

義大利蜂授粉技術運用於網室苦瓜 生產之研究

林孟均 吳輝虎 盧美君* 行政院農業委員會苗栗區農業改良場

摘 要

本試驗苦瓜利用網室栽培，評估設施內利用義大利蜂取代人工授粉的可行性。結果顯示，義大利蜂訪花高峰時間為8~10時，與苦瓜柱頭接受期8~9時相符，使著果率可達73.3~81.1%。以TS-A1、TS-A2及TS-A3等3品系為母系'日寶'品種為父系，在網室內利用義大利蜂授粉，調查雜交苦瓜果實性狀，其中以TS-A1為母本的後代，果皮呈白色、果重高、生長天數短、無畸形果及畸形種子發生，因此TS-A1×'日寶'為3者中最佳的親本組合。3個不同品系的苦瓜以義大利蜂及人工授粉，比較同品系間，果重、果幅、果長、落果率、畸果率、果實成熟天數、種子數、百粒重、畸形種子率、發芽率等苦瓜品質皆無顯著性差異，考量成本效益，推測以義大利蜂取代人工授粉具有可行性。

關鍵詞： 苦瓜、蜜蜂、授粉

前 言

授粉(pollination)係指花粉傳遞至柱頭的過程(Stern, 1994)。研究指出授粉對全球農業經濟的影響每年可達153億歐元(Gallai *et al.* 2009)。2011年美國農部(U. S. Department of Agriculture, USDA)統計，世界上約有250,000種的開花植物，其中約80%需仰賴蜂類(Hymenoptera : Apidae)授粉，因此，蜂類堪稱為世界上最重要的授粉昆蟲。近

年來由於氣候變遷，許多作物轉而利用設施栽培生產，設施栽培以人工授粉費工費時且成本昂貴，因此如何於設施中運用昆蟲授粉的相關研究日益受到重視。

授粉蜂的研究以熊蜂(*Bombus* spp.)相關研究較為廣泛，熊蜂以顫動翅膀的方式協助授粉，又稱為震動(Buzz)授粉(Buchmann, 1983)，許多研究顯示番茄、茄子、甜椒及辣椒等茄科(solanaceae)作物，可利用熊蜂授粉取代人工(Cane and Payne, 1990; Kevan *et al.*,

*論文聯繫人
e-mail: lumj@mdais.gov.tw

1991; Dogterom *et al.*, 1998; Morandin *et al.*, 2001; Kwon and Saeed, 2003)。自 1988 年起美國、墨西哥及加拿大網室作物所依賴的授粉熊蜂 (*Bombus occidentalis* Greene)，因網室飼育問題，出現不明疾病，導致大量死亡的訊息頻傳，許多專家開始開發多元化授粉蜂種的可能性 (Sabara and Winston, 2003)，如：義大利蜂 (Higo *et al.*, 2004, Saraba *et al.*, 2004)、中華蜜蜂 (Singh, 2008, Joshi and Joshi, 2010)、無螫蜂 (Cauich *et al.*, 2004, Sarto *et al.*, 2005, Santos *et al.*, 2008) 及無墊蜂 (Bell *et al.*, 2006) 等。

義大利蜂 (*Apis mellifera* L.) 為臺灣人工飼育的主要蜂類，自 1911 年引進，目前蜂農戶數為 766 戶，總蜂箱數高達十萬箱以上 (100 年農業統計年報)，過去多以生產蜂蜜及蜂王漿等為主。但自 1996 年起，國內推廣義大利蜂授粉瓜果類作物以來，義大利蜂已成為國內設施瓜果作物授粉主力蜂種 (林及吳，1996)，因此，生產授粉蜂的市場，成為專業蜂農極力拓展的新藍海。本場關於義大利蜂的研究指出洋香瓜及西瓜以義大利蜂協助授粉，相較於無授粉蜂的區域，其結果率可提升 70% 以上，草莓利用義大利蜂授粉可產 10~20% (林及吳，1996)。國外的研究指出，隨著義大利蜂訪花頻率的增加，向日葵結實率可由 42.17% 提升至 78.77% (張等，2009)。Higo 等 (2004) 比較義大利蜂及熊蜂進行溫室番茄授粉之效益，顯示兩者著果率均可達 98%，而且以義大利蜂取代熊蜂授粉，可降低生產成本。

臺灣夏季高溫多雨，露天栽培易造成苦瓜裂果或植株死亡，影響農民收入

甚鉅 (黃，2010)，許多農民改以設施栽培苦瓜，但因苦瓜需以昆蟲媒介授粉，因此設施栽培苦瓜以義大利蜂授粉，成為苦瓜生產的重要關鍵。為瞭解義大利蜂採集花粉及授粉，是否對苦瓜花粉及果實造成影響，本試驗以網室栽培苦瓜，評估義大利蜂授粉及人工授粉對於苦瓜花粉、果實及種子品質的影響，藉此探討義大利蜂授粉技術運用於設施苦瓜生產的可行性，並比較不同親本組合對苦瓜果實及種子品質的差異。

材料與方法

本試驗之苦瓜母本材料為行政院農業委員會種苗改良繁殖場提供的全雌性苦瓜 (*Momordica charantia* L.) TS-A1、TS-A2 及 TS-A3，父本為 '日寶'，參試苦瓜品系之種子播種於 128 孔圓孔育苗穴盤，育苗至育出 3~5 片本葉後，將穴盤苗定植於授粉網室田土中，每品系栽培 3 株為 1 重複，共 4 重複，試驗田區施用基肥為台糖蔗渣有機質肥料 50 公斤及台肥生技 1 號有機質肥料 (5-2.5-2.5) 20 公斤。每隔 15 天施用台肥 1 號即溶複肥 (26-13-13) 0.5 公斤及台肥活力 3 號生技營養劑 (0.5-0.1-1.0) 0.03 公斤做為追肥。病蟲害依各季節發生情形進行防治。

使用蜂種為本場所飼育之蜜蜂科 (Apidae) 蜜蜂屬 (*Apis*) 的義大利蜂 (*Apis mellifera* L.)，於 2010 年 3 月~2010 年 8 月在本場授粉網室進行，網室面積為 150 平方公尺，於 2010 年 5 月~7 月進行授粉調查，授粉期間維持每間網室 7,000~7,500 隻工蜂，並進行以下試驗。

一、義大利蜂訪花行為調查

義大利蜂於授粉前進行馴化，於 7~11 時將蜂箱搬離原位，隔離原有外勤蜂，再於 15~18 時進行蜂群重新組群，剩餘的內勤蜂隨發育天數增加，於 20 日齡期後，變成新的外勤蜂，此時將蜂箱放入網室內，完成馴化工作。調查盛花期出巢頻率，每日調查 8 小時，每小時觀察蜂箱 5 分鐘，重複 3 次，統計義大利蜂出巢隻數。調查網室內苦瓜訪花頻率，每小時統計 5 分鐘 5 朵花範圍內訪花的義大利蜂隻數，每次統計 5 重複共 25 朵花，3 天調查 1 次，共調查 5 次。並以溫濕度記錄器 (HOBO[®] pro v2, HOBO Technology Inc.) 記錄試驗期間溫濕度變化，每日自 8 至 16 時，每小時 1 次，共調查 5 日，統計每日溫度變化比率的公式為： $(\text{平均最高溫} - \text{平均最低溫}) / \text{平均最低溫} \times 100$ 。

二、苦瓜花粉發芽率調查

調查新 花粉及義大利工蜂所攜帶花粉之發芽率，採集 '日寶' 品系雄蕊新 花粉及利用花粉收集器置於巢門，收集每日 8~10 時工蜂攜回蜂箱的花粉，將花粉乾燥 2 小時後，以 B&K 培養基，配方為 10% (w/v) sucrose、100 mg/L H_3BO_3 、200 mg/L $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、300 mg/L $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 、100 mg/L KNO_3 ，於生長箱 2 小時 25°C 60 瓦燈泡進行培養，利用光學顯微鏡進行觀察，花粉管長度超過花粉粒 2 倍視為發芽，每植株取樣 3 次，每樣品取 3 個視景，每視景約 50~80 顆花粉，每植株約計數 450~720 顆花粉粒。

三、苦瓜果實性狀調查

自盛花期開始進行人工授粉處理，於苦瓜雌花蕾期套袋，花朵綻放後，以毛筆沾取雄花花粉授與雌蕊，授粉完後隨即套袋避免義大利蜂重覆授粉。義大利蜂授粉處理，則於始花期之雌花，經義大利蜂授粉後，以吊牌標示，每株處理 20 顆果實。於全雌性苦瓜授粉果實成熟開始轉紅後摘下進行調查，每重複的每處理調查 15 顆果實，調查項目包括果實外觀、果實生長日數、結果數、果重、果長、果幅、落果率及畸果率。苦瓜種子調查種子數、畸形種子率、百粒重及發芽率等。

四、統計分析

試驗數據以 SAS (Strategic Applications System) 統計分析軟體進行變方分析 (ANOVA) 及 Fisher's 最小顯著差異性 (Least significant difference, LSD) 測驗分析各處理間的差異性， P 值小於 0.05 視為具顯著差異。

結 果

一、網室義大利蜂出巢隻數及訪花頻度

調查試驗期間溫濕度如圖一，每日 8~16 時最高溫為 13 時，平均氣溫為 30.04°C，濕度為 72.0 %RH，每日 8~13 時平均氣溫上升 47.9%，13~16 時平均氣溫下降 28.9%。義大利蜂出巢隻數及訪花頻度，結果顯示如圖二，將義大利蜂每日出巢隻數繪製成曲線圖，結果呈雙峰曲線 (double-peak curve)，顯示每日有 2 個高峰時間，分別為 8~10 時及

14~16時，其中上午以9時平均35隻/5分鐘為最高，觀察出巢主要目的為訪花及飲水；下午則以15時平均38隻/5分鐘為最高，觀察出巢主要目的為飲水及排泄。觀察訪花行為顯示，義大利蜂的訪花模式，採雌雄花交叉訪花方式，工蜂多先訪雄花採集花粉後，再訪雌花，訪雌花的過程會不斷地碰觸柱頭，藉此完成授粉動作。訪花頻度則以上午9~11時為最高峰，其中以上午10時14隻/5分鐘/5朵花為最高峰。

二、苦瓜花粉發芽率分析

調查'日寶'品系新 雄蕊花粉及義大利蜂攜帶花粉，以B&K培養基體外培養2小時，結果顯示，自雄蕊取下新花粉平均花粉管萌發率為49%，利用義大利蜂花粉收集器，收集的義大利蜂採集花粉，其花粉管萌發率為48%，以Student's *t* 檢定統計分析，兩處理發芽率無顯著性差異($P<0.05$)。

三、不同品系間果實及種子差異分析

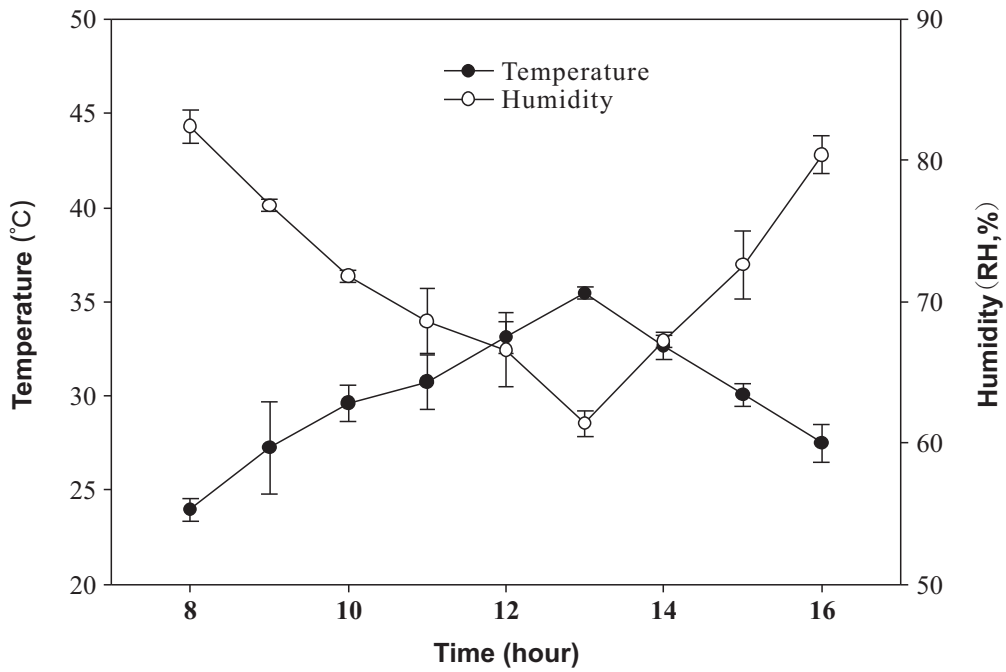
以苦瓜品系TS-A1、TS-A2及TS-A3為母本，'日寶'品種為父本，觀察後代成熟苦瓜果實及種子外觀，結果如圖三，TS-A1品系果實呈紡錘形，果皮為白色；TA-A2品系果實呈紡錘形，果皮為綠色；TS-A3品系果實呈長柱形，果皮為黃白色。雜交苦瓜果實及種子分析結果(表一)，顯示3品系中以TS-A1品系為母本的後代，平均果重最重(626.9~669.3g)，果幅最寬(10.1~11.0cm)，果長以TS-A3品系雜交苦瓜最高(26.0~26.8cm)。落果率平均以TS-

A1雜交後代最高(26.7%)；TS-A2品系最低(18.9%)，畸果率以TS-A3品系雜交苦瓜最高(6.7~8.3%)，TS-A1品系則無畸形果發生。果實成熟天數以TS-A2品系雜交後代所需天數最長(18.1~21.0天)；TS-A1品系天數最短(16.1~16.3天)。

調查3品系人工授粉果實的平均種子數相近，約為38.3~38.9顆/條，義大利蜂授粉種子數為34.3~36.6顆/條，兩處理平均種子數未達顯著性。種子百粒重以雜交TS-A2品系的苦瓜最重(25.1~25.9g)；TS-A1品系最輕(22.8~23.6g)，畸形種子率以TS-A2品系人工授粉0.8最高，TS-A2品系義大利蜂授粉0.3次之，其他品系則無畸形種子。種子發芽率以TS-A3品系較高(83.0~90.0)，TS-A2品系最低(73.3~75.0)。比較同品系不同處理對果實品質，包含果重、果幅、果長、落果率、畸果率及果實成熟天數；種子品質包含種子數、百粒重、畸形種子率及發芽率，結果顯示皆無顯著性差異。

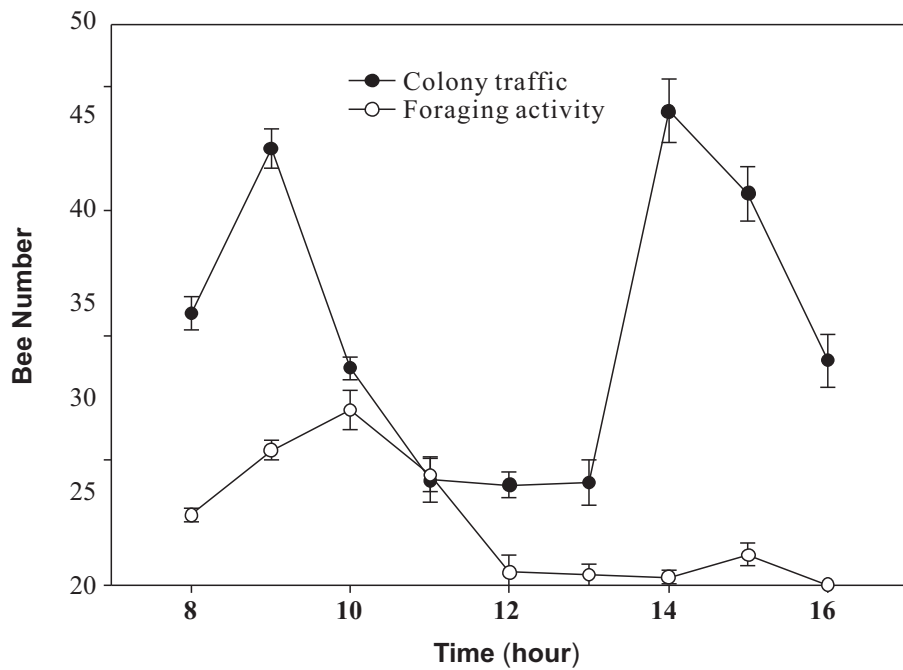
討 論

Know及Saeed(2003)曾指出熊蜂出巢及訪花行為，隨著中午氣溫上升至32.3°C，出巢及訪花頻度分別下降40.0及69.7%，推測可能是完成食物的採集，正在進行蜂巢食物的整理或高溫造成熊蜂的留巢掘風散熱(ventilation)行為，造成出巢及訪花行為下降。本試驗調查授粉期間每日8~9時平均氣溫為25.6°C，每小時平均出巢隻數為28.4



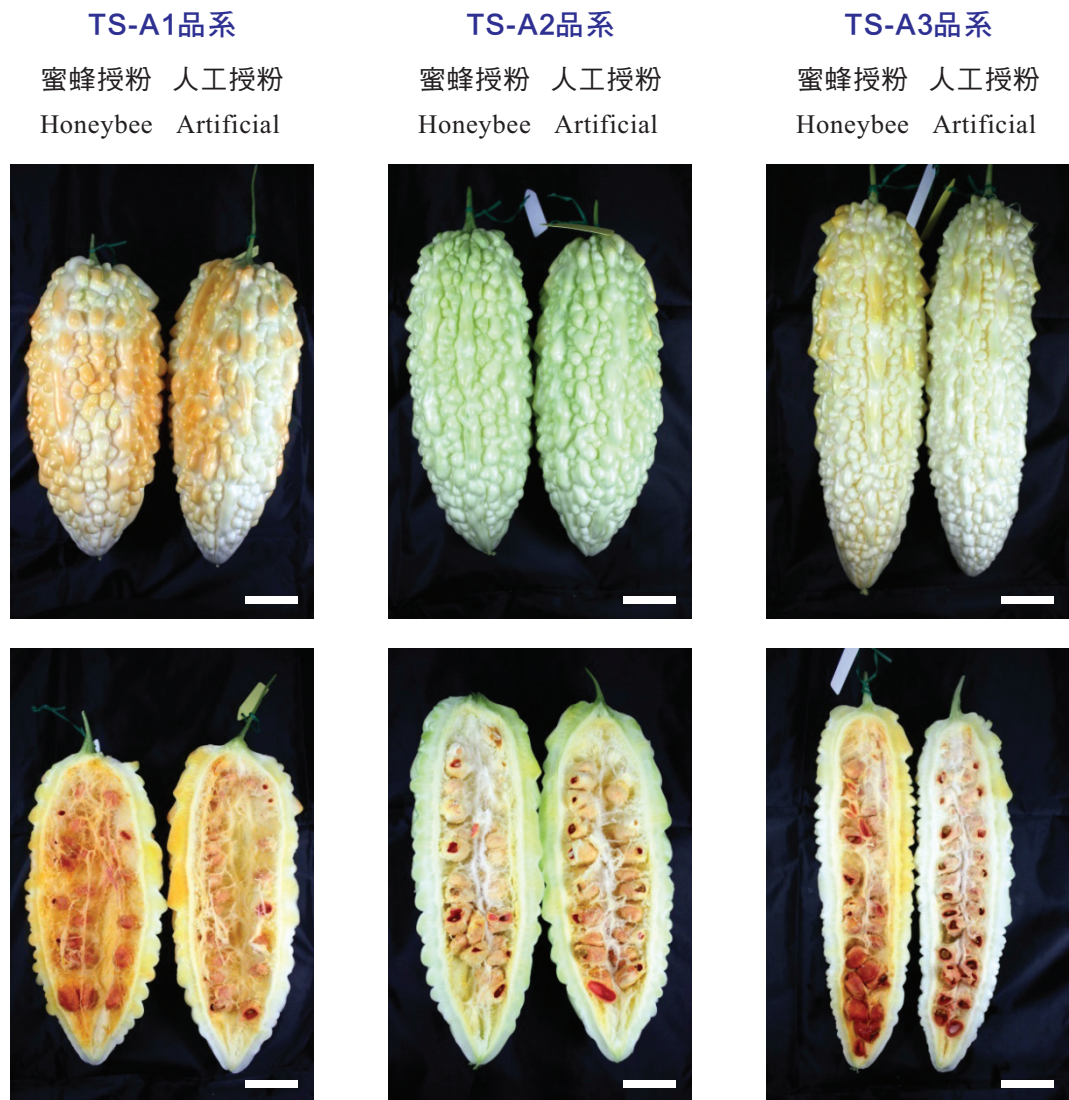
圖一 網室中每日 8~16 時溫濕度變化

Fig. 1. The average of hourly temperature and humidity from 8:00 to 16:00 in plastic house.



圖二 工蜂在網室內日周出巢數及訪花數調查

Fig. 2. Comparison the number of honeybee (worker bee) Colony traffic and foraging activity of day in plastic house.



圖三 比較義大利蜂及人工授粉對苦瓜果實外觀之影響 (Scale=5 cm)

Fig. 3. Effect of artificial and honeybee pollination on fruit shape of bitter melon.

表一 義大利蜂及人工授粉對苦瓜果實及種子質量之比較

Table 1. Comparison fruit weight, fruit width, fruit length, fruit dropping rate, irregular fruit rate, fruit growing period, seed numbers, hundred seeds weight, and deformed seed rate between artificial pollination and honeybee pollination in bitter gourd

Line	TS-A1		TS-A2		TS-A3		
	Treatment	Artificial pollination	Honeybee pollination	Artificial pollination	Honeybee pollination	Artificial pollination	Honeybee pollination
Weight (g)		626.9 ±39.6 a ^z	669.3 ±29.1 a	534.0 ±17.5 b	487.9 ±24.4 b	463.7 ±25.6 bc	393.5 ±29.9 c
Width of fruit (cm)		10.1 ±0.4 a	11.0 ±0.6 a	10.5 ±0.9 a	9.3 ±0.3 ab	8.0 ±0.2 bc	7.7 ±0.3 c
Length of fruit (cm)		24.3 ±1.0 abc	25.8 ±0.4 abc	23.1 ±1.0 c	23.9 ±0.6 bc	26.8 ±0.8 a	26.0 ±0.9 ab
Fruit dropping rate (%)		22.3 ±3.1 a	26.7 ±6.7 a	18.9 ±4.7 a	22.2 ±6.3 a	19.1 ±2.2 a	20.0 ±0.0 a
Ratio of irregular fruit (%)		0.0 ±0.0 a	0.0 ±0.0 a	3.8 ±2.4 a	3.3 ±3.3 a	6.7 ±6.7 a	8.3 ±8.3 a
Fruit growing period		16.3 ±0.3 b	16.1 ±0.4 b	18.1 ±0.5 ab	21 ±1.9 a	17.5 ±0.9 b	18.4 ±1.5 ab
Seed numbers		38.9 ±0.9 a	36.5 ±1.2 ab	38.3 ±0.8 ab	36.6 ±0.9 ab	38.7 ±2.1 ab	34.3 ±2.3 b
Weight per hundred seeds (g)		23.6 ±0.7 ab	22.8 ±0.1 b	25.9 ±0.8 a	25.1 ±1.0 ab	24.8 ±0.9 ab	23.2 ±0.6 ab
Ratio of deformed seed (%)		0.0 ±0.0 a	0.0 ±0.0 a	0.8 ±0.6 a	0.3 ±0.3 a	0.0 ±0.0 a	0.0 ±0.0 a
Ratio of Seed germination (%)		80.0 ±2.9 ab	80.0 ±5.0 ab	73.3 ±6.0 b	75.0 ±2.9 b	90.0 ±5.8 a	83.0 ±3.3 ab

z: Mean ±standard error (n=4). Means within each row followed by the same letter(s) are not significantly at $P<0.05$ by Fisher's protected LSD test.

隻，但 12~13 時平均氣溫上升至 34.3 °C，每小時平均出巢隻數降至 8.1 隻。8~13 時隨著氣溫上升 47.9%，義大利蜂的出巢及訪花頻度分別下降 76.6% 及 94.3%，在 12~13 時可觀察到大量的義大利蜂在巢門搧風散熱，因此得知義大利蜂具有與熊蜂類似的行為，在高溫的影響之下，會傾向進行其他活動，而減少出巢及訪花的行為。

Sanzol 及 Herrero (2001) 指出有效的授粉期 (effective pollination period, EPP) 為決定作物正常授粉受精的有效時間，EPP 主要取決於柱頭接受性 (stigmatic receptivity)、花粉活性及溫度等因子所影響。Sarto 等 (2005) 研究無墊蜂訪花高峰為 8~11 時，但番茄柱頭接受性高峰為 10~15 時，由於有效授粉期短，造成無墊蜂授粉的番茄種子乾重降低 10.8%。根據本試驗結果顯示，義大利蜂訪花高峰為 8~10 時，張等 (1999) 曾指出苦瓜柱頭接受花粉的高峰時間為開花當日 8~9 時，與義大利蜂訪花時間相符，所生產的苦瓜品質，與人工授粉對照組相比亦無顯著性差異，推測義大利蜂為合適的苦瓜授粉昆蟲。此外，張及宋 (2006) 指出新 苦瓜花粉發芽率約為 86.2~90.4%，著果率約為 83.8~88.8%，溫度升高會降低苦瓜花粉活力，但苦瓜授粉量及花粉活性對著果率的影響不大，僅需 1/4 的授粉量及有活力的花粉，即可刺激苦瓜果實正常發育。本試驗調查新 花粉發芽率偏低，僅約 48~49% 的花粉粒發芽，推測可能因試驗期間連日高溫，造成花粉萌發率下降，雖然花粉發芽率偏低，但因義大利

蜂授粉時間及苦瓜柱頭接受花粉期相符，著果率仍可達 73.3~81.1%。

本試驗調查 TS-A1、TS-A2 及 TS-A3 等 3 品系為母本，'日寶' 品種為父本的雜交果實特性，比較各品系果實品質顯示，TS-A1 品系相較於其他兩品系，其果皮呈白色，果實最重，且生長天數最短，無畸形果及畸形種子發生，推測 TS-A1 '日寶' 為 3 者中最佳的親本組合。試驗顯示，同品系的不同處理間，苦瓜果實及種子性狀皆無顯著性差異，推測義大利蜂授粉不會降低苦瓜的品質。比較 3 品系不同性狀的差異，顯示品系間平均果重、果長、果幅、成熟天數、種子數、百粒重、種子發芽率具顯著性差異 ($P < 0.05$)，在相同父本的情況下，推測苦瓜的果實及種子性狀差異受母本效應影響，但其中 3 品系的落果率、畸果率及畸形種子率均無顯著性差異，Racskó 等 (2007) 曾指出落果與畸形果及種子的發生與授粉效能有關，因此推測 3 品系以義大利蜂取代人工授粉，不會影響其授粉效能。

義大利蜂授粉對產量的影響相關研究指出，設施栽培大豆 (*Glycine max* L.) 以義大利蜂協助授粉，相較於未授粉處理，可 產量達 50.64% (Chiari *et al.*, 2005)。以義大利蜂授粉生產向日葵 (*Helianthus annuus* L.) 雜交種子，相較於自然授粉，義大利蜂授粉稔實率可達 98~99%，並可 加產量 (Oz *et al.*, 2009)。本試驗評估義大利蜂取代人工授粉，每公頃苦瓜栽培面積每月約可減少 83.75 授粉成本支出。因此推測設施使用義大利蜂授粉技術，相較於自然授粉，可 加產量；相較於人工授粉，可

減少成本，且對於苦瓜果實及種子品質沒有影響。在考量經濟效益的情況下，以義大利蜂取代人工授粉具有可行性。

誌謝

本文承行政院農業委員會科技計畫補助(99農科-4.2.2-苗-M3)，行政院農業委員會種苗繁殖場提供苦瓜材料，試驗期間承蒙本場劉茂榮先生及陳慶旺先生，亞洲大學生物科技學系吳翊帆及穆文翔先生協助，謹此一併誌謝。

引用文獻

- 林俊彥、吳登楨。1996。蜜蜂授粉技術-露地栽培。蜜蜂授粉技術 p16-26。
- 張云毅、祈海萍、郭媛、邵有全、劉耀明。2009。蜜蜂授粉對向日葵結子率的影響。山東農業科學 37(1)：48-49。
- 張正桓、宋好。2006。苦瓜果實貯藏溫度、期間與授粉方式對著果之影響。植物種苗 8(4)：17-30。
- 張有明、劉邦基、蕭吉雄、許圳塗。1999。苦瓜果實構造及發育研究 I-苦瓜果實構造及受精過程。中華農業研究 48(4)：23-31。
- 黃祥益。2010。苦瓜栽培管理技術。高雄區農技報導105期。
- Bell, M. C., R. N. Spoonerhart, and A. M. Haigh. 2006. Pollination of greenhouse tomatoes by the Australian bluebanded bee *Amegilla*

(*Zonamegilla*) *holmesii* (Hymenoptera: Apidae). J. Econ. Entomol. 99(2)：437-442.

- Buchmann, S. C. 1983. Buzz pollination in angiosperms. Handbook of experimental pollination biology. Van Nostrand Reinhold, New York, pp. 73114.
- Cane, J. H. and J. A. Payne. 1990. Native bee pollinates rabbit eye blueberry. Alabama Agric. Exp. Stn. 37: 4.
- Cauch, O., J. J. G. Quezada-Euan, J. O. Macias-Macias, V. Reyes-Oregel, S. Medina-Peralta, and V. Parra-Tabla. 2004. Behavior and pollination efficiency of *Nannotrigona perilampoides* (Hymenoptera: Meliponini) on greenhouse tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) in subtropical Mexico. J. Econ. Entomol. 97(2)：475-481.
- Chiari, W. C., V. A. A. Toledo, M. C. C. R. Takasusuki, A. J. B. Oliveira, E. S. Sakaguti, V. M. Attencia, F. M. Costa, and M. H. Mitsui. 2005. Pollination of soybean (*Glycine max* L. Merrill) by honeybees (*Apis mellifera* L.). Braz. Arch. Biol. Tech. 48(1)：31-36.
- Dogterom, M. H., J. A. Matteoni, and R. C. Plowright. 1998. Pollination of greenhouse tomatoes by the North American *Bombus vosnesenskii* (Hymenoptera: Apidae). J. Econ.

- Entomol. 91: 71-75.
- Evans, E. C., and M. Spivak.** 2006. Effects of honey bee (Hymenoptera: Apidae) and bumble bee (Hymenoptera: Apidae) presence on cranberry (Ericales: Ericaceae) pollination. *J. Econ. Entomol.* 99(3): 614-620.
- Gallai, N., J. M. Salles, J. Settele, B. E. Vaissière.** 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *J. Econ. Entomol.* 68: 810-21.
- Higo, H. A., N. D. Rice, M. L. Winston, and B. Lewis.** 2004. Honey bee (Hymenoptera: Apidae) distribution and potential for supplementary pollination in commercial tomato greenhouses during winter. *J. Econ. Entomol.* 97(2) : 163-170.
- Joshi, N. C., and P.C. Joshi.** 2010. Foraging behavior of *Apis* spp. on Apple flowers in a subtropical environment. *N. Y. Sci. J.* 3(3):71-76
- Kevan, P. G., W. A. Straver, M. Offer, and T. M. Lavery.** 1991. Pollination of greenhouse tomatoes by bumble bees in Ontario. *Proc. Entomol. Soc. Ontario* 122: 15-19.
- Kwon, Y. J., and S. Saeed.** 2003. Effect of temperature on the foraging activity of *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae) on greenhouse hot pepper (*Capsicum annum* L.). *Appl. Entomol. Zool.* 38 (3): 275280.
- Moisset, B., and S. Buchmann.** 2010. Bee basics: An introduction to our native bees. US Dept. Agric. Washington, DC. 40 pp.
- Morandin, L. A., T. M. Lavery, and P. G. Kevan.** 2001. Bumble Bee (Hymenoptera: Apidae) activity and pollination levels in commercial tomato greenhouses. *J. Econ. Entomol.* 94(2): 462-467.
- Oz, M., A. Karasu, I. Cakmak, A. T. Goksoy, and Z. M. Turan.** 2009. Effects of honeybee (*Apis mellifera*) pollination on seed set in hybrid sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Afr. J. Biotechnol.* 8(6): 1037-1043.
- Racsó, J., G.B. Leite, J.L. Petri, S. Zhongfu, Y. Wang, Z. Szabó, M.Soltész, and J. Nyéki.** 2007. Fruit drop: The role of inner agents and environmental factors in the drop of flowers and fruits. *Int. J. Hortic. Sci.* 13(3): 13-23.
- Sabara, H. A., D. R. Gillespie, E. Elle, and M. L. Winston.** 2004. Influence of brood, vent screening, and time of year on honey bee (Hymenoptera: Apidae) pollination and fruit quality of greenhouse tomatoes. *J. Econ. Entomol.* 97(3): 727-734.
- Sabara. H. A. and M. L. Winston.** 2003. Managing honey bees (Hymenoptera: Apidae) for greenhouse tomato

- pollination. *J. Econ. Entomol.* 96 (3): 547-554.
- Santos, S. A. B., A. C. Roselino, and L. R. Bego.** 2008. Pollination of cucumber, *Cucumis sativus* L. (Cucurbitales: Cucurbitaceae), by the stingless bees *Scaptotrigona* aff. *depilis* Moure and *Nannotrigona testaceicornis* Lepageletier (Hymenoptera: Meliponini) in greenhouses. *Neotrop. Entomol.* 37(5): 506-512.
- Sanzol, J. and M. Herrero.** 2001. The “effective pollination period” in fruit trees. *Sci. Hort.* 90: 1-17.
- Sarto, M. C. L. D., R. C. Peruquetti, and L. A. O. Campos.** 2005. Evaluation of the neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. *J. Econ. Entomol.* 98(2): 260-266.
- Singh, M. M.** 2008. Foraging behaviour of the himalayan honeybee (*Apis cerana* f.) on flowers of *fagopyrum esculentum* M. and its impact on grain quality and yield. *Ecoprint.* 15: 37-46.
- Stern, R. K.** 1994. Introductory plant biology. Wm. C. Brown Publisher, New York, USA. pp.537.
- Wu, J., J. L. Li, W. J. Peng, and F. L. Hu.** 2010. Sensitivities of three bumblebee species to four pesticides applied commonly in greenhouses in China. *Insect Science* 17: 6772.

收件日期：101年08月29日

接受日期：102年02月01日

Application of Honeybee (*Apis mellifera* L.) Pollination on Bitter Gourd (*Momordica charantia* L.) Production in Plastic House

Meng-Jin Lin, Huei-Hu Wu, Mei-Chun Lu*

Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture,
Executive Yuan, Taiwan, R. O. C.

ABSTRACT

This study investigated the practicality of honeybee pollination on bitter gourds. The fruit set percentage of bitter grounds ranging from 73.3% to 81.1% was largely dependent on the time overlap between the peak hours of the flower stigma receptivity (8 a.m. to 9 a.m.) and that of the honeybee flower-foraging activities (8 a.m. to 10 a.m.). Three bitter gourd varieties: TS-A1, TS-A2 and TS-A3, were hybridized as female parents with “R-Bau” as male parent. The offspring plants inherited from TS-A1 showed the desired characteristics such as the white-skinned appearance, the heavier fruit weight, the shortest fruit-growing period, zero irregular-fruit and deformed-seed rates. Therefore, the best parent combination would be TS-A1 x “R-Bau”. All three bitter gourd varieties were tested on their fruit weight, length, width, fruit-dropping rates, irregular-fruit-rates, fruit-ripening periods, seed amounts, 100-seed weight, deformed seed rates, germination rates by both pollination methods. However, there is no significant difference between bee-pollinated and hand-pollinated treatments. In consideration of cost effectiveness, the experiment results verified the feasibility of substituting bee pollination for artificial pollination in the near future.

Key words: bitter gourd (*Momordica charantia* L.), honeybee (*Apis mellifera* L.), pollination.

*Corresponding author, e-mail: lumj@mdais.gov.tw