

# 屏東縣第64屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生活與應用科學科(二)

組 別：國小組

作品名稱：「蠹」絕後患~咖啡產業與咖啡果小蠹防治之探究

關 鍵 詞：咖啡果小蠹、阿拉比卡咖啡、原鄉部落

編號： A7004

# 「蠹」絕後患~咖啡產業與咖啡果小蠹防治之探究

## 摘要

咖啡，自日據時代以來一直是臺灣原鄉部落極為重要的產業，其中又以屏東、南投為臺灣咖啡主要產地。近幾年來，因為咖啡果小蠹肆虐，導致臺灣咖啡產業面臨極為嚴峻的挑戰，農業學術機構也積極協助咖啡農使用氣味誘殺進行防治，但效果有限。為了有效解決咖啡產業困境，我們在屏東縣霧台鄉進行兩年的田野調查與追蹤，並進行誘引實驗，結果發現，咖啡果小蠹喜好濕、冷的中海拔環境，而咖啡開花是咖啡果小蠹族群入侵咖啡園的時間點，此時，咖啡果小蠹會咖啡園內交配，雌性咖啡果小蠹會偏好選擇咖啡果實由黃轉紅時，產卵寄生，子代會在咖啡果實內生長成成蟲後離開。根據實驗結果，我們建議果小蠹防治因於咖啡開花時使用白或橘色裝置誘捕，最有效。

# 壹、前言

## 一、研究動機

有一次我們到霧台旅遊，沿路上看到許多咖啡樹，樹上也結滿了很多紅色的咖啡果，在尋找咖啡豆的好奇驅使下，我們撥開咖啡果，卻發現乳白色咖啡豆內藏了許多黑色的小蟲子，且咖啡豆整個被黑色的小蟲子吃空(圖1)；為了想知道到底是誰把咖啡吃光光，我們上網查詢相關新聞資料，赫然發現它正是目前屏東咖啡產業最頭痛的害蟲-咖啡果小蠹(圖2)。後來，國小自然第四冊第二單元昆蟲王國中，老師介紹許多有趣的昆蟲與野外昆蟲的調查方式，讓我們幾個好朋友下定決心，想一起幫咖啡農民找出屏東咖啡果小蠹生長環境與物種習性，提供給農民作為防治咖啡果小蠹的參考依據。



圖1：咖啡豆中的黑色小蟲子-咖啡果小蠹



圖2：屏東咖啡果小蠹入侵報導(左:聯合新聞；右:自由時報)

## 二、研究目的

- (一)分析臺灣咖啡產業現況
- (二)訪談咖啡農民並找出咖啡種植歷程與困境
- (三)田間調查咖啡果小蠹的生長與物種習性
- (四)咖啡果小蠹誘引試驗分析
- (五)有效防治咖啡果小蠹的時機與方式

## 三、研究架構

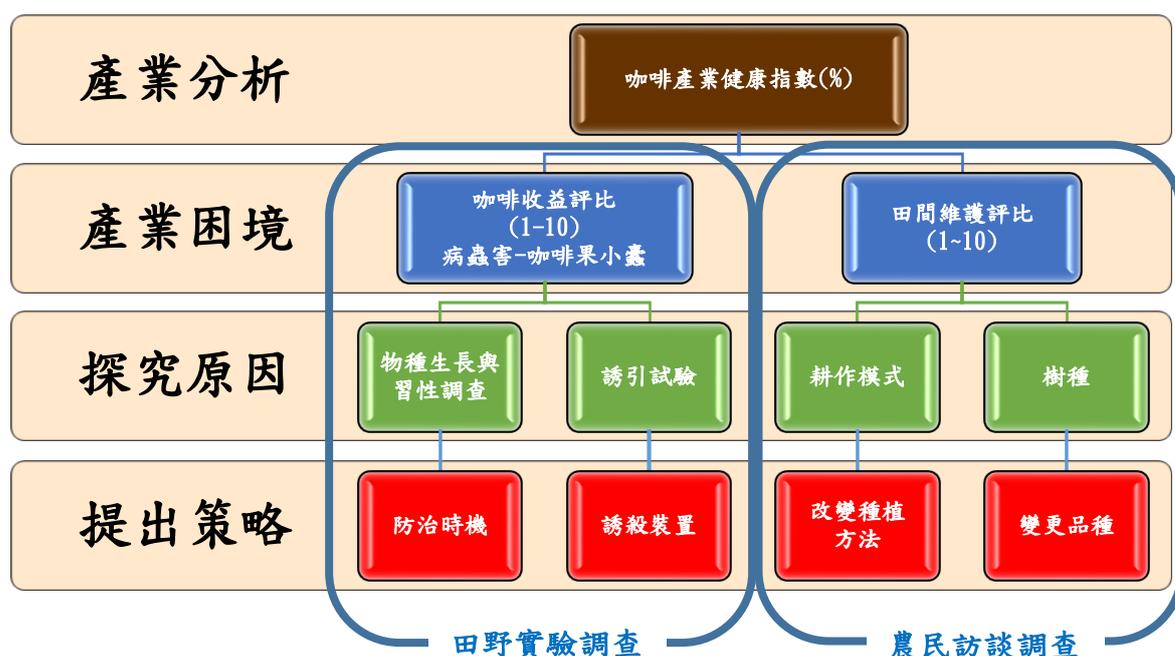


圖3:咖啡果小蠹防治探究研究架構

## 四、文獻回顧(歷屆科展)

- (一)益生菌或抑生菌~探討茄镰刀菌影響咖啡果小蠹生長的情形

中華民國第60屆中小學科學展覽會國中組生活與應用科學(二)科近來咖啡樹大增，造成在咖啡豆完成生活史的咖啡果小蠹迅速擴散，使用化學藥劑也難以防治。閱讀文獻發現白殭菌可以抑制咖啡果小蠹，因此我們採集帶白菌的咖啡豆進行培育，並透過前置實驗，找出使咖啡果小蠹早期死亡的蟲生真菌。經過菌種鑑定，此蟲生真菌是國外研究提高雌蟲生殖力的茄镰刀菌。為了進一步了解此菌對咖啡果小蠹的影響，我們設計益生菌及抑生菌實驗。研究結果顯示噴灑 $4.39 \times 10^6$ 孢子液可在第3天達到半致死率； $4.39 \times 10^5$ 孢子液可在10天內達到100%死亡效果；將噴灑 $4.39 \times 10^6$ 孢子液的咖啡果小蠹放入咖啡豆10天，可達22%長菌率，其殺蟲效果不亞於市售白殭菌，對咖啡樹上的疣胸琉璃蟻無致

命影響。未來可將此菌與白殭菌共同運用於咖啡園中，達到生物農藥防治效果。

## (二) 蠹絕引酒—探討自製誘引劑對咖啡果小蠹的誘引情形

中華民國第62屆中小學科學展覽會國中組生活與應用科學(二)科  
 近來咖啡樹種植面積擴大，使得以咖啡豆維生的咖啡果小蠹迅速擴散，此蟲幾乎在咖啡豆中完成生命史，因此防治不易。閱讀文獻發現此蟲容易受甲醇乙醇氣味引誘，我們自製誘引瓶及研發酒麴菌液+甲醇乙醇的方式進行實驗。結果發現：1. 紅色誘引瓶抓到較多咖啡果小蠹，推論此蟲易受紅色(波長620 - 750 nm)吸引；2. 相同成分發酵液體添加3：1甲醇乙醇混合後的誘引劑有較佳的誘引效果；3. 比較酒麴菌在不同液體發酵效果，發現糖水酒麴菌+3：1甲醇乙醇>咖啡豆液酒麴菌+3：1甲醇乙醇>單純甲醇乙醇(3：1)；4. 同一成分的誘引劑在海拔較低時誘引效果較佳；5. 酒麴菌誘引劑會隨著溫度升高而逐漸提升誘引效果。未來可搭配農改場誘引劑使用，提升咖啡果小蠹的防治。

## 貳、研究設備及器材

### 一、儀器設備

表1：實驗儀器設備圖示

		
<p>土壤檢測儀</p>	<p>瓦楞板</p>	<p>UHandy 行動顯微鏡</p>
		
<p>電子游標尺</p>	<p>園藝剪</p>	<p>溫、溼度計</p>

### 二、器材與藥品

保鮮膜、手機(海拔、座標定位)、黏蟲劑、塑膠手套、培養皿、紙張、鑷子、油性黑筆、園藝鐵絲、打洞器、夾鏈袋。



圖4：野外調查儀器使用狀況

## 參、研究過程或方法

### 一、分析臺灣咖啡產業現況

為了瞭解臺灣咖啡產業現況，我們從「農業知識入口網」(圖5)及「行政院農業統計資料查詢」(圖6)蒐集101年至111年臺灣各縣市咖啡種植面積(公頃)、咖啡收穫面積(公頃)、咖啡收量(公斤)以及咖啡每公頃收量(公斤)進行分析。先計算出101年至111年臺灣各縣市咖啡種植平均損害面積(%)及咖啡單位面積平均收量(公斤/公頃)，換算出臺灣各縣市「咖啡田間維護評比」與「咖啡收益評比」，再加總算出臺灣各縣市「咖啡產業健康指數(%)」，最後再分析各縣市咖啡產業現況。

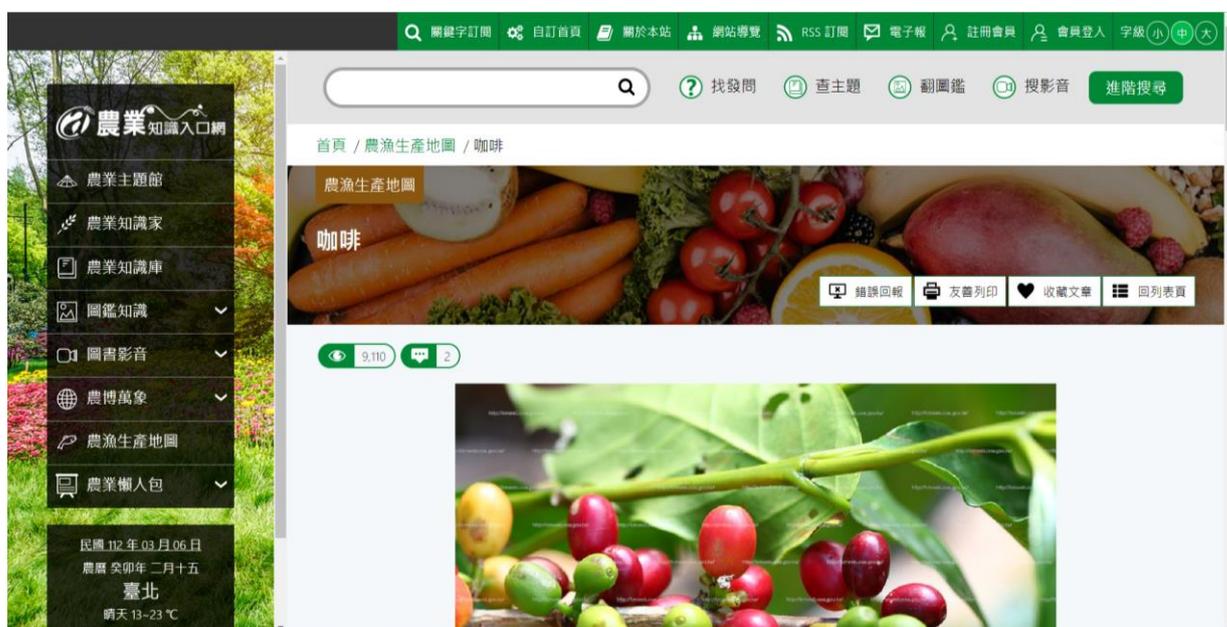


圖5：農業知識入口網查詢各縣市咖啡種植面積

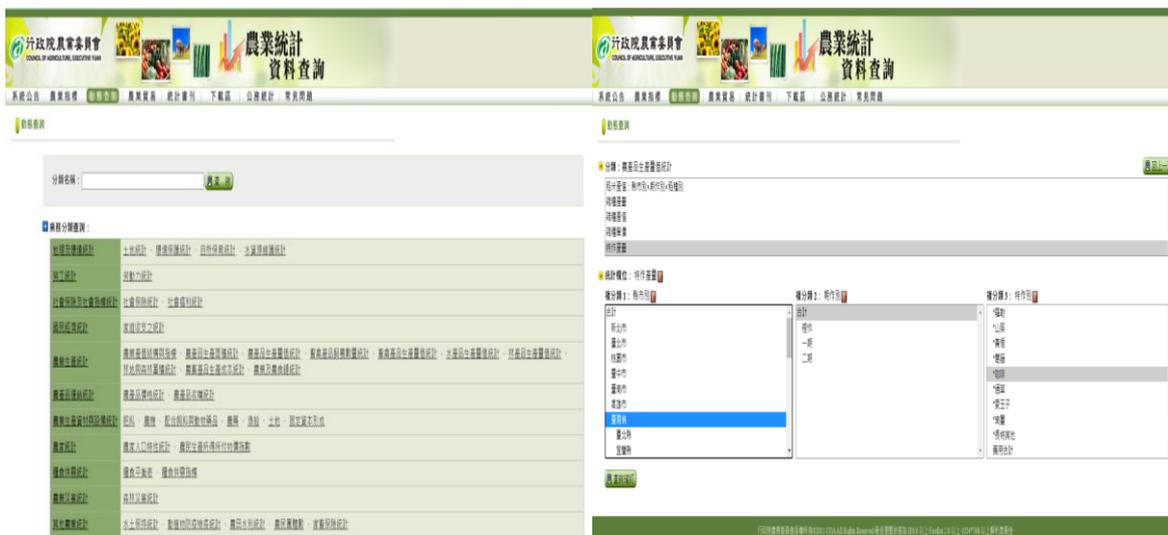


圖6：行政院農業統計資料查詢各縣市咖啡產量

查詢方式:農產品生產量值統計>特作產量>咖啡

(一)咖啡種植平均損害面積(%)

- 咖啡種植損害面積是種植面積減掉收穫面積，再除以種植面積，乘上100%

$$\frac{\text{種植面積} - \text{收穫面積}}{\text{種植面積}} \times 100\% = \text{損害面積}(\%)$$

- 咖啡種植平均損害面積是101~111年間，損害面積總和，除以11，再乘上100%。

$$\frac{\text{損害面積}(11\text{年})\text{總和}}{11(\text{年})} \times 100\% = \text{平均損害面積}(\%)$$

(二)咖啡單位面積平均收量(公斤/公頃)

咖啡單位面積平均收量是101~111年間，咖啡平均收量除以咖啡平均種植面積

$$\frac{\text{咖啡}(11\text{年})\text{平均收量}(\text{公斤})}{\text{咖啡}(11\text{年})\text{平均種植面積}(\text{公頃})} = \text{咖啡單位面積平均收量}(\frac{\text{公斤}}{\text{公頃}})$$

(三)咖啡田間維護評比(0~10分)

依據101年至111年間，咖啡種植平均損害面積給予1~10分，咖啡種植平均損害面積越低，評比分數越高，評分標準如下：

表2：咖啡田間維護評比(0~10分)

平均損害面積(%)	0~1	1~10	11~20	21~30	31~40	41~50
評比積分	10	9	8	7	6	5
平均損害面積(%)	51~60	61~70	71~80	81~90	91~100	
評比積分	4	3	2	1	0	

(四)咖啡收益評比(0~10分)

依據101年至111年間，咖啡單位面積平均收量給予1~10分，咖啡單位面積平均收量越高，評比分數越高，評分標準如下：

表3: 咖啡收益評比(0~10分)

單位面積平均收量 (公斤/公頃)	1000 ↑	999~900	899~800	799~700	699~600	599~500
評比積分	10	9	8	7	6	5
單位面積平均收量 (公斤/公頃)	499~400	399~300	299~200	199~100	99~0	
評比積分	4	3	2	1	0	

(五)咖啡產業健康指數(%)

將咖啡田間維護評比(0~10分) 加上咖啡收益評比(0~10分)後，除以評比總分20分，在乘上100%，求得咖啡產業健康指數(%)；健康指數越高，咖啡在田間管理與咖啡採收狀況越好，病蟲害問題也相對較低。

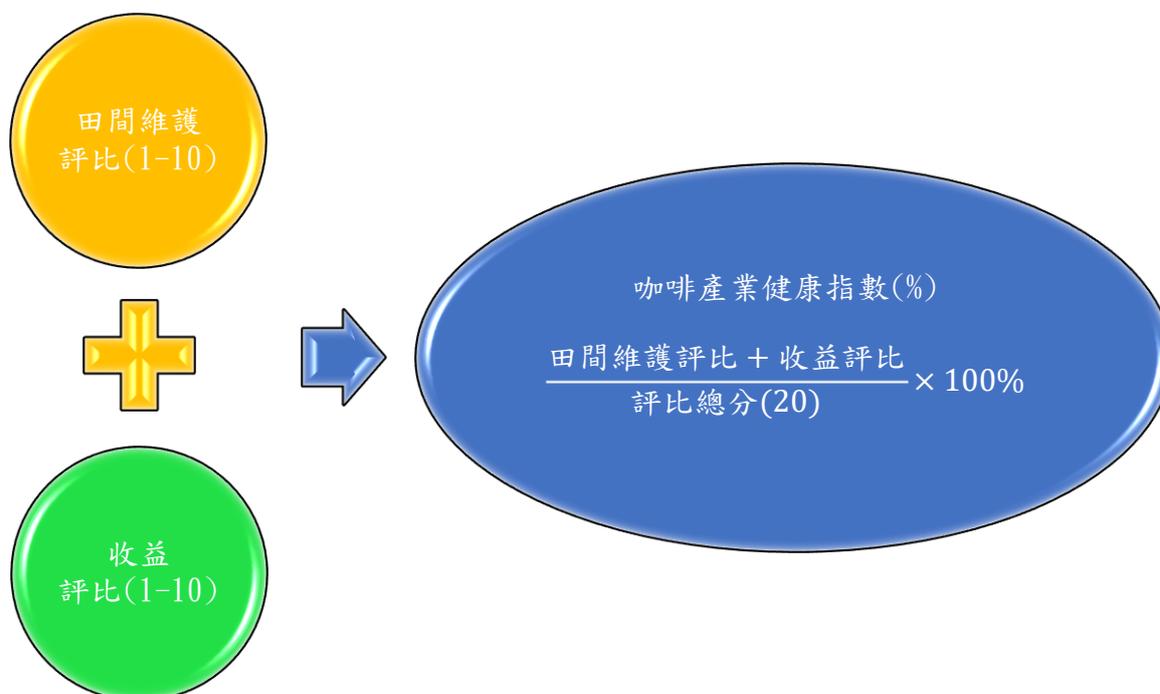


圖7: 咖啡產業健康指數(%)

## 二、訪談屏東縣咖啡產地農民了解咖啡種植歷程與困境

為了瞭解屏東咖啡目前的咖啡種植現況與困境，我們查詢相關資料，並連繫霧台鄉阿桃咖啡老闆沙春桃女士及霧台鄉前鄉長杜正吉進行訪談(圖8)，收集咖啡種植歷程與困境，並在霧台鄉神山部落及霧台部落的咖啡林地進行調查與實驗採集。

### (一) 訪談人物/地點



圖8:咖啡農民與霧台鄉鄉長訪談

### (二) 訪談內容

1. 目前咖啡收成狀況如何?
2. 您是否有聽過/看過咖啡果小蠹?
3. 目前在屏東縣原鄉部落如何防治咖啡果小蠹?
4. 咖啡果小蠹只寄生在咖啡果上嗎?
5. 被咖啡果小蠹寄生有什麼特徵?
6. 咖啡何時收成?何時開花?
7. 如何從咖啡果變成咖啡豆?
8. 咖啡種植上有什麼技巧?
9. 您對咖啡產業的願景?

## 三、田間調查咖啡果小蠹的生長與物種習性

為了瞭解不同氣候類型咖啡果小蠹的寄生情況，我們選擇霧台鄉兩個不同氣候類型的環境作為樣區(表4)，神山部落與霧台部落，並於冬季(結果期)與春季(開花期)進行調查(圖8)，以了解咖啡果小蠹的寄生分布與生長狀況。

### (一)神山 VS. 霧台咖啡果小蠹寄生狀況

實驗採集不同氣候類型(表4)，乾熱型氣候(神山部落)148顆植株與濕冷型氣候(霧台部落)135顆植株進行，分析統計咖啡果小蠹被寄生的狀況。

表4:神山部落、霧台部落採集樣區資料

樣站	神山樣站	霧台樣站
座標位置	22.753380, 120.727643	22.742572, 120.728813
海拔高度	645.4m	900m
氣溫	30.6°C	27.8°C
空氣濕度	68%	77%
土壤酸鹼性	中性(pH:7)	中性(pH:6.8)
土壤乾濕度	乾燥	潮濕



圖8：調查採樣照片-神山部落(左)與霧台部落(右)

### (二)咖啡果小蠹寄生的植株直徑分析

從所有被寄生的135棵咖啡樹中，用電子游標尺測量植株直徑(圖9-左)，進行分析，將寄生植株直徑區分成40-49mm，50-59mm，60-69mm三種進行比較，以了解咖啡果小蠹寄生植株大小分布。

### (三)咖啡果小蠹寄生的植株高低分析

從所有被寄生的135棵咖啡樹中，用皮尺測量植株高低(圖9-右)，進行分析，將寄生植株高低區分成120-129cm，140-149cm，160-169cm，170-179cm，180-189cm，190-199cm，210-219cm，三種進行比較，以了解咖啡果小蠹寄生植株高低分布。



圖9：咖啡樹直徑(左)與高度測量(右)

#### (四)分析咖啡果小蠹的物種習性

為了瞭解咖啡果小蠹是否會因為果實成熟時所釋放出來的氣味或是因為鮮豔的顏色而入侵寄生，我們將所採集到283顆咖啡果分成紅色型、黃色型與綠色型(圖10)進行分析探討果實顏色、大小與被蛀蝕或寄生的族群組成情況。



圖10:咖啡果實顏色分成三種，紅、黃、綠

##### 1. 咖啡果實大小對咖啡果小蠹寄生影響

我們將全部採集到283顆咖啡果，用電子游標尺測量大小後，分析果實大小與咖啡果小蠹族群(圖11)數量寄生的關係。



圖11:一顆咖啡果內是一整個咖啡果小蠹家族

## 2. 咖啡果實顏色對咖啡果小蠹寄生影響

我們將所採集到283顆咖啡果分成紅色型、黃色型與綠色型(圖10)進行探討果實顏色對咖啡果小蠹寄生影響，並分析咖啡果小蠹寄生族群組成。

### 四、咖啡果小蠹誘引試驗分析

根據田間調查結果，為了更進一步了解咖啡果小蠹入侵咖啡果實的時機與誘引方式，我們分別進行野外及室內實驗，以找出咖啡果小蠹的誘引方式，思考流程圖如下：

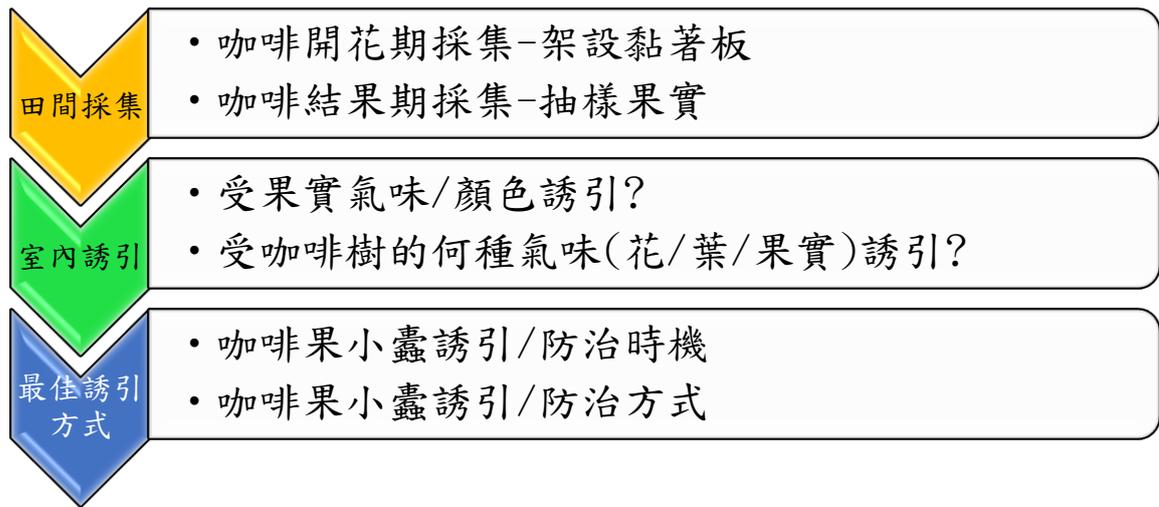


圖12:咖啡果小蠹誘引試驗思考流程圖

#### (一)田間採集

在咖啡結果期(冬季)與開花期(春季)進行採集，來找出最適合的防治時機。

##### 1. 咖啡結果期採集

我們在咖啡結果期(111.11.12)時，隨機抽樣283顆果實，分析不同顏色咖啡果小蠹蛀食但未寄生的比例。

##### 2. 咖啡開花期採集

我們在咖啡第一次開花期 (111.12.31~112.01.15)，放置白色、紅色、橘色、黃色、綠色、藍色、靛色、紫色、黑色，共七種顏色的瓦楞板，塗抹不含咖啡

氣味的黏著劑，懸吊在咖啡樹叢間，採集棲息在咖啡樹叢間的咖啡果小蠹進行分析(圖13)。



圖13:咖啡開花期叢間咖啡果小蠹採集

## (二)室內誘引

我們取用四個塑膠瓶於蓋上鑽孔，插入吸管，在密封，製成咖啡果小蠹誘引試驗裝置(圖14)，每次實驗時，取樣10隻咖啡果小蠹母蟲放入誘引瓶中，另外三個分別入不同的誘引物-三種已剝皮成熟度(紅，黃，綠)的咖啡果實，以及咖啡花、咖啡葉、咖啡紅色果實，靜置一週觀察咖啡果小蠹遷移狀況，並記錄來探討咖啡果小蠹誘引物質，探討內容如下：

- 咖啡果小蠹入侵咖啡果是因為果實成熟度的氣味還是果實顏色?
- 咖啡果小蠹入侵咖啡田到底是受到咖啡花、咖啡樹，還是咖啡果實氣味誘引



圖14: 咖啡果小蟲誘引試驗裝置

## 五、有效防治咖啡果小蟲的時機與方式

依據兩年間的咖啡農民訪談資料及田間與室內實驗結果，提出有效防治咖啡果小蟲的時間與方式，以提高咖啡產業健康指數。

## 肆、研究結果

### 一、分析臺灣咖啡產業現況

根據「農業知識入口網」(圖5)及「行政院農業統計資料查詢」(圖6)101年至111年臺灣各縣市咖啡種植面積(公頃)、咖啡收穫面積(公頃)、咖啡收量(公斤)以及咖啡每公頃收量(公斤)資料分析101年至111年臺灣各縣市咖啡種植平均損害面積(%)及咖啡單位面積平均收量(公斤/公頃)，換算出臺灣各縣市「咖啡田間維護評比」與「咖啡收益評比」，再加總算出臺灣各縣市「咖啡產業健康指數(%)」。

#### (一)咖啡田間維護評比

表5: 臺灣各縣市咖啡損害面積與田間維護評比

縣市	101年		102年		103年		104年		105年		106年		107年		108年		109年		110年		111年		11年平均 咖啡種植 損害面積(%)	咖啡田間 維護評比	
	種植 面積	收穫 面積	咖啡種植 損害面積(%)																						
屏東縣	162.9	162.9	210.2	202.3	211.4	210.8	218.0	216.4	219.0	219.0	216.3	216.3	218.8	217.0	225.4	213.3	231.5	214.0	235.4	229.0	236.5	228.9	2.2	9.0	
臺東縣	154.5	140.4	153.5	142.1	159.0	152.3	173.4	172.7	177.3	176.8	173.1	172.2	175.4	173.2	182.2	181.7	155.0	154.2	143.8	143.5	147.8	147.1	2.2	9.0	
南投縣	141.8	141.3	118.6	118.6	131.8	130.2	131.3	129.5	136.6	136.6	152.3	147.3	178.2	177.2	199.1	181.4	189.6	188.1	195.9	195.9	187.5	186.9	1.5	9.0	
嘉義縣	124.5	124.5	123.8	123.8	126.6	126.5	124.3	124.3	133.3	132.8	141.2	141.2	141.2	141.2	139.3	139.2	135.3	135.3	136.0	136.0	142.1	141.8	0.1	10.0	
高雄市	52.5	52.5	51.1	50.4	53.6	49.5	58.0	58.0	135.5	135.4	127.5	127.3	131.7	131.7	72.8	72.8	73.5	73.5	72.7	72.7	79.2	79.2	0.8	10.0	
臺南市	59.0	59.0	59.5	59.2	54.2	54.2	54.6	54.6	54.5	54.5	53.4	53.4	60.3	60.3	57.0	57.0	57.2	57.2	59.4	59.4	59.5	59.5	0.0	10.0	
雲林縣	50.7	50.4	50.7	50.2	51.8	51.3	51.2	51.2	52.7	52.5	55.2	54.8	57.7	57.0	59.8	59.8	58.6	58.6	60.4	60.4	60.4	60.4	0.4	10.0	
花蓮縣	56.6	44.1	65.1	60.1	74.5	70.5	68.7	63.9	70.3	69.2	74.8	73.7	76.8	69.6	77.7	70.0	78.1	66.5	78.6	72.6	74.7	67.3	8.8	9.0	
臺中市	27.9	20.2	32.0	28.9	38.1	27.6	43.1	39.6	46.0	44.2	46.6	46.1	46.9	46.9	46.7	46.6	46.9	46.8	47.1	47.1	47.0	47.0	7.1	9.0	
苗栗縣	4.1	4.1	5.6	5.6	8.1	8.1	6.2	6.2	25.9	25.9	35.8	35.8	31.7	31.7	46.5	31.2	66.0	66.0	65.7	65.7	65.2	65.2	3.0	9.0	
彰化縣	14.3	13.3	10.6	10.6	11.4	11.1	15.7	15.7	20.1	20.1	18.2	18.2	17.7	17.7	17.9	17.9	22.9	19.9	22.5	22.5	22.7	22.7	2.1	9.0	
宜蘭縣	9.6	7.5	12.3	10.9	9.9	7.7	14.4	14.2	16.0	15.8	16.3	16.1	12.3	12.1	10.2	9.9	8.9	8.7	8.9	8.7	8.8	8.1	7.1	9.0	
新竹縣	6.6	6.6	7.7	7.7	4.5	4.5	4.3	4.3	4.8	4.8	5.1	5.1	6.2	6.0	7.8	6.9	11.0	10.2	10.1	10.1	9.3	9.3	2.0	9.0	
新北市	7.5	4.4	10.9	5.0	10.4	6.3	10.1	6.7	10.0	6.7	9.7	7.4	10.0	7.5	10.1	7.8	11.5	8.8	11.8	8.9	12.3	8.9	31.7	6.0	
桃園市	1.5	0.4	1.4	1.2	1.4	1.2	2.5	2.2	1.7	1.7	1.5	1.4	1.5	1.4	2.0	1.9	4.8	2.0	15.6	4.2	20.8	6.1	31.1	6.0	
臺北市	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	1.3	1.3	4.0	4.0	3.9	3.9	0.0	10.0	
嘉義市	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	0.0	10.0
金門縣	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	10.0
基隆市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
連江縣	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
澎湖縣	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
新竹市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 統計分析：

- 臺灣共有 18 縣市種植咖啡，含 1 個離島地區-金門
- 金門自 105 年起才開始有咖啡種植的紀錄
- 屏東縣咖啡種植面積高居全台之冠，高達 200 公頃以上，其次為臺東縣、南投縣與嘉義縣。
- 新北市及桃園市是咖啡田間維護評比較差的縣市，只有 6 分，顯示這兩縣市在咖啡田耕作上有需要改善及協助的地方。

### (二)咖啡收益評比

表 6: 臺灣各縣市咖啡收量與咖啡收益評比

縣市	咖啡收量(公斤)											11年平均			咖啡收益評比
	101年	102年	103年	104年	105年	106年	107年	108年	109年	110年	111年	咖啡收量(公斤)	種植面積(公頃)	咖啡單位面積收量(公斤/公頃)	
屏東縣	151247	198327	127934	179435	116517	155655	165038	171606	178486	161552	186051	162895.2	216.8	751.4	7.0
臺東縣	146589	157842	136865	156044	148078	130735	178347	185313	152751	141433	145067	152642.2	163.2	935.3	9.0
南投縣	141245	115955	136706	43464	117211	133727	157847	175438	179215	157105	170958	138988.3	160.2	867.6	8.0
嘉義縣	124301	130163	134912	122677	133954	151622	133935	136138	98682	92735	112058	124652.5	133.4	934.4	9.0
高雄市	54531	52084	50994	53592	104797	116260	122016	71665	70531	59975	75478	75629.3	82.6	915.6	9.0
臺南市	72553	70229	66187	54667	54638	65184	71120	73228	62624	59033	58939	64400.2	57.1	1127.8	10.0
雲林縣	54790	54690	55871	55239	55808	58112	60504	66438	67901	64413	65143	59900.8	55.4	1081.2	10.0
花蓮縣	31806	41975	45439	38949	39125	41406	40307	39758	36503	39969	36327	39233.1	72.4	541.9	5.0
臺中市	13984	21451	20473	26264	27955	32476	33415	32606	31131	32867	33104	27793.2	42.6	652.4	6.0
苗栗縣	3849	6318	9199	6205	17099	28336	24738	28136	57939	59499	60292	27419.1	32.8	835.9	8.0
彰化縣	4799	4915	5265	7729	9708	15517	15298	15537	16288	17007	16976	11730.8	17.6	666.5	6.0
宜蘭縣	6395	9367	6513	7182	10893	11838	8915	7566	6028	6105	5049.7	7804.7	11.6	672.8	6.0
新竹縣	5293	9007	2860	1975	2265	2482	2958	4065	5953	5783	5011.9	4332.1	7.0	618.9	6.0
新北市	1151	1299	1695	1797	1578	1918	2038	2182	2458	2489	2494	1918.1	10.4	184.4	1.0
桃園市	350	430	600	1386	978	783	794	980	1031	2326	3528	1198.7	5.0	239.7	2.0
臺北市	23	23	33	33	108	241	249	240	1090	2847	2870.1	705.2	1.0	705.2	7.0
嘉義市	48	48	48	320	200	232	983	983	1081	1081	1084	555.3	0.7	793.3	7.0
金門縣	-	-	-	-	15	15	18	18	18	18	18	17.1	0.1	171.0	1.0
基隆市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
連江縣	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
澎湖縣	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
新竹市	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 統計分析：

- ☒ 臺灣共有 18 縣市種植咖啡，依據收量大小，18 縣市可分成 6 大類：
  - 第一類主要產地為屏東縣，收量高達 15 萬公斤以上
  - 第二類次要產地為臺東縣、南投縣、嘉義縣，收量介於 15~10 萬公斤
  - 第三類部份產地為高雄市、臺南市、雲林縣、花蓮縣，收量介於 10~5 萬公斤

- 第四類局部產地為臺中市、苗栗縣、彰化縣，收量介於 5~1 萬公斤
  - 第五類少量產地為宜蘭縣、新竹縣、新北市、桃園市，收量介於 10000~1000 公斤
  - 第六類零星產地為臺北市、嘉義市、金門縣，收量介於 1000 公斤以下
- ☒ 咖啡收益評比最佳為臺南市及雲林縣，較差的為金門縣、新北市、桃園市

### (三) 咖啡產業健康指數(%)

表 7: 臺灣各縣市咖啡產業健康指數與現況

縣市	咖啡田間維護評比	咖啡收益評比	咖啡產業健康指數(%)	咖啡產業可能現況	建議加強部分
屏東縣	9.0	7.0	80.0	田間管理優，但收量待加強	留意病蟲害控管
臺東縣	9.0	9.0	90.0	田間管理優，收量不錯	-
南投縣	9.0	8.0	85.0	田間管理優，但收量尚可	留意病蟲害控管
嘉義縣	10.0	9.0	95.0	田間管理很優，收量也不錯	-
高雄市	10.0	9.0	95.0	田間管理很優，收量也不錯	-
臺南市	10.0	10.0	100.0	田間管理及收量很優	-
雲林縣	10.0	10.0	100.0	田間管理及收量很優	-
花蓮縣	9.0	5.0	70.0	田間管理優，但收量差	加強病蟲害控管
臺中市	9.0	6.0	75.0	田間管理優，但收量不佳	加強病蟲害控管
苗栗縣	9.0	8.0	85.0	田間管理優，但收量尚可	留意病蟲害控管
彰化縣	9.0	6.0	75.0	田間管理優，但收量不佳	加強病蟲害控管
宜蘭縣	9.0	6.0	75.0	田間管理優，但收量不佳	加強病蟲害控管
新竹縣	9.0	6.0	75.0	田間管理優，但收量不佳	加強病蟲害控管
新北市	6.0	1.0	35.0	田間管理不佳，收量極差	全盤檢討耕種方式及病蟲害控管
桃園市	6.0	2.0	40.0	田間管理不佳，收量很差	全盤檢討耕種方式及病蟲害控管
臺北市	10.0	7.0	85.0	田間管理很優，但收量待加強	留意病蟲害控管
嘉義市	10.0	7.0	85.0	田間管理很優，但收量待加強	留意病蟲害控管
金門縣	10.0	1.0	55.0	田間管理很優，但收量極差	全盤檢討病蟲害控管
基隆市	-	-	-	-	-
連江縣	-	-	-	-	-
澎湖縣	-	-	-	-	-
新竹市	-	-	-	-	-

#### 統計分析：

- 根據咖啡產業健康指數，我們發現 18 個縣市中，有 13 個縣市須留意咖啡產量不佳是否受到病蟲害影響的緣故
- 根據咖啡產業健康指數，我們發現 18 個縣市中，有 2 個縣市分別為新北市及桃園市，還需要更深入了解咖啡田間維護是否不佳，導致年年種植與收穫面積有大幅度的差距。
- 上表可知，咖啡病蟲害維護是臺灣咖啡產業首要工作。

## 二、訪談咖啡農民並找出咖啡種植歷程與困境

根據研究一結果，屏東縣為臺灣咖啡主要產地，為了瞭解屏東咖啡目前的咖啡種植現況與困境，我們查詢相關資料，並連繫霧台鄉阿桃咖啡老闆沙春桃女士，收集咖啡種植歷程與困境。

### (一)屏東咖啡產地分布

根據屏東縣政府-原果網站原采啡揚文章提到：屏東的9個原鄉(三地門鄉、瑪家鄉、霧台鄉、泰武鄉、來義鄉、春日鄉、獅子鄉、牡丹鄉、滿洲鄉)，倚著中央山脈南脊而居，於1902年，日本總督府農業技師田代安定因受命選擇戰時所需的經濟作物，發現咖啡是喜半日照，適合栽種在海拔600-1,300公尺中



圖片擷取：  
微笑臺灣 <https://smiletaiwan.cw.com.tw/article/2376>

高海拔的山區林間，而屏東從北起大姆姆山、北大武山、南至大漢山正是阿拉比卡咖啡非常適合種植的環境，因此，聘僱排灣、魯凱兩大原住民族群種植大片的咖啡林，直到今天成為屏東原鄉地區農業發展目前最具規模的特色產業；同時屏東縣也是全台灣第一處的咖啡產業示範區，範圍橫跨三地門、霧台、瑪家、泰武、來義、春日等6個原住民鄉，讓行駛於屏185縣道上，一路都能感受到咖啡的馨香。



選豆



烘炒咖啡豆



冷卻咖啡豆



圖15: 咖啡豆製作歷程

### (二)訪談在地咖啡農民

為了深入了解咖啡種植與產業困境，我們專訪霧台鄉阿桃咖啡老闆沙春桃女士及霧台鄉前鄉長杜正吉進行訪談，並將訪談記錄整理，內容如下：

表8: 111年-112年間，訪談咖啡農民沙春桃文字記錄

訪談問題	文字記錄
目前咖啡收成狀況如何?	三年前開始，部落咖啡樹因蟲害問題，導致咖啡收成不佳，很多地區都放棄種植，有一部分咖啡農民因產量不夠，只好買外地的咖啡來賣
您是否有聽過/看過咖啡果小蠹?	有唷!它目前是我們咖啡樹最主要的威脅
目前在屏東縣原鄉部落如何防治咖啡果小蠹?	<p>他們(農業單位)要我們使用一種紅色的誘捕容器(如右圖)去防治，但效果很差，裡面的溶液沒了還要換，而且沒看到能抓到什麼蟲；咖啡果還是一直被寄生！，只能不定時檢查咖啡果，將蛀蝕的果實移除。</p> 
咖啡果小蠹只寄生在咖啡果上嗎?	對唷~目前只看到咖啡果上會有!
被咖啡果小蠹寄生有什麼特徵?	<p>咖啡果實上面會有洞，看到有洞就是被寄生了(如右圖)</p> 
咖啡何時收成?	咖啡大約在冬季收成(10月到12月之間)
咖啡何時開花?	咖啡會有假性開花的狀況，每年會開兩次花，只有清明雨季過後的花才會真正結果。通常第一次開花會在2-3月(假性開花)；第二次開花會在雨季過後，約5-6月
如何從咖啡果變成咖啡豆?	咖啡果採收後處理方式有三種，水洗、日曬、蜜處理，不同處理方式有不同的風味；但不管用哪一種處理方式，原則上都是將咖

	啡果肉去除，使它變成咖啡豆，曬乾後，再經過烘培、研磨而成(圖 12)
咖啡種植上有什麼技巧?	咖啡長到一定高度都要砍掉，讓它重新再長，這樣的咖啡結果量比較好，此外，我也會用豆渣等物質中和土壤，讓土壤維持偏鹼性的狀況
您對咖啡產業的願景?	希望有方法能處理咖啡果小蠹，讓收成變好

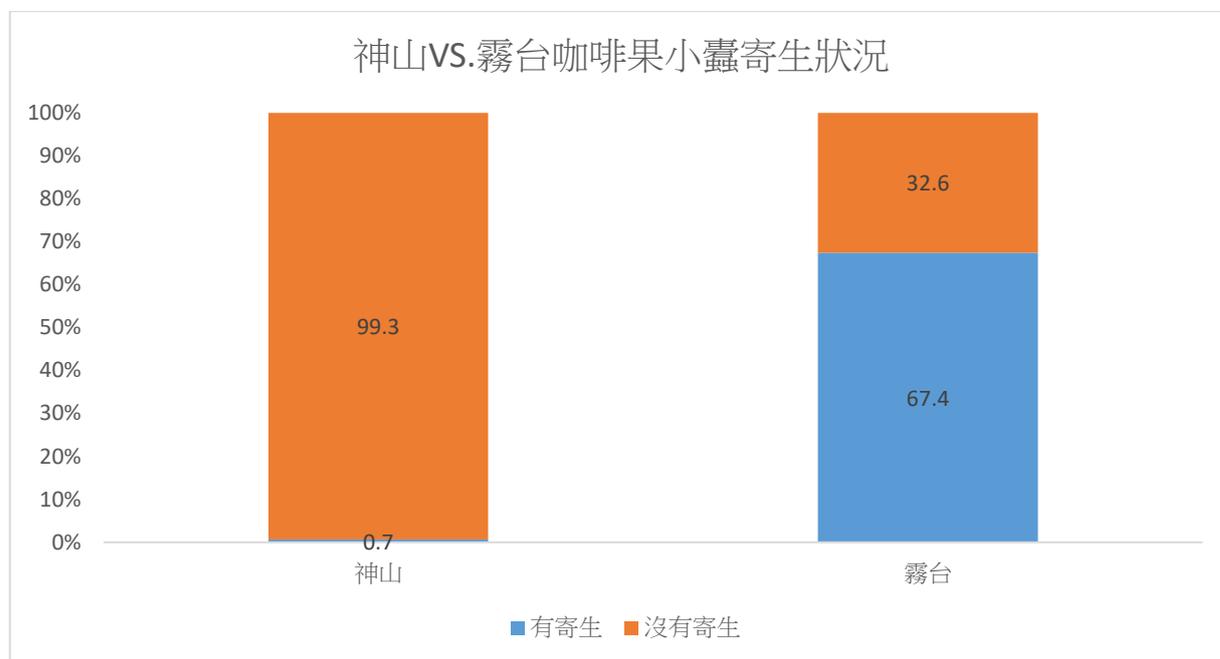
表9:113年訪談霧台鄉杜正吉前鄉長文字記錄

訪談問題	文字記錄
霧台鄉今年咖啡收成還好嗎?有病蟲害問題嗎?	今年收成還不錯，但往年有病蟲害問題，因此部分咖啡農民會做耕地轉型，或是用田間間作方式來因應
霧台鄉咖啡產業有咖啡果小蠹的危害嗎?	有的，牠是最主要的害蟲，目前仍有田地因為咖啡果小蠹危害而導致收成極差
霧台鄉咖啡農民如何因應咖啡果小蠹的危害	<p>目前會搭配農業單位的輔導，改種<b>肯亞 SL34 抗病蟲害的改良型咖啡樹</b>，該樹種果實較為大顆，氣味層次多樣，咖啡果小蠹比較不愛。</p> 
霧台鄉咖啡目前都改種肯亞 SL34 抗病蟲害的改良型咖啡樹嗎?	沒有的，僅少部分。有些人是因為習慣阿拉比卡風味，擔心轉變其他風味銷售不佳；有些人是不喜歡這種咖啡風味的樹種

### 三、田間調查咖啡果小蠹的生長與物種習性

我們實驗採集神山及霧台兩個不同氣候類型的部落，神山部落海拔較低，屬於乾、熱型的環境，霧台部落海拔較高，屬於濕、冷型的環境分析結果如下：

#### (一)神山 VS. 霧台咖啡果小蠹寄生狀況

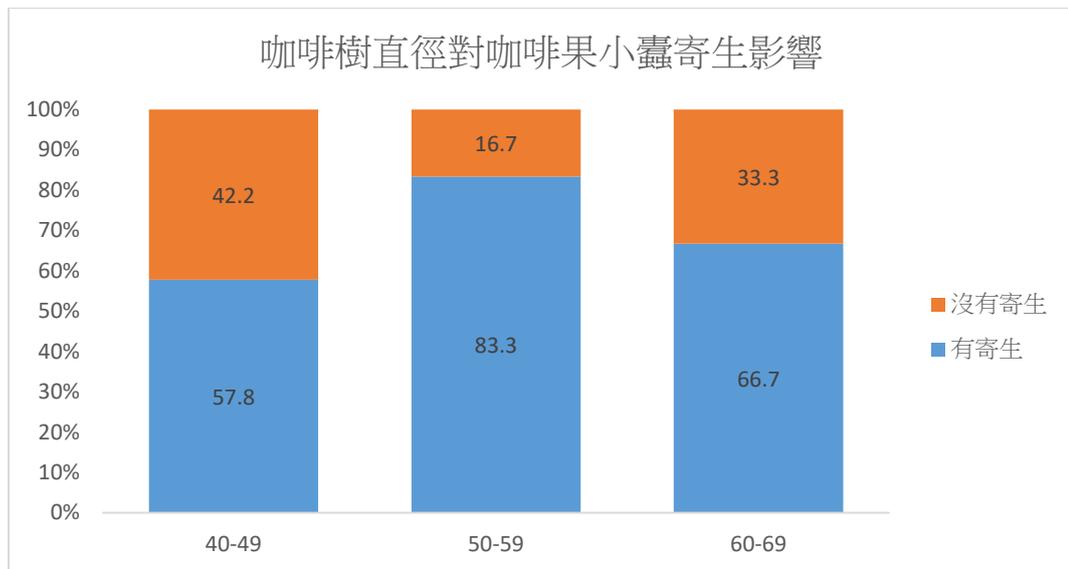


#### 結果發現：

- 氣候類型乾燥的神山部落咖啡果小蠹寄生較少，抽樣 148 顆咖啡果實，只有 0.7% 被咖啡果小蠹寄生；而氣候類型濕冷的霧台部落咖啡果小蠹寄生較多，抽樣 135 顆咖啡果實，有高達 67.4% 被咖啡果小蠹寄生，顯示咖啡果小蠹可能喜好濕冷的氣候類型。

#### (二)咖啡果小蠹寄生的植株直徑分析

從所有被寄生的135棵咖啡樹中，測量植株直徑，進行分析，將寄生植株直徑區分成40-49mm，50-59mm，60-69mm 三種進行比較

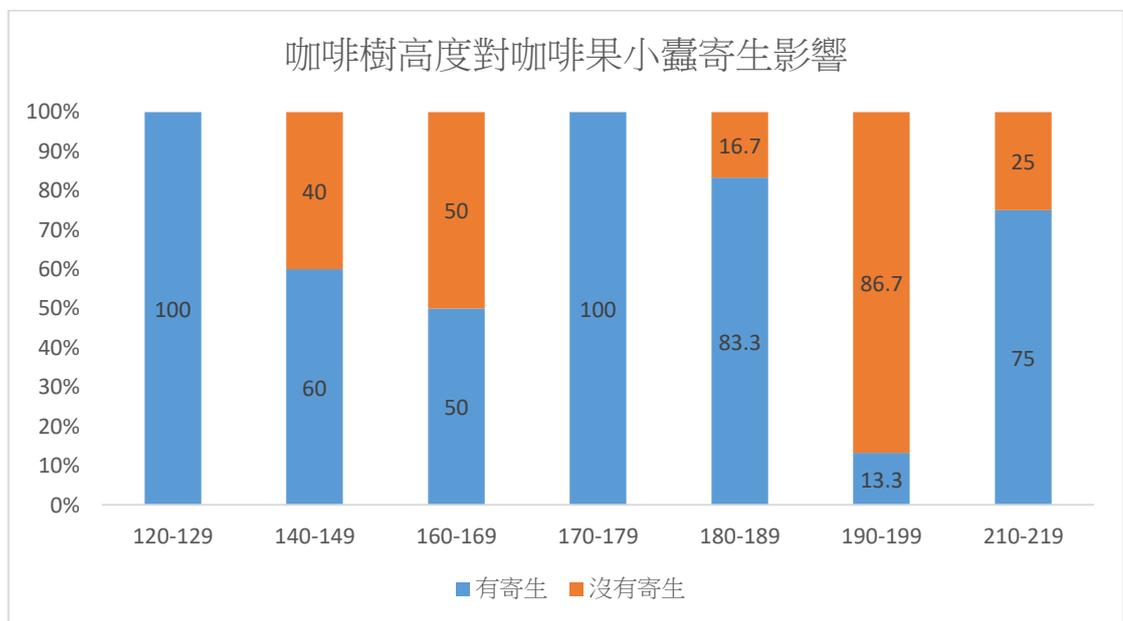


**結果發現：**

- 咖啡果小蠹寄生主要分布在 40-69mm 之間，其中以 50-59mm 寄生分布最多，高達 83.3%，顯示咖啡果小蠹寄生會選擇一定粗細的植株寄生。

**(三)咖啡果小蠹寄生的植株高低分析**

從所有被寄生的135棵咖啡樹中，用皮尺測量植株高低，進行分析，將寄生植株高低區分成120-129cm，140-149cm，160-169cm，170-179cm，180-189cm，190-199cm，210-219cm，三種進行比較，以了解咖啡果小蠹寄生植株高低分布。



**結果發現：**

- 咖啡果小蠹寄生植株高度主要分布在 120-129cm 與 170-179cm 之間，植株高低之間沒有規律性，顯示植株高低似乎不會對咖啡果小蠹寄生造成影響。

**(四)分析咖啡果小蠹的物種習性**

為了瞭解咖啡果小蠹是否會因為果實成熟時所釋放出來的氣味或是因為鮮豔的顏色而入侵寄生，我們將所採集到283顆咖啡果分成紅色型、黃色型與綠色型(圖10)進行分析探討果實顏色、大小與被蛀蝕或寄生的族群組成情況。

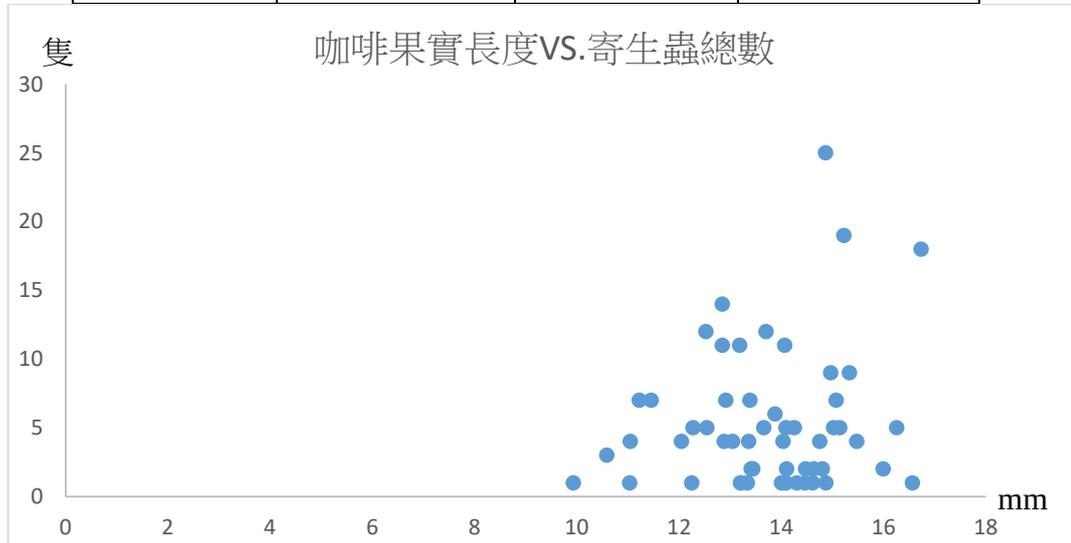
### 1. 咖啡果實大小對咖啡果小蠹寄生影響

我們將全部採集到283顆咖啡果，用電子游標尺測量大小後，分析果實大小與咖啡果小蠹族群數量寄生的關係。

表10: 果實長度與咖啡果小蠹族群寄生數量

果實長度(mm)	寄生蟲總數(隻)	果實長度(mm)	寄生蟲總數(隻)
9.94	1	14.01	1
10.59	3	14.04	4
11.04	1	14.07	11
11.05	4	14.1	1
11.23	7	14.1	5
11.46	7	14.11	2
12.05	4	14.26	5
12.25	1	14.31	1
12.28	5	14.47	1
12.53	12	14.48	2
12.55	5	14.62	1
12.85	14	14.64	2
12.85	11	14.76	4
12.89	4	14.81	2
12.92	7	14.87	25
13.05	4	14.88	1
13.19	11	14.97	9
13.21	1	15.03	5
13.21	1	15.08	7
13.34	1	15.15	5
13.37	4	15.23	19
13.39	7	15.34	9

13.42	2	15.48	4
13.45	2	16	2
13.66	5	16.26	5
13.71	12	16.57	1
13.88	6	16.74	18



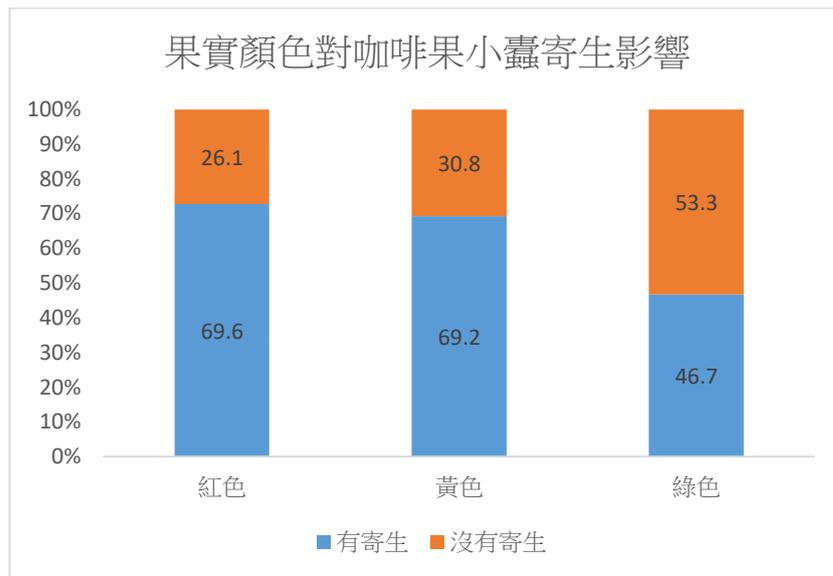
**結果發現：**

- 咖啡果小蠹寄生咖啡果主要分布在果實大小 9mm 與 16mm 之間，其中以 13-14mm 分布最多。
- 1 顆咖啡果最多可以寄生 25 隻咖啡果小蠹成、幼體。
- 果實越大顆，可寄生的咖啡果小蠹族群數量越多。

**2. 咖啡果實顏色對咖啡果小蠹寄生影響**

我們將所採集到283顆咖啡果分成紅色型、黃色型與綠色型(圖10)進行探討果實顏色對咖啡果小蠹寄生影響，並分析咖啡果小蠹寄生族群組成。

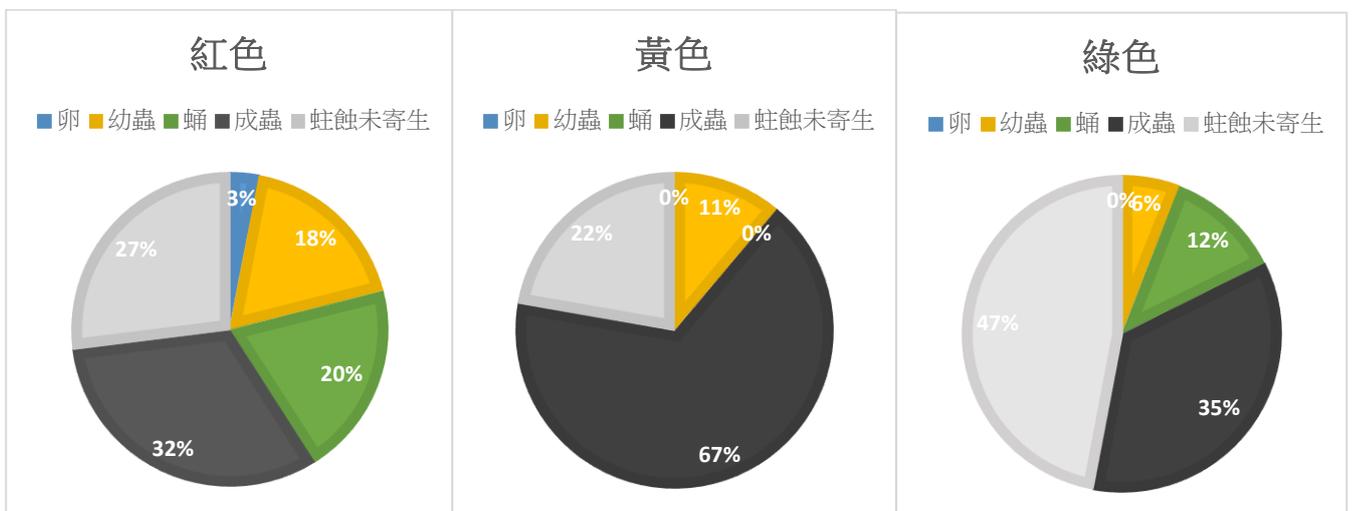
**(1)咖啡果實顏色對咖啡果小蠹寄生的影響**



**結果發現：**

- 咖啡果實顏色，紅色、黃色、綠色咖啡果小蠹皆會寄生蛀蝕。
- 寄生果實顏色以紅色(69.6%)與黃色(69.2)最多，高達60%以上，綠色(46.7%)較少，但仍接近五成。

**(2)咖啡果實不同顏色內咖啡果小蠹族群組成分析**



**結果發現：**

- 本次調查發現咖啡果實不論紅色、黃色、綠色都有發現幼蟲，顯示咖啡果小蠹不論果實是否成熟都可以在果實內產卵繁衍下一代。
- 綠色咖啡果有較高的蛀食未寄生情況(佔47%)，相較於紅色與黃色，顯示咖啡果小蠹仍會偏好成熟果實。

**四、咖啡果小蠹誘引試驗分析**

**(一)田間採集**

我們在咖啡結果期(冬季)與開花期(春季)進行採集，結果如下：

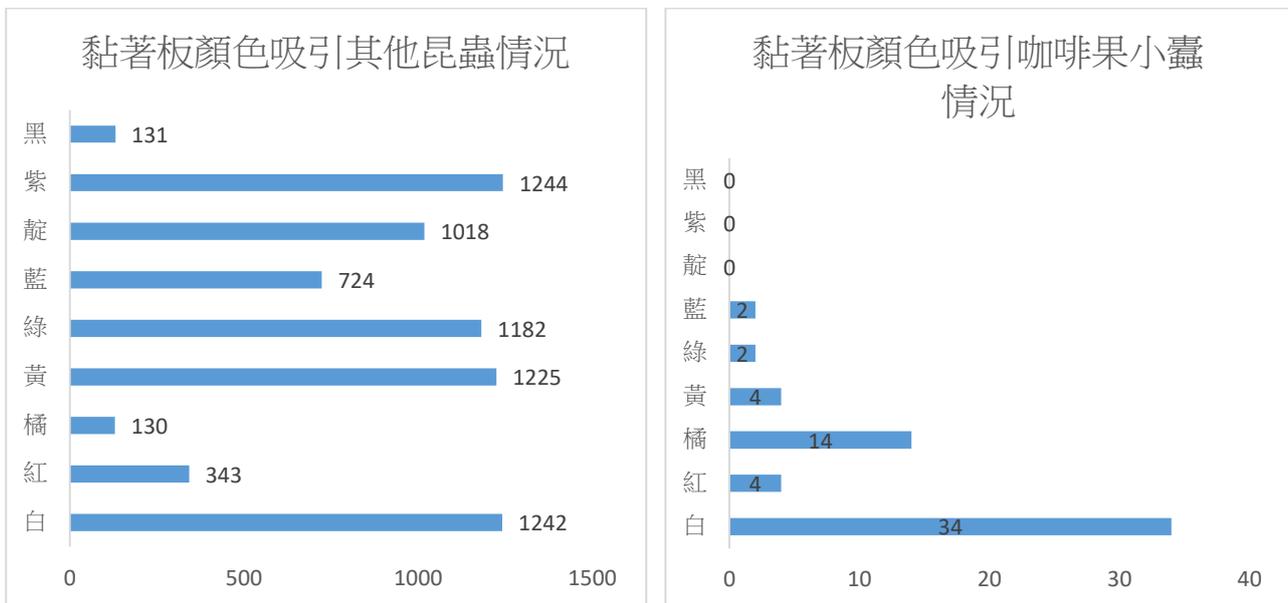
## 1. 咖啡結果期採集

根據研究四，我們在咖啡結果期(111.11.12)時，採集到283顆果實，分析的結果，我們發現寄生果實顏色以紅色(69.6%)與黃色(69.2)最多，高達60%以上，綠色(46.7%)較少。

- 我們推測：咖啡果小蠹偏好寄生紅色>黃色>綠色果實，顯示果實的氣味或顏色具有誘引作用

## 2. 咖啡開花期採集

我們在咖啡第一次開花期 (111.12.31~112.01.15)，放置白色、紅色、橘色、黃色、綠色、藍色、靛色、紫色、黑色，共七種顏色的瓦楞板，塗抹不含咖啡氣味的黏著劑，懸吊在咖啡樹叢間，採集棲息在咖啡樹叢間的咖啡果小蠹進行分析(圖11)。



### 我們發現：

- ☞ 一般昆蟲偏好黃色(1225隻)>白色(1242隻)>紫色(1244隻)>綠色(1182隻)。
- ☞ 咖啡果小蠹的成蟲偏好白色(34隻)>橘色(14隻)>紅色(4隻)>黃色(4隻)>綠色(2隻)

- 我們推測咖啡開花時，咖啡果小蠹誘引顏色：白色>橘色>紅色>黃色>綠色，而紅色、黃色、綠色皆比白色低，顯示咖啡果小蠹的誘引受氣味影響大於顏色，咖啡開花時的氣味可能也有誘引咖啡果小蠹的效果。

## (二)室內誘引

依據上述野外實驗，我們自製咖啡果小蠹誘引試驗裝置，進行實驗，探討：。

- 咖啡果小蠹入侵咖啡果是因為果實成熟度的氣味還是果實顏色
- 咖啡果小蠹入侵咖啡田到底是受到咖啡花、咖啡樹，還是咖啡果實氣味誘引？

### 1. 三種已剝皮(紅、黃、綠)不同成熟度的咖啡果誘引試驗結果

	已剝皮紅果	已剝皮黃果	已剝皮綠果	停留原處
咖啡果小蠹 遷移數量	3 隻	4 隻	2 隻	1 隻

#### 結果發現：

- ☒ 咖啡果實成熟度的氣味是咖啡果小蠹寄生關鍵
- ☒ 咖啡果實由黃轉紅時，具有較高的誘引氣味

### 2. 咖啡花、咖啡葉、咖啡果實(紅色)

	咖啡花	咖啡葉	咖啡果實	停留原處
咖啡果小蠹 遷移數量	4 隻	1 隻	4 隻	1 隻

#### 結果發現：

- ☒ 咖啡花及果實氣味都是咖啡果小蠹誘引的關鍵

## 五、有效防治咖啡果小蠹的時機與方式

### (一)咖啡果小蠹的誘引物質

根據研究二至研究四實驗結果，我們認為

- ☒ 咖啡果小蠹入侵是受花或是果實的氣味誘引影響
  - 依據咖啡開花期與結果期，皆採集到咖啡果小蠹的樣本
  - 依據沒有咖啡氣味的紅、黃、綠色黏著板施放結果得知，咖啡果小蠹主要不受顏色誘引，白色有較高比例是因為牠誤以為白色是有咖啡香氣的花。
- ☒ 咖啡果小蠹會受氣味濃度高低而影響咖啡果小蠹的對寄生物質的判斷
  - 依據野外調查，雖然綠果實並未成熟，但若鄰近有黃色或紅色等成熟果實的氣味，咖啡果小蠹仍會啃食，除非牠發現果實太硬無法繁衍下一代，才會離開，因此我們在野外調查中採集到不少有啃食但未寄生的綠色果實。

### (二)防治咖啡果小蠹的時機

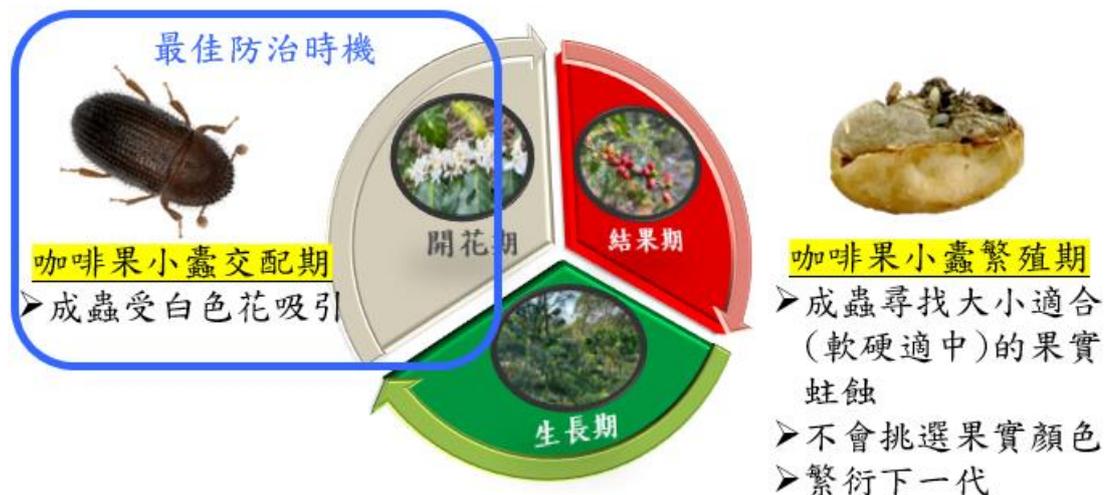
根據研究三的結果，我們發現咖啡果小蠹入侵會在咖啡第一次開白花時入侵(假

性花12-1月間)，並在咖啡田間尋找對象交配，等待第二次開白花(雨季開始)，結咖啡果後，產卵寄生繁衍下一代，且咖啡果小蠹受田間咖啡果實氣味濃度高低影響，即便咖啡果實沒成熟(綠色)，只要周遭有成熟果實(黃色或紅色)也有可能啃食寄生，危害咖啡樹，因此，**最佳防治時機為第一次開花到第二次開花期間(12~隔年3月間)**，若等到結果才防治恐怕為時已晚。

### (三)使用咖啡果小蠹誘捕裝置的防治方式

根據研究三的結果，咖啡果小蠹防治需依據咖啡當下的生長週期(開花、結果、生長)，使用不同顏色的誘捕裝置誘引，

- 開花期，使用**白色**誘捕裝置，搭配花的氣味效果最佳
- 結果期，使用**紅色或黃色**誘捕裝置，搭配果實的氣味效果最佳



### (四)田間維護降低咖啡果小蠹危害的方式

根據研究二訪談及研究三、四實驗結果，咖啡田耕作需掌握以下原則：

1. 植株不可以種植過密，會造成開花或結果期氣味濃度過高，而導致危害加重
2. 植株可採取間作方式，如咖啡樹旁種植台灣茶樹等方式，降低氣味濃度
3. 結果期結束需整理咖啡田將樹上的餘果或是枯果摘除，以減少咖啡果小蠹的誘引因子
4. 田間保持乾燥，不要太過潮濕，營造咖啡果小蠹的生長條件。
5. 更換咖啡樹品種如肯亞 SL34也是一種不錯的方式。

## 伍、討論

- 一、根據過去研究都認為咖啡果小蠹對顏色有偏好，喜好紅色，因此，在南投農業單位推廣使用紅色誘捕裝置(圖16)進行防治，但我們在野外與室內試驗中誘捕裝置的顏色需搭配咖啡生長階段而定，若開花期使用紅色誘捕裝置效果極差。
- 二、咖啡果實不論紅色、黃色、綠色都有發現幼蟲，顯示咖啡果小蠹不論果實是否成熟都可以在果實內產卵繁衍下一代，果實成熟與否並不是主要關鍵因素，周遭果實氣味才是關鍵，若鄰近有黃色或紅色等成熟果實的氣味，咖啡果小蠹仍會啃食，除非牠發現果實太硬無法繁衍下一代，才會離開。
- 三、我們發現咖啡果小蠹入侵會在咖啡第一次開白花時入侵(假性花12-1月間)，並在咖啡田間尋找對象交配，等待第二次開白花(雨季開始)，結咖啡果後，產卵寄生繁衍下一代，且咖啡果小蠹受田間咖啡果實氣味濃度高低影響，即便咖啡果實沒成熟(綠色)，只要周遭有成熟果實(黃色或紅色)也有可能啃食寄生，危害咖啡樹，因此，**最佳防治時機為第一次開花到第二次開花期間(12~隔年3月間)**，若等到結果才防治恐怕為時已晚。
- 四、白色瓦楞板在咖啡開花期可以吸引到較高的咖啡果小蠹(34隻)，推測吸引咖啡果小蠹的因素可能是白色咖啡花的氣味導致，建議未來防治咖啡果小蠹可利用咖啡開花期時，使用白色物質進行誘捕。



圖16:坊間農業單位推廣咖啡果小蠹誘捕裝置

## 陸、結論

- 一、臺灣共有18縣市種植咖啡，含1個離島地區-金門，其中屏東縣咖啡種植面積高居全台之冠，高達200公頃以上，其次為臺東縣、南投縣與嘉義縣。
- 二、咖啡收益評比最佳為臺南市及雲林縣，較差的為金門縣、新北市、桃園市。
- 三、根據咖啡產業健康指數，我們發現18個縣市中，有13個縣市須留意咖啡產量不佳是否受到病蟲害影響的緣故，而在這當中又有2個縣市，新北市及桃園市，還需要更深入了解咖啡田間維護是否不佳，才會導致年年種植與收穫面積有大幅度的差距。
- 四、氣候類型乾燥的神山部落咖啡果小蠹寄生較少，抽樣149顆咖啡果實，只有0.7%被咖啡果小蠹寄生；而氣候類型濕冷的霧台部落咖啡果小蠹寄生較多，抽樣135顆咖啡果實，有高達67.4%被咖啡果小蠹寄生，顯示咖啡果小蠹可能喜好濕冷的氣候類型。
- 五、咖啡果小蠹寄生主要分布在40-69mm之間，其中以50-59mm寄生分布最多，高達83.3%，顯示咖啡果小蠹寄生會選擇一定粗細的植株寄生。
- 六、咖啡果小蠹寄生植株高度主要分布在120-129mm與170-179mm之間，植株高低之間沒有規律性，顯示植株高低似乎不會對咖啡果小蠹寄生造成影響。
- 七、咖啡果小蠹寄生咖啡果，主要分布在果實大小9mm與16mm之間，其中以13-14mm分布最多，1顆咖啡果最多可以寄生25隻咖啡果小蠹成、幼體，且果實越大顆，可寄生的咖啡果小蠹族群數量越多。
- 八、咖啡果實顏色，紅色、黃色、綠色咖啡果小蠹皆會寄生蛀蝕，其中紅色(69.6%)與黃色(69.2)最多，高達60%以上，綠色(46.7%)較少，但仍接近50%。
- 九、咖啡果小蠹防治，在開花期，需使用白色誘捕裝置，搭配花的氣味效果最佳；在結果期，使用紅色或黃色誘捕裝置，搭配果實的氣味效果最佳，此外田間間作，清理餘果及保持乾燥…等都是防治咖啡果小蠹的重要關鍵。

## 柒、參考資料

- 一、行政院農業委員會(2023年2月28日)。農業資料統計查詢。取自  
<https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/inquiry/InquireAdvance.aspx>
- 二、農業知識入口網(2023年3月5日)。農漁生產地圖-咖啡。取自  
[https://kmweb.coa.gov.tw/theme\\_data.php?theme=production\\_map&id=117](https://kmweb.coa.gov.tw/theme_data.php?theme=production_map&id=117)
- 三、屏東縣政府-原果(2023年3月14日)。原采啡揚[公告]。取自：<http://www-ws.pthg.gov.tw/Upload/2015pthg/27/ckfile/f0636ce4-80f5-44e0-bde4-f5ccac19378c.pdf>
- 四、林明瑩、吳雅芳、陳昇寬(2010)。咖啡果小蠹之監測及田間誘殺試驗。臺南區農業改良場研究彙報。56: 35-44
- 五、林明瑩、陳寬昇(2009)。咖啡的重要害蟲-咖啡果小蠹。台南區農業專訊。69: 15-17。
- 六、林明瑩、陳昇寬(2015)。咖啡果小蠹之防治藥劑研究。臺南區農業改良場研究彙報。65: 38-44。
- 七、黃復生、陸軍(2015)。中國小蠹科分類綱要。同濟大學出版社。55-64。
- 八、王泰權、梁鈺平(2019)。咖啡果小蠹發生生態與綜合防治策略簡介。農試所技服季刊。119:7-10。
- 九、張淑芬、張哲璋、倪蕙芳、陳甘澍(2019)。咖啡果小蠹防治研究暨田間綜合管理研討會專刊。行政院農業委員會農業試驗所嘉義農業試驗分所。
- 十、金建成、林世珍、許智逸(2020)。益生菌或抑生菌探討茄镰刀菌影響咖啡果小蠹生長的情形學。中華民國第60屆中小學科學展覽。
- 十一、張俊華(2020)。口岸截獲外來小蠹彩色图鉴(下冊)。中國林業出版社。137-138。
- 十二、顏葦錡、高子寧、林昀萱(2022)。蠹絕引酒—探討自製誘引劑對咖啡果小蠹的誘引情形。中華民國第62屆中小學科學展覽。