

慣行及有機農法對於文旦果園土壤及蟲相之影響： 以西湖地區為例

劉東憲¹、任心怡¹、蔡正賢²

¹行政院農業委員會苗栗區農業改良場 助理研究員

²行政院農業委員會苗栗區農業改良場 副研究員

摘要

為瞭解農業操作對生態影響之變化，本場於西湖鄉龍洞地區設置6處長期生態監測站，3處為慣行文旦栽培園區，3處為有機文旦認證園區，惟有機和慣行園區非同一農民操作。特定昆蟲使用黃色黏蟲紙監測，薊馬無論於開花期至採收期均有出現，慣行栽培園區以開花期平均150.6隻/黏紙/2周最多，有機園區則是採收期平均119.2隻/黏紙/2周最多。瓢蟲在開花期至採收期均有出現於有機或慣行園區，但以有機園區數量均達顯著並高於慣行園區，慣行園區以開花期平均10隻/黏紙/2周最多，有機園區以小果期平均67.2隻/黏紙/2周最多，東方果實蠅出現較不均一，無論是慣行或是有機園區，皆以採收期結束後出現最多，最高出現總數分別是慣行280隻與有機91隻。柑橘潛葉蛾和柑橘木蝨則在調查中均未發現，但田間文旦葉片有柑橘潛葉蛾之危害狀。土壤分析結果顯示，土壤pH值各深度皆以有機園區較高；土壤EC值各深度皆以慣行園區較高；土壤有機質各深度除了40-60公分土層外，以慣行園區較高。葉片養分氮、鉀含量以有機園區較高，鈣、鎂含量較慣行園區高。產量結果顯示，單株平均總產量調查6個監測小區，以有機的OC2監測小區：286.3 kg/株最高，而有機OC3監測小區：114.55 kg/株最低，格外品的比例以有機OC2監測小區：8.64%最多，以慣行CC1監測小區：0.35%最少。6個監測站生產文旦果肉率及果皮平均厚度皆未達顯著差異。而果實辭水後的單顆重量以有機OC2監測小區的的平均439.98 g最輕、但甜度最高(13.04 °Brix)，本年度各監測站之格外品大多數為400 g以下的分級重量。針對以上的初次調查結果還難以找出監測數據性質之間的關聯性，尚待累積長期資料才能做更多方面的探討。

前言

有機和慣行使用農藥農田操作不只影響農產品的特性，也會影響生物之間的多樣性及豐富度(Bengtsson *et al.*, 2005)，但臺灣僅有農業試驗所、臺南區農業改良場與茶業改良場執行農業長期生態研究10年以上(陳等，2020)。本場則是針對2017年到2020年於苑裡地區投入不同水稻地景：里山、里地、里海的節肢動物多樣性研究(陳等，2021)，針對果樹的農業生態調查，仍有許多未知的地方尚待探討。根據農業統計年報(2020年)苗栗地區文旦生產種植467公頃，為臺灣第三大產區，其中苗栗以西湖地區種植120公頃以上為大宗，在龍洞村同時有機認證及慣行操作的農戶彼此相鄰，故設置監測站調查，本計畫研究對於農業操作型態對於生態，尤其是昆蟲、土壤、和農民產量品質調查，建立資料庫，以利日後的分析研究。

材料與方法

一、監測站描述

(一)慣行栽培區以CC作為試驗場域代號：分為下列三處

CC1：經緯度：120.7834, 24.5416，文旦於1977年種植，周圍種植龍眼。

CC2：經緯度：120.7831, 24.5412，文旦於1977年種植，周圍種植龍眼、西施柚等。

CC3：經緯度：120.7655, 24.5489，文旦為1978年種植。

(二)有機栽培區以OC作為試驗場域代號：分為下列三處

OC1：經緯度：120.7797, 24.5328，文旦於1987年種植，兼種南瓜，周圍有少數龍眼、芒果等。

OC2：經緯度：120.7790, 24.5334，文旦於1987年種植，兼種南瓜、混種西施柚。

OC3：經緯度：120.7713, 24.5477，文旦於2002年種植，混種桶柑。

二、蟲相監測

以黃色黏蟲紙(以下簡稱YSP)監測以上6個站，每站4處至少距離3棵果樹以上的距離，相隔逢機監測特定昆蟲，分別是亞洲柑橘木蝨、薊馬、柑橘潛葉蛾、東方果實蠅、瓢蟲等五種，YSP以黑色格網(格網長寬：36x28cm)以黑色長尾夾固定四邊，綁在距地基部1.2~1.3公尺高的主幹上。監測蟲相時間分別為開花期2020年3月12日至2020年3月26日、2020年

3月26日至2020年4月9日，小果期2020年4月29日至2020年5月13日、2020年5月13日至5月27日、中果期2020年7月1日至7月15日、2020年7月15日至7月29日、及採收期2020年9月1日至9月15日、2020年9月15日至9月29日，以上總共八次時間點，以保鮮膜包覆後，以目視法及解剖顯微鏡確認黏紙上種類及數量。

三、土壤葉片採樣與性質分析

土壤採樣時間2020年3月12日，土壤分為0-20公分、20-40公分、40-60公分共3層。土壤風乾過篩後，土壤酸鹼度以電極法測定（土壤：水=1：1），土壤電導度以電導度計法測定（土壤：水=1：5），土壤有機質、土壤總氮含量以元素分析儀測定，土壤有機質含量=全碳含量 \times 1.723 (TARI S201.1B)。土壤有效性磷採白雷氏第一法（Bary no.1）測定。交換性鉀、鈣、鎂以孟立克3號法萃取後，以感應耦合電漿光譜儀測定。

葉片採樣時間2020年7月29日；葉片採取春稍未結果枝東西南北各方位枝條葉片。葉片烘乾磨粉後，葉片氮含量以Kjeldahl method測定，植體中磷、鉀、鈣及鎂含量，以雙酸（ HNO_3 、 HClO_4 ）消化分解後，磷採鉬黃法及用光電比色計測定，鉀以火焰光度計測定，鈣及鎂以感應耦合電漿光譜儀測定。土壤葉片分析數據以最小顯著差異法(LSD)測試其差異顯著性（ $P < 0.05$ ）。

四、產量調查：

本項調查6個監測小區隨機抽取4株具代表性的文旦樹，於白露節氣時採收全部果實，再逐一進行果實秤重與分級，以計算單株產量、單株內各等級平均總重量及各等及總重量所占百分比。分級標準分為4級，低於400 g為小型果、400至600 g者為中型果（主要銷售重量）、600 g以上為大型果及格外品（無商品價值），果實秤重分級後，取400至600 g的中型果進行果實品質檢測。

(一)重量：辭水後單顆的重量(公克)。

(二)果肉率：剖開果實剝下果皮、果膜後，測量果肉重量除以果實辭水後重量再乘100。

(三)果皮厚度：果實縱切剖半，於赤道處以直尺量測果實左右部位的果皮厚度，以平均值表示。

(四)糖度：榨汁後利用滴管取澄清液，滴於折射儀上測定($^{\circ}\text{Brix}$)。

(五)酸度：將榨汁所得的果汁，利用糖酸度計測量。

結果

一、西湖龍洞地區文旦特定蟲相監測

薊馬：不同的有機或慣行園區之間互相有顯著差異存在，每張黏紙數量在同一地區變異程度大，可能跟雜草與環境有關，在開花期第二次調查(2020年4月9日)以慣行園區有顯著較多情況(圖1)，梅雨季(5-6月)後變成有機園區的薊馬數量比較多，但是平均下來數量在不同田區差異大，經由學生式t測驗結果顯示與慣行田區無顯著差異，直到結果期第一次調查(2020年9月1日至9月15日)才呈現顯著差距，果實以目視法評估被薊馬危害情形仍以有機園區8-9成受害嚴重相

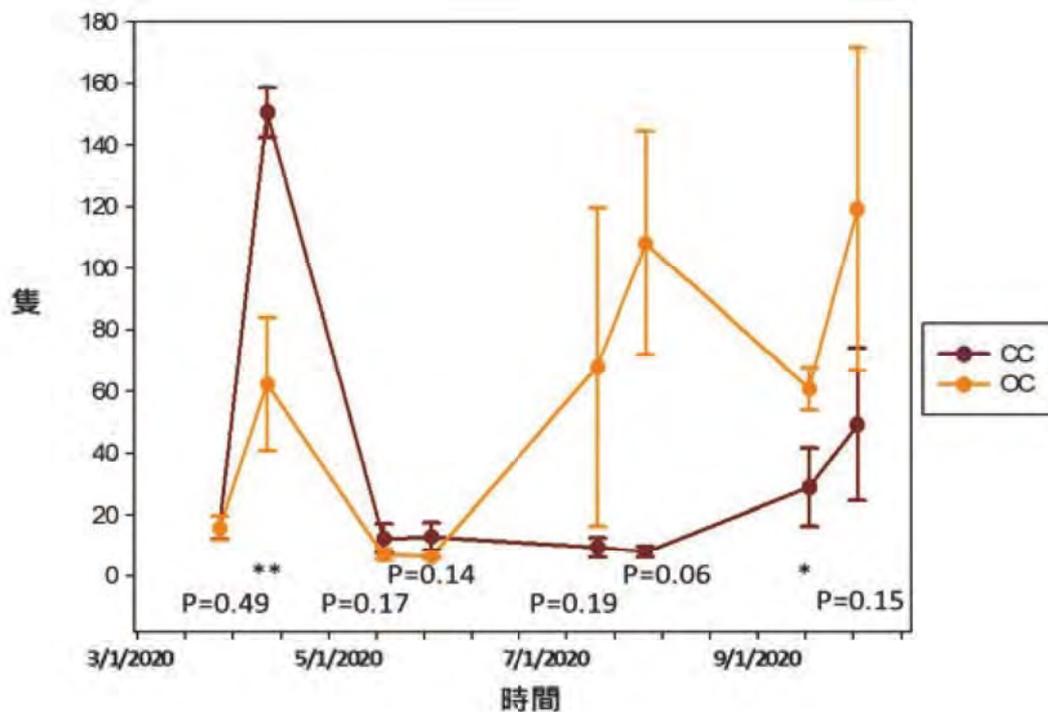


圖1.薊馬在有機(OC)及慣行(CC)園區監測數量變化為平均±標準誤差，**表示兩者差異極顯著 $P < 0.01$ ，如兩者差異不顯著($P \geq 0.05$)則列出P值。

瓢蟲：有機田區的蟲數變異較大，但是數量上顯著多於慣行田區，各別田區以有機園區的OC3在四次監測都是顯著最多的點，最多時每張黏紙平均高達95.5隻，有機園區平均多能維持10隻以上，出現的瓢蟲大部分為小型黑瓢蟲，偶爾出現菌食性的黃瓢蟲，而以慣行園區只有在2020年3月12日至3月26日出現比較多瓢蟲外，之後每張黏紙調查區平均都在10隻以下，整體情況以有機園區顯著較多於慣行園區(圖2)。

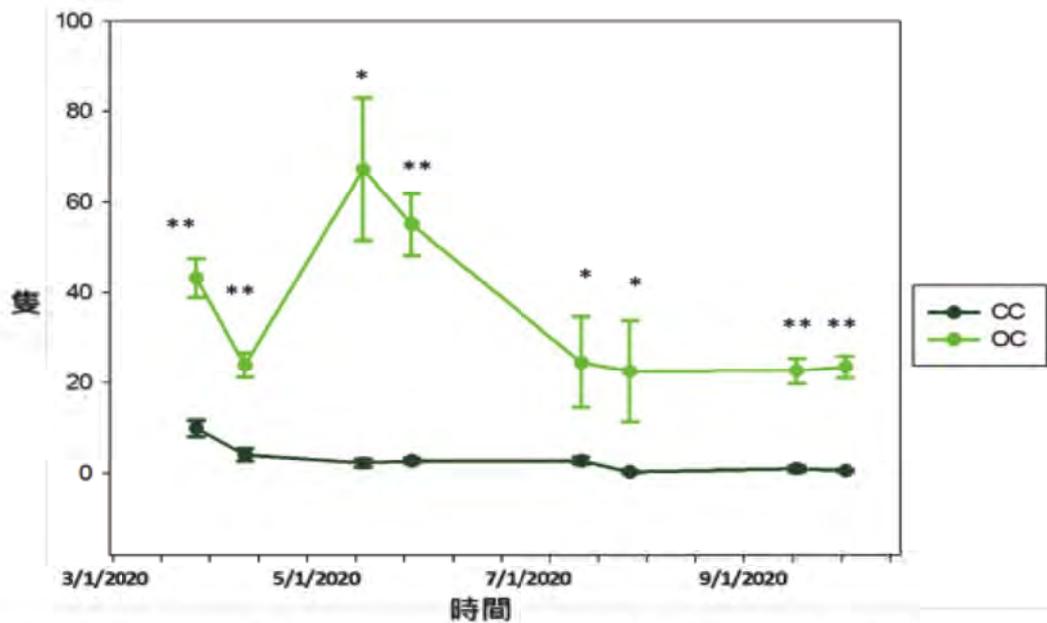


圖2. 瓢蟲在有機(OC)及慣行(CC)園區監測數量變化為平均±標準誤差，*表示兩者具顯著差異 $P < 0.05$ ，**表示兩者差異極顯著 $P < 0.01$ 。

東方果實蠅：出現狀況再不同園區差異很大，故以累計總數表示，有機園區在5~6月累計蟲數有上升趨勢，但後來蟲數又不多，直到9月的採收期，無論是慣行或有機園區都有單一地區密集性出現，又以慣行園區出現的果實蠅總數比較多。

柑桔潛葉蛾：慣行或有機園均未於黏紙上發現。

柑橘木蠹：慣行或有機園均未於黏紙上發現。

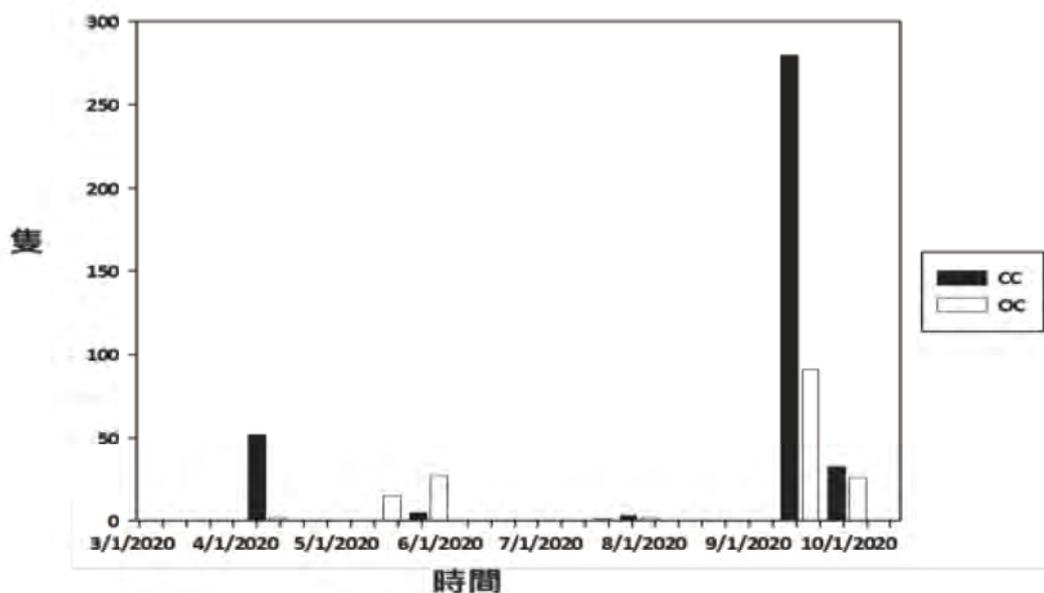


圖3. 東方果實蠅在有機(OC)及慣行(CC)園區不同時間點監測數量總數(隻)變化。

二、土壤葉片採樣與性質分析

土壤pH值各深度皆以有機園區較高，適合作物生長；土壤EC值各深度皆以慣行園區較高，但統計上不顯著；土壤有機質各深度除了40-60公分土層外，以慣行園區較高，但統計上亦不顯著(表1)。

表1. 土壤特性統計分析結果

土層	農法	酸鹼度	電導度	有機質	總氮	有效性磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂
公分		1:1	dS m ⁻¹	%	%	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹
0-20	有機	6.26 ± 0.52 a	0.102 ± 0.051 a	1.41 ± 0.77 a	0.0740 ± 0.0386 a	178 ± 136 a	226 ± 124 a	1883 ± 1013 a	242 ± 46 a
	慣行	5.46 ± 0.32 a	0.114 ± 0.019 a	1.56 ± 0.53 a	0.0937 ± 0.0178 a	346 ± 151 a	294 ± 27 a	1556 ± 474 a	190 ± 23 a
20-40	有機	6.00 ± 0.54 a	0.052 ± 0.031 a	0.767 ± 0.220 a	0.0633 ± 0.0389 a	93 ± 73 b	143 ± 103 a	1086 ± 537 a	229 ± 60 a
	慣行	4.75 ± 0.23 b	0.083 ± 0.006 a	0.845 ± 0.426 a	0.0537 ± 0.0096 a	253 ± 26 a	239 ± 12 a	1180 ± 630 a	208 ± 52 a
40-60	有機	5.56 ± 0.18 a	0.050 ± 0.024 a	0.812 ± 0.562 a	0.0830 ± 0.0403 a	113 ± 107 a	134 ± 79 a	1024 ± 456 a	232 ± 40 a
	慣行	4.47 ± 0.30 b	0.078 ± 0.014 a	0.582 ± 0.334 a	0.0613 ± 0.0311 a	100 ± 67 a	190 ± 31 a	621 ± 337 a	170 ± 65 a

葉片養分氮、鉀含量以有機園區較高，鈣、鎂含量以慣行園區較高，但統計上不顯著(表2)。

表2. 葉片養分含量統計分析結果

農法	氮	磷	鉀	鈣	鎂
	-----%-----				
有機	2.65 ± 0.28 a	0.120 ± 0.013 a	1.40 ± 0.22 a	3.03 ± 0.70 a	0.360 ± 0.096 a
慣行	2.28 ± 0.06 a	0.127 ± 0.002 a	1.29 ± 0.19 a	3.75 ± 0.34 a	0.430 ± 0.148 a

三、產量及品質調查

(一) 分級重量比較

表3結果顯示6個監測小區的單株總產量調查分別為量為OC2：286.3 kg最高、OC1：274.08 kg次之、其次是CC3：238.83 kg、CC2：237.93 kg、CC1：178.96 kg及OC3：114.55 kg最少，但統計上未達顯著差異。6個監測小區的單株產量分級平均總重量調查，表3及表4結果顯示，6個監測小區文旦400 g以下、400-600 g、600 g以上分

級平均總重量及百分比分布皆未達顯著差異，惟格外品平均重量及百分比分布統計上達顯著差異：以OC2：20.65 kg(8.64%)比例最高、CC2：8.45 kg(2.11%)次之、OC1：5.48 kg(1.86%)再次之、OC3：3.35 kg(3.35%)、CC3：1.68 kg(0.67%)及CC1：0.66 kg(0.35%)最少。文旦產量分級總重量及百分比皆以OC2的格外品最多，並達顯著差異。

表3. 6個監測小區的單株產量分級

果園	400 g 以下 (kg)	400-600 g (kg)	600 g 以上 (kg)	格外品 (kg)	總重量 (kg)
OC1	56.65±29.84	142.30±79.92	69.65±35.24	5.48±4.58 ^b	274.08±79.53
OC2	69.25±31.20	148.65±71.18	47.75±30.55	20.65±4.53 ^b	286.30±114.7
OC3	31.88±19.82	54.23±10.41	25.10±14.83	3.35±1.96 ^b	114.55±38.84
CC1	24.58±29.90	101.73±25.66	52.00±32.82	0.66±0.97 ^a	178.96±42.01
CC2	16.63±13.22	130.30±94.75	82.55±31.43	8.45±16.63 ^b	237.93±146.3
CC3	44.28±20.58	139.85±24.84	53.03±29.40	1.68±1.48 ^b	238.83±35.29
LSD _{0.05}				7.73	

表4. 六個試驗點的單株產量分級百分比

果園	400 g 以下 (%)	400-600 g (%)	600 g 以上 (%)	格外品 (%)
OC1	20.61±8.76	50.91±19.94	26.62±13.10	1.86±1.29 ^b
OC2	25.86±9.42	50.57±10.07	14.94±6.42	8.64±5.58 ^a
OC3	26.04±10.30	50.26±12.51	20.35±6.79	3.35±1.99 ^b
CC1	12.73±13.8	57.20±7.46	29.71±17.04	0.35±0.05 ^b
CC2	6.56±1.68	50.74±10.11	40.59±13.74	2.11±4.06 ^{bc}
CC3	18.89±9.08	58.50±4.46	21.93±11.65	0.67±0.51 ^b
LSD _{0.05}				4.45

(二) 品質比較分析

經分析比較，6個監測小區生產文旦果肉率及果皮平均厚度皆未達顯著標準。而辭水後的單顆重量、甜度及酸度達顯著差異(表5)。OC2的果實辭水後的平均重量(439.98 kg)最少但甜度最高(13.04 °Brix)，在產量試驗的格外品平均重量(439.98 kg)及400 g以下的分級重量也是最高，推測可能與水分灌溉有關。

表5. 六個試驗點的品質調查結果

果園	辭水後重量 (g)	果肉率 (%)	果皮厚度平 均(mm)	甜度 (°Brix)	酸度
OC1	501.41±54.10 ^{ab}	0.55±0.02	0.94±0.09	12.24±0.68 ^b	3.90±0.57 ^a
OC2	439.98±48.27 ^a	0.53±0.05	1.04±0.22	13.04±0.90 ^a	3.61±0.33 ^{ab}
OC3	474.66±49.80 ^b	0.53±0.02	1.03±0.12	11.90±1.09 ^b	3.24±0.35 ^{bc}
CC1	495.18±36.51 ^{ab}	0.52±0.02	1.05±0.15	12.37±0.77 ^b	3.06±0.35 ^c
CC2	526.69±40.43 ^a	0.54±0.03	1.05±0.15	12.16±0.55 ^b	3.32±0.35 ^{bc}
CC3	500.23±39.26 ^{ab}	0.55±0.02	1.05±0.159	12.04±0.56 ^b	3.78±0.35 ^a
LSD _{0.05}	31.736			0.5512	0.4061

討論

根據2020年長期農業生態調查的特定昆蟲研究結果可以發現薊馬的數量無論在任何時期，皆存在於果園之中，即使有噴薊馬防治藥劑的無論是有機或慣行田區病無法根除，但是慣行田區明顯於結果期後有較低薊馬數量，以黃色黏紙若作為「害蟲的薊馬」密度監測對農民而言較難判別何時需要投入防治。文旦如柑橘一般的外觀可能受小黃薊馬危害，而造成外觀不佳(王，2002)。許多被監測的瓢蟲都是捕食性的，有機田區明顯數量較多，另外有機園區也常監測到菌食性的黃瓢蟲，是因為間作南瓜得了白粉病，該時間有較多黃瓢蟲出現。東方果實蠅的數量在不同位置變化甚多，且有固定來源方向。以黃色黏紙監測都沒有發現柑橘木蝨和柑橘潛葉蛾，但田間以目視法觀查，少量的葉片確實有被柑橘潛葉蛾危害，柑橘木蝨則於田間調查都沒有發現，以黃色黏紙的方式而言，或許並不適合上述兩種昆蟲。

根據土壤檢驗結果，剛好有機園區監測到各深度土壤pH值都是較慣行園區高，20公分以下達顯著差異，可見長久的有機質肥料操作，穩定土壤pH值的效果比化學肥料好。意外的是土壤有機質含量並不會是有機園區就獲得提升，可能因有機園區土壤pH值較適宜，土壤有機質分解較快所致。各監測點的土壤有效養分含量變化頗大，導致無顯著差異，可能還需在各監測站長久觀察，與葉片分析結果來看之間差別也不顯著。

產量及品質深受樹齡影響，OC3的樹齡較輕產量顯著低於其他區。品質最好的是OC2，但是該區格外品最多，該果園樹勢末梢衰落以致養分水分吸收較差，也發現根部有柑桔線蟲、地上部的介殼蟲及螞蟻等危害情形而導致小果及格外品較多，推測109年的乾旱造成過度的缺水則會引起小果及格外品增加，亦使測得甜度最高。

結論

2020年的農業生態監測是非常有意義的資料，可知道黃色黏紙黏到的昆蟲情形，並用以思考日後的防治目的，如設計更有效的薊馬防治方法，不僅有機會減少農藥、減少工資，還能增進農民的收益。本研究目前用多重比較顯著性差異分析的意義可能不大，因為各監測站存在多種變因，目前的資料尚無法探討單純的差異來源。藉由本次研究也拉近本場與農民的距離，並且根據農民的管理方式能提出相關建議，增進有效的管理，在日後持續監測下或以新的分析方式些許能看出其中的變化。

參考文獻

1. 王清玲。2002。柑橘薊馬類。62-67頁。植物保護圖鑑系列9。鄒慧娟、顏辰鳳、鄭名君編。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。台北。
2. 行政院農業委員會。2020。中華民國109年農業統計年報。行政院農業委員會統計室。
3. 行政院農業委員會農業試驗所。2013a。土壤酸鹼值（pH值）測定方法-電極法。TARI S501.1B。
4. 行政院農業委員會農業試驗所。2013b。土壤電導度測定方法。TARI S101.1B。
5. 行政院農業委員會農業試驗所。2013c。土壤有機質測定方法—燃燒紅外線測定法。TARI S201.1B。
6. 陳仁炫。2008。第八章-磷。中華土壤肥料學會編印土壤分析手冊40-55。
7. 陳泓如、黃寄綸、賴瑞聲、林家玉、蔡志偉、張素貞。2021。苗栗地區水稻地景節肢動物多樣性之研究。苗栗區農業改良場研究彙報10：81-101。
8. 陳琦玲、郭鴻裕、石憲宗、陳健忠、林朝欽、楊藹華、林儒宏、張素貞、賴瑞聲、張繼中、莊國鴻、陳泰元、潘佳辰、林立。2020。農業生態系長期生態研究回顧與展望。農業生態系長期生態研究研討會，台中市，中華民國。
9. 張淑賢。1981。本省現行植物分析與作物需肥診斷技術。臺灣省農業試驗所特刊13:53-59。
鍾仁賜。2008。第七章-氮。中華土壤肥料學會編印土壤分析手冊27-39。
10. Bengtsson, J., J. Ahnström, and A. C. Weibull. 2005. The effects of organic
11. agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of applied ecology* 42: 261- 269.