 μm)		放大 倍率	長徑 (×2.57 μm)		寬徑 (×2.57 μm)	
		格數	μm	格數	μm		格數	μm	格數	μm
第一次	400X	17	43.7	8	20.6	400X	29	74.5	16	41.1
第二次	400X	15	38.6	7	18.0	400X	32	82.2	18	46.3
第三次	400X	15	38.6	6	15.4	400X	30	77.1	18	46.3
第四次	400X	13	33.4	5	12.9	400X	28	72.0	16	41.1
第五次	400X	16	41.1	8	20.6	400X	31	79.7	17	43.7
平均	400X	15.2	39.0	6.8	17.5	400X	30	77.1	17	43.7

種類 測量 次別	馬鞍藤					牽牛花				
	放大 倍率	長徑 (×2.57 μm)		寬徑 (×2.57 μm)		放大 倍率	長徑 (×2.57 μm)		寬徑 (×2.57 μm)	
		格數	μm	格數	μm		格數	μm	格數	μm
第一次	400X	17	43.7	13	33.4	400X	15	38.6	8	20.6
第二次	400X	15	38.6	12	30.8	400X	13	33.4	9	23.1
第三次	400X	18	46.3	13	33.4	400X	16	41.1	9	23.1
第四次	400X	16	41.1	14	36.0	400X	14	36.0	8	20.6
第五次	400X	19	48.8	15	38.6	400X	14	36.0	7	18.0

平均	400X	17	43.7	13.4	34.4	400X	14.4	37.0	8.2	21.1
----	------	----	------	------	------	------	------	------	-----	------

附表 7：待宵花的花粉大小及花粉管長度測量記錄表 (91 年 2 月 3 日 12)

測量項目 \ 測量次別		第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
花粉邊長 ×2.57 μm	放大倍率	400X	400X	400X	400X	400X	400X
	格數	73	76	71	65	68	72.6
	(μm)	188	195	182	167	175	187
花粉管 長度 ×10.3 μm	放大倍率	100X	100X	100X	100X	100X	100X
	格數	65	98	67	92	71	78.6
	(μm)	670	1009	690	948	731	810

附表 8：各種培養液對待宵花花粉管萌發率的實驗記錄表 (91 年 4 月 27 日 25)

培養液 \ 培養時間		10% 葡萄糖液	10% 蜂蜜液	10% 蔗糖液	馬胺滕 雌蕊淬取液	牽牛花 雌蕊淬取液	待宵花 雌蕊淬取液
原培養花粉數	一	34	32	30	30	43	28
	二	31	23	41	45	25	36
	三	39	37	27	33	22	51
	合計	104	92	98	108	90	115
	%	0	0	0	0	0	0
1 小時的萌發率	一	1	1	0	0	1	3
	二	0	0	1	1	0	4
	三	2	1	0	1	0	6
	合計	3	2	1	2	1	13
	%	2.9	2.2	1.0	1.9	1.1	11.3
2 小時的萌發率	一	1	1	1	1	2	6
	二	1	0	2	2	1	9
	三	2	2	0	1	1	13
	合計	4	3	3	4	4	28
	%	3.8	3.3	3.1	3.7	4.4	24.3
3 小時的萌發率	一	2	2	1	1	2	8
	二	1	1	2	2	2	11
	三	3	2	1	2	1	15
	合計	6	5	4	5	5	34
	%	5.8	5.4	4.1	4.6	5.6	29.6
4 小時的萌發率	一	2	2	1	2	2	8
	二	1	1	2	3	2	11
	三	3	3	1	2	1	15
	合計	6	6	4	7	5	34
	%	5.8	6.5	4.1	6.5	5.6	29.6

附表 9：待宵花雌蕊各部分淬取液對身花粉管萌發率的實驗記錄表（91 年 4 月 28 日）

培養時間	培養液 次別	待宵花柱頭淬取液				待宵花花柱淬取液				待宵花子房淬取液			
		一	二	三	合計	一	二	三	合計	一	二	三	合計
原培養	花粉數（個）	40	52	37	129	63	34	46	143	42	45	51	138
花粉數	萌發率（%）	0%				0%				0%			
1 小時 後	萌發數（個）	7	5	3	15	3	1	2	6	5	4	3	12
	萌發率（%）	11.6%				4.2%				8.7%			
2 小時 後	萌發數（個）	9	12	8	29	3	2	5	13	8	8	11	27
	萌發率（%）	22.5%				9.1%				19.6%			
3 小時 後	萌發數（個）	13	17	14	44	6	5	7	18	9	12	14	35
	萌發率（%）	34.10%				12.6%				25.40%			
4 小時 後	萌發數（個）	13	17	14	44	6	5	7	18	9	12	14	35
	萌發率（%）	34.10%				12.6%				25.40%			

文獻探討

- 一. 待宵花（*Oenothera drummondii* Hook）在何時由何地引進金門島，已無從考證。此種植物的原產地在北美洲，在對岸的福建植物誌並無它們的記載。因為繁殖力很強，現在已經成為金門田野間的野生植物了，植物學家稱它為「歸化植物」。
- 二. 待宵花的學名為 *Oenothera drummondii* Hook.，屬柳葉菜科的月見草屬，它們在植物界分類上的位置為：

種子植物門（Spermatophyta）

被子植物（Angiospermae）

雙子葉植物綱（Dicotyledoneae）

柳葉菜科 Onagraceae

月見草屬 *Oenothera*

待宵花 *Oenothera drummondii* Hook

- 三. 月見草屬的植物在全世界約有 120 種，產於南、北美溫帶及亞熱帶地區。台灣發現五種，它們是月見草、黃花月見草、裂葉月見草、待宵草及四翅月見草，在平地海邊最常見，為多年生草本植物。在台灣生長的待宵草屬，有黃花、粉紅花和白花三種花色。而「待宵花」因為不生長在台灣，因此常被誤認是金門的「特產」。

（原始記錄另陳列於會場）