

## 愛玉子栽培改善的方法及其授粉小蜂的生態習性

賴柏全<sup>1)</sup> 林瑞松<sup>2)</sup> 倪正柱<sup>3)</sup>

關鍵詞：愛玉子、交叉技術、雌花期、雄花期、間花期、休眠、授粉、小蜂群聚、愛玉榕小蜂

**摘要：**愛玉子(*Ficus pumila* L. var. *awkeotsang* (Makino) Corner)，原產於台灣。在種植愛玉苗時，需要種植更大株的苗木並使用微噴灌設備增加愛玉苗的存活率。許多愛玉的農民因為沒有注意到授粉問題，導致收成不好。一般而言，愛玉子雌株於七、八月開花，然而愛玉榕小蜂卻於五月、六月族群及活躍達高峰，以致著果率低。愛玉小蜂之活躍溫度，本研究觀察 21°C 以上，26°C 以下。因廣義的冬季休眠使得冬季雄榕果的生育期天數變成夏季雄榕果生育期的兩倍時間以上，顯示愛玉子跟愛玉榕小蜂在實驗地約兩年五個世代。本研究建議栽種愛玉子的園區，每天應該有足夠的愛玉榕小蜂飛翔授粉。

### 前 言

愛玉子(*Ficus pumila* L. var. *awkeotsang* (Makino) Corner) 屬於蕁麻目(Urticales)、桑科(Moraceae)、榕屬(*Ficus*)。愛玉子(*Ficus awkeotsang* Makino) 為日籍植物學家 Makino 於 1904 年發表，後來因英國植物學家 Corner 認為愛玉與薜荔(*Ficus pumila* L.) 十分相近種類，成熟榕果的直徑約 4cm 至 8cm，長度約 4cm 至 20cm；果型有長型、圓形、倒圓錐型等，雄果於雄花期(D 期)時會開裂，雄花著生於雄果的頂端。雌愛玉榕果最後成熟階段(E 期)變成紫黑色，授粉飽滿的雌果會開裂。

在台灣愛玉子的主要分佈，從台灣西部海拔五百公尺以上到一千五百公尺以下，台灣東部從海拔五十公尺以上到海拔一千五百公尺以下，從台灣南、北部分布來看，北從台北

---

1) 國立中興大學園藝系碩士班學生。

2) 國立中興大學園藝系教授，通訊作者。

3) 國立中興大學園藝系教授。

縣、宜蘭縣的福山植物園，經中央山脈的阿里山，南到屏東、台東的大武山區。因為愛玉子的授粉依賴專一的授粉愛玉榕小蜂(學名為(*Wiebesia pumilae* (Hill))，是一種蟲癭小蜂)，大多數農民不了解愛玉榕小蜂生活史和習性，導致愛玉的授粉期，沒有愛玉榕小蜂可以幫忙授粉。

根據台灣大學於民國九十八年調查結果，愛玉子與薜荔之授粉小蜂可能是不同種(李和惠，2009)，這樣就可以解釋為甚麼薜荔小蜂耐平地的夏季高溫，而愛玉小蜂不耐平地夏季的高溫。愛玉子與薜荔的葉、花、果都十分相近，只是以台灣的西部自然分佈，海拔五百公尺以上，可以找到的野生植株大都是愛玉子；海拔五百公尺以下，野生植株大都是薜荔。

本研究針對愛玉子幼苗的定植、愛玉榕小蜂生育期的研究、愛玉子雄果的休眠、愛玉榕小蜂在雄榕果間花期的變化等，來探討愛玉的栽培技術，以及愛玉榕小蜂的生態，以了解目前臺灣栽培愛玉所面臨問題的解決方法。

## 材料與方法

### 一、愛玉子之栽培改善的研究

#### I. 試驗 1-1、愛玉子幼苗定植(planting)

##### (一) 試驗材料

新品三號，採集自南投縣國姓鄉長豐村的新品莊園裡的野生雄株，為引原產、在地野生、扦插苗，分別種植於水泥柱、鋁管。此品種有容易花芽分化，及宿存花苞受肥培管理及水分管理容易萌動，在低海拔四季開花結果的特性；但此雄果 D 期成熟時，雄果尾端不易開裂。

新品十六號，採集自南投縣國姓鄉長豐村的新品莊園裡的實驗地栽培。此品種有容易花芽分化，及宿存花苞受肥培管理及水分管理容易萌動，在低海拔四季開花結果的特性；但，冬季果明顯偏少。將新品十六號種植於海拔八百公尺處，分別種植於水泥柱、鋁管旁。

##### (二) 試驗方法

1. 二十公分綁定法：本試驗栽種四十株愛玉苗(n=40)，其中包含新品三號五棵、新品十六號三十五棵，分別記錄存活率及六個月後枝條長度。施作方式：愛玉苗扦插在一吋盆中，等到存活兩個月後，換盆到五吋盆。在五吋盆培養到愛玉苗的枝條長度超過四十公分，定植田間。
2. 傳統栽培法(對照組)：本試驗栽種四十株愛玉苗(n=40)，其中包含新品三號五棵、新品十六號三十五棵，分別記錄存活率及六個月後枝條長度。施作方式：愛玉苗扦插在一吋盆中，等到存活兩個月後，枝條長度十公分，定植田間。

##### (三) 試驗地點

南投縣國姓鄉長豐村的新品農莊，海拔八百公尺。

(四) 調查方法

1. 二月份種植後六個月內，幼年性新梢生長的總長度。
2. 種植一年後的存活率；把一年後存活的株數，佔總種植的株樹百分比。

二、愛玉小蜂的生育週期研究

I. 試驗 2-1 愛玉小蜂生育週期的研究

(一) 試驗材料

新品一號，雄株。將新品一號種植於南投縣國姓鄉的新品農莊內，海拔八百公尺到九百公尺內，共有成熟株三十一株。新品三號，雄株。將新品三號種植於南投縣國姓鄉的新品農莊內，海拔八百公尺到九百公尺內，共有成熟株十二株。

(二) 試驗方法

1. 實驗組：新品一號，雄株。紀錄從產卵日到小蜂粉飛之間的天數會為間花期。比較兩個品種的間花期。
2. 對照組：新品三號，雄株。紀錄從產卵日到小蜂粉飛之間的天數會為間花期。比較兩個品種的間花期。

(三) 調查方法

1. 實驗組：調查五年六十個月中，成熟的雄果，新品一號所經過的間花期(C 期)也就是小蜂發育期的天數。
2. 對照組：調查五年六十個月中，成熟的雄果，新品三號所經過的間花期(C 期)也就是小蜂發育期的天數。

II. 試驗 2-2 雄果的休眠

(一) 試驗方法

1. 間花期休眠的實驗：

- (1) 實驗組：記錄新品一號及三號兩種愛玉品種從 2004 年至 2009 年的 9 月到隔年 2 月被產卵果實的間花期，並比較兩種愛玉品種間花期經過冬季果實時間。
- (2) 對照組：紀錄新品一號及三號兩種愛玉品種 2004 年至 2009 年的 3 月到 6 月被產卵果實的間花期，並比較間花期沒有經過冬季果實時間。

2. 產卵期休眠的實驗：

- (1) 實驗組：觀察冬季(十一月中旬至翌年二月中旬)時，溫度對於兩種愛玉的廣義休眠情形以及雌花期(B 期)延長情形。
- (2) 對照組：觀察春、夏、秋季(三月中旬至十月下旬)時，雌花期(B 期)情形。

(二) 調查方法

1. 記錄兩種品系的愛玉(新品一號及新品三號)的越冬果，間花期的延長(C 期)情形。
2. 記錄兩種品系的(新品一號及新品三號)愛玉雌花期(B 期)的日數延長情形。

### III. 試驗 2-3 雄果的花間期與愛玉小蜂的生活史

#### (一) 試驗方法

調查五年中，成熟的雄果，新品一號及新品三號所經過的間花期(C期)也就是小蜂生育期的天數。一個愛玉榕小蜂的生育期也就等於愛玉榕小蜂的一個世代。以人工放愛玉榕小蜂技術，來串聯愛玉榕小蜂可能的世代循環

#### (二) 調查方法

調查愛玉雌榕小蜂，從愛玉雄果產卵到下一代個愛玉榕雌小蜂的飛出經過的時間。愛玉榕果的B期產卵期約二到三天、愛玉榕果的D期有二到五天的彈性天數。再2004年至2009年中，連續五年內可能的小蜂世代交替時間。

### 三、愛玉雌小蜂的夏至期間(六月二十一日至七月七日)，活動能力調查

#### I. 試驗 3-1、夏至期間(六月二十一日至七月七日)不同溫度，自D期愛玉雄果離開之雌性愛玉榕小蜂的數量

##### (一) 試驗材料

新品三號的雄果。在新品三號的雄果成熟轉紅色，果實因乙烯後熟而變軟時，採下果實並套網袋。調查夏至時的果實十六顆。自然開裂有六顆，人工開裂有十顆。愛玉的雄果果實如果飽滿，雄果末端會自然開裂。雄果如果沒有自然開裂，須以人工開裂(圖1)。

##### (二) 試驗方法

用網子完全套住果實的末端，讓雌愛玉小蜂飛出時，全部落入網袋。紀錄自早上六點至十二點在不同溫度下，自D期愛玉雄果離開之雌性愛玉榕小蜂的數量。

1. 人工開裂組：愛玉雄果果實紅熟時，雄果的末端沒有自然開裂，新品三號常常有這樣的問題；這時以小刀十字劃開雄果的末端到雄果雄花區一半；不可以把雄花區整個劃開的，可避免愛玉雌小蜂沒有沾到花粉的情形，可以協助愛玉雌小蜂飛出。
2. 自然開裂組：愛玉雄果的自然開裂，記錄自早上六點到十二點不同溫度下，自D期愛玉雄果離開之雌性愛玉榕小蜂的數量，要去除昨晚到今早第一次收網袋的紀錄。



圖 1. 雄果的人工開裂及套網袋捕捉愛玉雌小蜂

Fig. 1. Artificially dissected male jelly fig and female jelly fig pollinating wasps are collected by mesh bag.

## 結 果

### 一、愛玉子之栽培改善的研究

#### 試驗 1-1、愛玉幼苗定植(planting)

愛玉幼苗以 20cm 綁定的方式栽植六個月後，存活率達 100%；而以傳統栽植法，存活率僅 67.50%(表 1)。而幼苗枝條的生長，以綁定方式栽植於六個月後枝條達  $83.7\pm 37.8$  cm，與傳統方式  $10.65\pm 9.57$  cm 有明顯差異( $t = 11.85$ ,  $p < 0.05$ , 表 1)。20cm 綁定的方式相對於傳統愛玉苗木長度十公分，離地二十公分，比較不容易被非洲大蝸牛危害。在剛種植時，20cm 綁定的方式的根系較傳統栽培方式根系多，則比較容易馴化。20cm 綁定的方式存活率是 100%。

### 二、愛玉榕小蜂的生育週期研究

#### 試驗 2-1、愛玉榕小蜂生育週期的研究

調查從民國九十四年到民國九十八年五年內累計的雄果數，在比較在新品莊園裏新品一號及新品三號雄果的產卵期紀錄(B 期)及其成熟期(D 期)的日期，其成熟期減去產卵期的天數就是間花期(C 期)。新品一號 C 期間花期天數  $136.3\pm 36.5$  天及新品三號 C 期間花期天數  $137.85\pm 33$  天，( $t=0.53$ ,  $P=0.604 > 0.05$ )沒有顯著差異。

新品三號在五年內的三月及十月都沒有紀錄到完熟的雄果；除此之外，兩種品種的平均 C 期幾乎完全吻合。

#### 試驗 2-2、雄果的休眠

如果愛玉雄果的間花期遇上冬天廣義休眠的低溫，雄果裡的愛玉小蜂可能在愛玉的雄果裏滯育，間花期可能會比沒有遇上冬天的雄果多一倍的時間。新品一號間花期，三月到六月的雄果成熟後，小蜂羽化出來  $110.5\pm 7.8$  天；九月到二月雄果成熟後，小蜂羽化出來  $182.9\pm 13.7$  天， $t$  統計下有顯著差異( $t=25.1, p < 0.05$ )，有明顯的雄果休眠現象，可能是小蜂在雄果裏滯育(表 2)；新品三號花間期，三月到六月雄果成熟後，小蜂羽化出來  $107.5\pm 9.3$  天；九月到二月雄果成熟後，小蜂羽化出來  $182.4\pm 20.3$  天， $t$  統計( $t=5.02, P < 0.05$ )有顯著差異，有明顯的愛玉雄果休眠現象(表 2)。

新品一號的受粉期 B 期，非休眠期果實在四到十月的平均產卵期為  $59.6\pm 1.14$  小時，經休眠期果實一月到二月的平均產卵期為  $264\pm 37.3$  小時在(表 3)比較下， $t$  統計有顯著差異( $t=5.02, P < 0.05$ )，有明顯的廣義休眠現象。新品三號的受粉期 B 期，非休眠期果實四到十月  $61.5\pm 3.84$  小時，經休眠期果實一月到二月  $307.2\pm 109.2$  小時在(表 3)比較下， $t$  統計有顯著差異( $t=5.02, P < 0.05$ )，有明顯的廣義休眠現象。冬季授粉期的三百多個小時，也就是十一天的授粉期。

表 1. 不同栽培方式愛玉幼苗生長量的比較

Table 1. A comparison between the growth (cm) of young jelly fig shoot in two different cultivation method

	Survival rate(%)	Length of growth after 6 months(cm)
Experimental Group	100%(n=40)	83.7±37.8*
Control Group	67.5%(n=40)	10.7±9.6

\*t-test show significant different between treatment( $t = 11.85$  ,  $p < 0.05$ )

表 2. 不同時期愛玉榕小蜂之間花期調查

Table 2. Surveying the inter-floral phase of jelly figs and its fig wasps in different period

Male jelly fig	C phase of 'Sin-Pin no. 1' (D-B)day	C phase of 'Sin Pin no. 3' (D-B)day
March to June	110.5±7.8*	107.5±9.3*
September to February	182.9±13.7	182.4±20.3

\*Results show significant different between two strains ( $P < 0.05$ ) according to student-test.

表 3. 愛玉雄果授粉期 B 期在廣義休眠的比較

Table 3. Compare the receptive phase of jelly male fig different between two strains

Male jelly fig	Receptive phase of Sin Pin no. 1	Receptive phase of Sin Pin no. 3
From April to October	59.6±1.14*	61.5±3.84*
From January to Februar	264±37.3	307.2±109.2

\* Results show significant different between group ( $P < 0.05$ ) according to student-test .

試驗 2-3、雄果的間花期與愛玉小蜂的世代數

本研究從 2005 年到 2009 年的紀錄。從 2006.5.3 到 2008.5.13，愛玉小蜂五個世代的時間，經過兩年又十天(圖 2)。

三、愛玉雌小蜂的夏至時期(六月二十一日至七月七日)活動能力調查

試驗 3-1、夏至期間(六月二十一日至七月七日)不同溫度，自 D 期愛玉雄果離開之雌性愛玉榕小蜂的數量

一般需人工開裂的雄果，人工開裂雄果的愛玉雌小蜂的數目都比自然開裂尾端雄果的雌小蜂數目較少。人工開裂雄果的愛玉雌小蜂的數目在樹陰下溫度達 26°C 有一個平均的高峰(圖 3)。

夏至期間早上六點的溫度約為 21°C 到 22.5°C，本實驗六點開始紀錄。前一天下午雄果套網袋，確認愛玉雌小蜂會完全落入網袋內。早上六點半第一次收網袋時，自前一天自然開裂的雄果已有很多愛玉雌小蜂落入網袋中，翅膀已硬，有飛行能力，去除昨晚到當天上午第一次收網袋的紀錄。樹陰下空氣溫度達 23°C、24°C 時，愛玉雌小蜂一離開雄愛玉榕果，馬上可以飛行，活動力高。早上溫度升高到 26°C 時，愛玉雌小蜂的飛出量會有第二次的高峰(圖 4)。去掉下午時間愛玉雌小蜂累計量，也去除隔天早上愛玉雌小蜂的累計量。樹陰下空氣溫度達 27°C 時，可見飛出的大部分愛玉雌小蜂會在愛玉樹的葉背休息。

對於雄愛玉榕果是自然開裂還是人工開裂，愛玉雌小蜂的飛出量明顯有差異。自然開裂的雄榕果的愛玉平均雌小蜂數目多一倍(表 4)

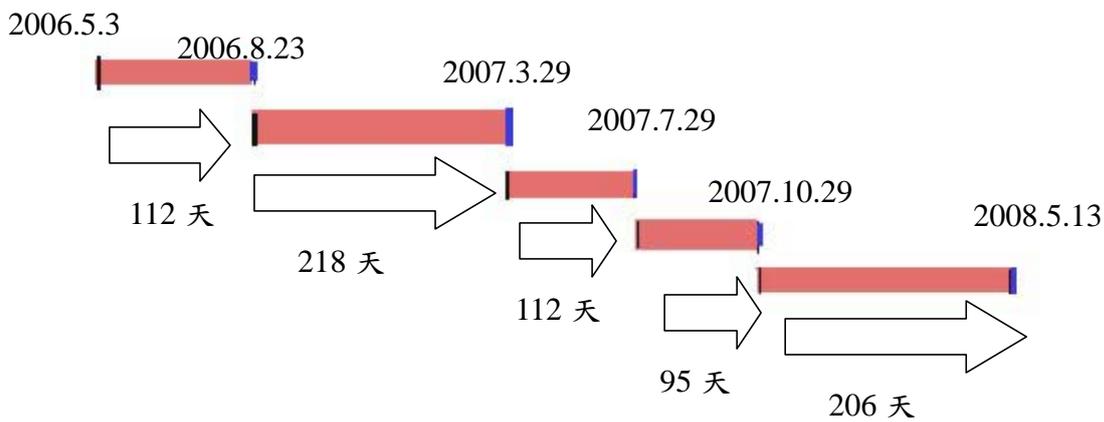


圖 2. 2006 年 5 月至 2008 年 5 月間追蹤新品莊園內愛玉雄果及榕小蜂的世代時間。深黑色部份代表 B 期二到三天、深藍色部分代表 D 期二到五天的彈性天數，紅色部分代表記錄到的 C 期天數；每個箭頭代表一個小蜂的世代。

Fig. 2. From May 2005 to May 2008, tracing the generation time of male jelly figs and pollinating wasps in Sun-Pin Farm. Black indicates B-phase (around 2 to 3 days), blue indicates D-phase (around 2 to 5 days), red indicates recorded days of C-phase, and each arrow indicates one generation of pollinating wasp cycle.

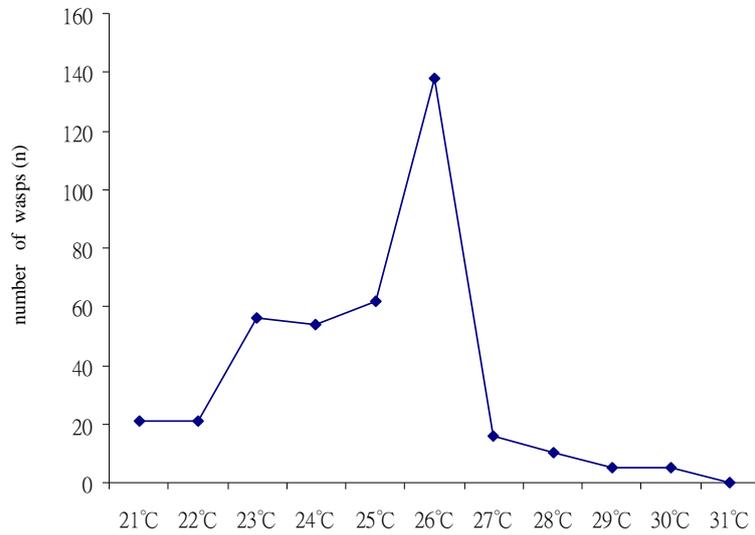


圖 3. 雄果人工開裂在不同溫度下愛玉雌小蜂的平均飛出量，每個溫度的重複數為 10，僅 21°C 為 2，且 22°C 為 6。

Fig. 3. Average number of wasp(s) emerged in different temperature from artificially dissected male jelly fig. Repeated of most trials are 10 times, except 21°C in twice and 22°C in six times.

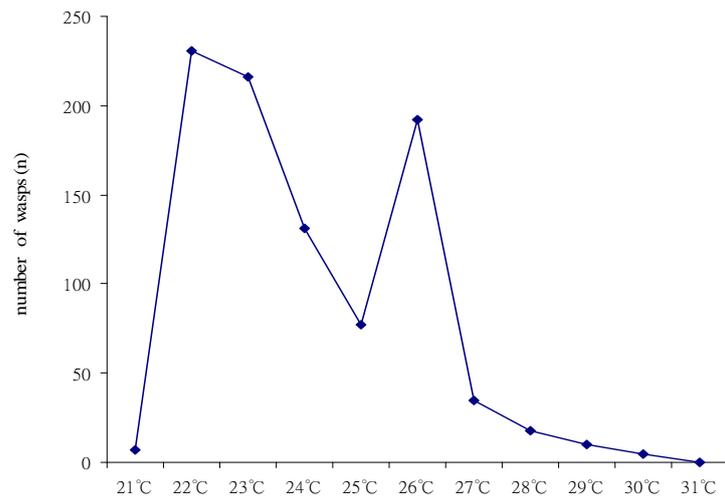


圖 4. 雄果自然開裂在不同溫度下平均小蜂的飛出量，每個溫度的重複數為 6，僅 21°C 為 2，且 22°C 為 4。

Fig. 4. Average number of wasp(s) emerged in different temperature from natural male jelly fig. Repeated of most trials are 6 times, except 21°C in twice and 22°C in four times.

表 4. 對雄果不同處理方法下愛玉雌小蜂飛出的量

Table 4. Number of wasp(s) emerged from different treated male jelly fig.

Different treatments on male jelly fig	Number of wasps emerged (n)
Treatment of artificially dissect	428±354*
Treatment of naturally emerge	982±417

*t*-test:  $t=2.71$ ,  $P<0.05$

## 討 論

### 一、愛玉種苗定植方法與生長之關係

傳統方式栽培的十公分幼苗，定植於田間，死亡率高達 35%，也代表根系很弱；活下來的愛玉苗生長勢，愛玉苗的枝條平均只長 0.65 公分。

以二十公分綁定法的幼苗，在相同時間內在盆子已經長到四十公分。定植時葉面積總和較大，也代表根群比較強健，定植後比較能適應自然的環境，六個月平均長了 63.7±37.8 公分，比較傳統方式栽培的十公分幼苗的平均只長 0.26 公分，多了 63.5 公分，如表 1。所以在氣候不穩定的狀況下，種植到田間的愛玉幼苗，二十公分綁定法的幼苗，愈強健愈好照顧。

愛玉苗定植於田間時，需要讓愛玉苗重新在田間的環境裡馴化。因根部在定植於田間時會受損，或是根群要重新適應田間的水分及土壤，初期都會出現明顯的初期萎凋。愛玉苗的地上部和地下根部要維持在動態平衡，如果地下根部適應不良，地上部枝條可能不會生長，甚至永久萎凋。

### 二、常綠植物的休眠與溫度的關係

愛玉樹是常綠的大藤本植物，常綠植物到底有沒有休眠？依據 Dhiraj 對於常綠植物茶葉的休眠：認為只要常綠的茶葉只要新梢三天的生長累積量少於 0.1 mm，就定義茶休眠 (Dhiraj, 2005)。對於黑葉荔枝葉子的完熟與頂梢的停止生長，就定義黑葉荔枝的休眠 (O'Hare, 2004)。

常綠植物的休眠是有很大的討論空間，台灣的高山茶及野生愛玉常常生長在針闊葉混合林帶，台灣的針闊葉混合林帶，生長著很多需要休眠的落葉果樹及花卉植物，像二十世紀梨、櫻花、梅樹等等需要低溫才能打破休眠的落葉植物，常常又和常綠植物雜生於台灣中海拔。如果這些落葉植物需要低溫來打破休眠，那同一個中海拔等地出現的常綠的愛玉有沒有休眠？

根據本實驗幾年的觀察，當月均溫達 15°C 以下，愛玉會進入生長緩慢期廣義的環境休眠。是因為一次 10°C 以上的低溫，就造成廣義環境休眠，還要持續多少的時間，持續幾度才有效？還是連續夜均溫達 15°C 以下才會造成這樣廣義的環境休眠，可能要把愛玉做成盆栽，到生長箱裡實驗才能得知。新品一號間花期，三月到六月的果實 110.5±7.8 天；九月到二月果實 182.9±13.7 天，t-test 下有顯著差異(t=25.1,p<0.05)，有顯著的休眠現象(表 3)。新品三號間花期，三月到六月的果實 107.5±9.3 天；九月到二月果實 182.4±20.3 天，t-test(t=5.02.P<0.05)有顯著差異，有明顯的休眠現象(表 2)。國姓鄉新品莊園的愛玉到了每年的冬季的十一月、十二月、隔年的元月、二月，愛玉子都在廣義環境休眠影響下。

新品一號的受粉期 B 期，非休眠期果實四到十月 59.6±1.14 小時，經休眠期果實一月到二月 264±37.3 小時在比較下，t-test(t=5.02.P<0.05)有顯著差異，有明顯的休眠現象。新品三號的受粉期 B 期，非休眠期果實四到十月 61.5±3.84 小時，經休眠期果實一月到二月 307.2±109.2 小時在比較下，t-test(t=5.02.P<0.05)有顯著差異，有明顯的廣義休眠現象(表 3)。

是因為愛玉雄果遇上環境低溫 15°C 以下產生的環境休眠(eco dormancy)現象，使得間花期(C 期)延長，但遇見幾度的低溫，雄果會出現怎樣的變化？需要再近一步的實驗才能得知。甚至常常聽到在台灣嘉義縣的阿里山如果下雪時，嘉義縣中海拔的石桌地區愛玉雄果會凍死。

### 三、雌愛玉榕小蜂的活動溫度：

在愛玉產業裡，必須用愛玉雄果來養愛玉榕小蜂(何，1987)，是一種桑科榕屬的蟲癭小蜂。愛玉榕小蜂的母蜂在愛玉雄果裡的短花柱喇叭狀蟲癭花產卵(何，1991)，幼蟲就在蟲癭花裡經過三個齡期後化蛹(姚，1998)，等到雄果成熟前，大量的乙烯產生，使得果實膨大變軟，雄愛玉榕小蜂在雄果內，咬開雌小蜂的蟲癭後交尾，後六個小時愛玉雌小蜂咬開蟲癭，開始離開蟲癭。

冬季空氣溫度達 16°C 時，可以看到雌愛玉榕小蜂在雄花期(D 期)的果實上，梳理翅膀、腳等。真正要等到葉背樹陰空氣溫度達到 21°C 以上，才會發現愛玉小蜂大量活動飛舞。夏季等到曬到太陽的溫度計達 33°C，葉背樹陰溫度達 27°C，雌愛玉榕小蜂停止活動，停在樹蔭下的葉背休息(圖 5)。

夏至期間早上六點的溫度約為 21°C 到 22.5°C，學生六點開始紀錄。前一天下午雄果套網袋，確認雌愛玉榕小蜂會完全落入網袋內。早上六點半第一次收網袋時，昨天自然開裂的雄果已有很多雌愛玉榕小蜂落入網袋中，可是翅膀已硬，有飛行能力，從網袋放走雌愛玉榕小蜂時，雌愛玉榕小蜂立刻飛走。

人工開裂雄果的雌愛玉榕小蜂要到 23°C，雌愛玉榕小蜂才會飛翔找尋愛玉子 B 期的果實。樹陰下空氣溫度達 23°C、24°C 時，雌愛玉榕小蜂一離開雄愛玉榕果，馬上可以飛行。早上溫度升高到 26°C 時，雌愛玉榕小蜂的飛出量會有第二次的高峰。樹陰下空氣溫度達 27°C 時，可見飛出的大部分雌愛玉榕小蜂會在愛玉樹的葉背休息。

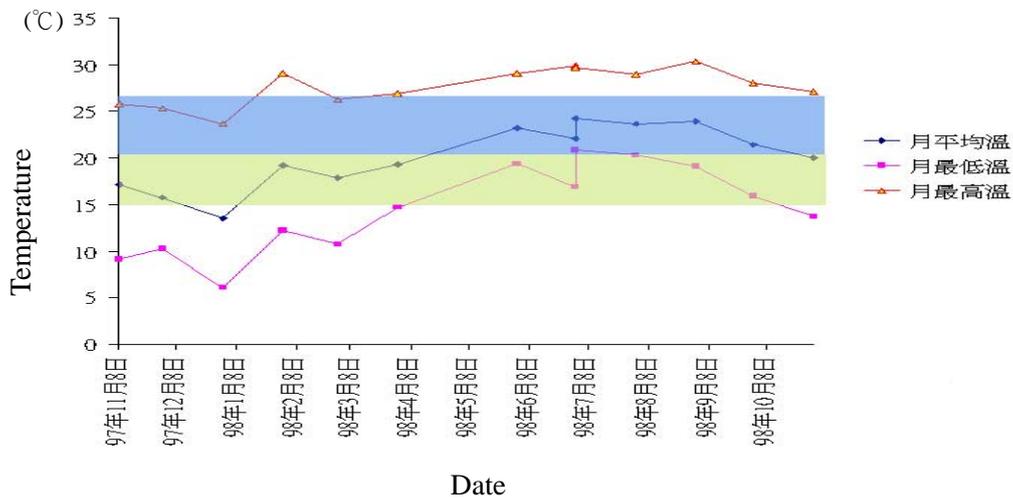


圖 5. 愛玉雌小蜂適合活動的溫度與月平均溫度圖。

Fig. 5. Temperature range that jelly fig pollinating wasps are active and average monthly temperature.

一般需人工開裂的雄果，人工開裂雄果的雌愛玉榕小蜂的數目都自然開裂尾端雄果的雌小蜂數目較少。人工開裂雄果的雌愛玉榕小蜂的數目在樹陰下溫度達 26°C 有一個平均的高峰。

對於雄愛玉榕果是自然開裂還是人工開裂，雌愛玉榕小蜂的飛出量明顯有差異。自然開裂的雄榕果的愛玉子平均雌愛玉榕小蜂數目多一倍。雌愛玉榕小蜂的飛出量和早上溫度的變化有很大的關係，樹陰下空氣溫度達 23°C、24°C 時；雌愛玉榕小蜂的活動能力最為活躍。

黃色部分為小蜂會活動，但不活躍的溫度。冬季空氣溫度達 16°C 時，可以看到愛玉小蜂在雄花期(D 期)的果實上，梳理翅膀、腳等。真正要等到葉背樹陰空氣溫度達到 21°C 以上，才會發現愛玉小蜂大量活動飛舞。

藍色部份為葉背樹陰空氣溫度達到 21°C 以上，才會發現愛玉小蜂大量活動飛舞。夏季等到曬到太陽的溫度計達 33°C，葉背樹陰溫度達 27°C，愛玉小蜂停止活動，停在樹陰下的葉背休息。

## 參考文獻

- 何坤耀。1985。愛玉授粉之小蜂。中華昆蟲 6:1-14。
- 何坤耀。1987。愛玉授粉小蜂之生態及其在平地立足之可能性調查。中華昆蟲 7: 37-44。
- 李和惠。2009。薜荔和愛玉子及其授粉小蜂之遺傳分化。國立臺灣大學昆蟲學系碩士論文。
- 吳輝虎、吳登楨。2008。愛玉子平地栽培生產技術。苗栗區農業專訊 43 期。
- 林政行。1983。利用瘦蜂傳粉的無花果。農業周刊 9: 27。
- 林讚標。1991。愛玉子專論。林業叢刊 36 號。臺灣省林業試驗所，臺北。128 頁。
- 姚若潔。1998。薜荔榕小蜂與薜荔之共生關係。國立台灣大學植物病蟲害學研究所碩士論文。
- 湯文通。1979。農藝植物學。國立臺灣大學農學院印行 209-214。
- 曾喜育、歐辰雄、呂福原。2003。惠蓀林場牛奶榕之榕果物候。臺灣林業科學 18(4): 273-282。
- Anstett, M. C., H. M. Martine, and K. Finn. 1997. Figs and fig pollinators: evolutionary conflicts in a coevolved mutualism. Trends Ecol. Evol. 12: 94-99.
- Cook, J. M., and S. A. West. 2005. Figs and fig wasps. Ecology 90: 978-980.
- Dhiraj, V., and K. Sanjay. 2005. Tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) clone with lower period of winter dormancy exhibits lesser cellular damage in response to low temperature. Plant Physiol. Biol. 43: 383-388.
- Dhiraj, V., and K. Sanjay. 2005. Purification and partial characterization of a low temperature responsive Mn-SOD from tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze). Plant. Physiol. Biol. 329: 831-838.
- Doymaz, I. 2005. Sun drying of figs: an experimental study. Journal of Food Engineering 71: 403-407.
- Galil, J., and D. Eisikowich. 1968. Flowering cycles and fruit types of *Ficus sycomorus* in Israel. New Phytol. 67: 745-758.
- Galil, J., and D. Eisikowich. 1969. Further studies on the pollination ecology of (*Ficus sycomorus* L. Tijdschr). Entomol 112: 1-13.
- Galil, J. 1977. Fig biology. Endeavour 1: 52-56.
- Jousselin, E., N. Simon, and J. M. Greeff. 2004. Labile male morphology and intraspecific male polymorphism in the Philotrypesis fig wasps. Mol. Phylogenet. Evol. 33: 706-718.
- Melgarejo, P., J. J. Martinez, F. Hernandez, D. M. Salazar, and R. Martinez. 2007. Preliminary results on fig soil-less culture. Sci. Hort. 111: 255-259.
- O'Hare, T. J. 2002. Interaction of temperature and vegetative flush maturity influences shoot structure and development of lychee (*Litchi chinensis* Sonn.). Hort. Sci. 95: 203-211.
- O'Hare, T. J. 2004. Impact of root and shoot temperature on bud dormancy and floral induction

in lychee (*Litchi chinensis* Sonn.). Hort. Sci. 99: 21-28.

O'Hare, T. J., and G. N. Colin. 2004. Root growth, cytokinin and shoot dormancy in lychee (*Litchi chinensis* Sonn.). Hort. Sci. 102: 257-266.

## Improved Cultivation Method of Jelly Fig (*Ficus pumila* L. var. *awkeotsang* (Makino) Corner) and Ecological Habit of Its Pollinating Fig Wasp

Bo-Cyuan Lai<sup>1)</sup> Ruey-Song Lin<sup>2)</sup> Cheng-Chu Nee<sup>3)</sup>

Key words: Jelly fig, Creeping fig, Vine-crossing technology, Female floral phase/ receptive phase, Male floral phase, Inter-floral phase/ C-phase, Dormancy, Pollination, Fig wasp swarming, Jelly fig pollinating fig wasp.

### Summary

Jelly fig (*Ficus pumila* L. var. *awkeotsang* (Makino) Corner) is native to Taiwan. It requires large seedlings and micro-irrigation system to enhance rate of propagation. Owing to fruiting of jelly fig related to its pollinating fig wasp, many farmers have not consider the pollination thus cannot gain reward crop. Generally, female jelly fig flowers in June to August, but activities of jelly fig pollinating fig wasps reaches its peak period at May to July. In this study, field observing the activity of jelly fig pollinating wasps find their active temperatures range from 21°C to 26°C. If the inter-floral phases of male jelly figs overwinter, the (broad-sense) winter-triggered dormancy turns the inter-floral phase of overwintering, male jelly figs exhibit twice times longer than summer crop. Likewise, the female, overwinter jelly figs extend five to six times longer (compared to summer). According to the five years investigation of jelly figs and its pollinating wasps growth period in Sin-Pin Farm, there are around five generations each two years. The result of investigation suggests that it is ideal if there are sufficient pollinating wasps in the field during the pollinating seasons.

---

1) Graduate student, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University. Corresponding author.

3) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.