農業氣象、空氣污染與酸雨對農業生產影響及因應措施
研討會論文專輯　181-190, 1996

檬果園之微氣候調查

張哲瑋[1]　張賢明[2]　趙政男[1]　王惠亮[2]
臺灣省農業試驗所嘉義農業試驗分所[1]、鳳山熱帶園藝試驗分所[2]

內　容

摘要……182
英文摘要……182
前言……183
材料與方法……183
結果……183
討論……188
誌謝……189
引用文獻……189

檬果園之微氣候調查

張哲瑋[1] 張賢明[2] 趙政男[1] 王惠亮[2]
臺灣省農業試驗所嘉義農業試驗分所[1]、鳳山熱帶園藝試驗分所[2]

摘　要

本研究於台南玉井、屏東春日及屏東三地門選取檬果園數處，調查品種前兩處爲”愛文”，後一處爲"在來種"，實測其園中之微氣候，藉以分析探討其與產期適栽性。根據以往調查結果顯示(一)十一、十二月及(二)元月及二月份的低溫是分別影響三地門及春日地區檬果著果率高低的重要因素，由於近兩年之十一、十二月寒流來襲的次數較少，因此三地門地區檬果著果率普遍較好；反之元、二月寒流來襲的可能性較高，所以春日地區檬果著果率也就難以提高。至於玉井試區，由於果農利用摘花技術避過二、三月份的寒流，因此四、五月份雨水的多寡，便成爲著果率高低的重要決定因子，例如民國八十二年四、五月份雨水較少，結果率也就較往年提高很多。

關鍵詞: 檬果，微氣象，著果率。

Investigates on the Microclimate of Mango Orchard

Jer-Way Chang[1], Hsien-Ming Chang[2], Cheng-Nan Chao[1] and Hui-Liang Wang[2]
(Chia-Yi Agriculture Experiment Station, Taiwan Agrilcultural Research Institute, Chai-Yi, Taiwan, ROC[1]; Feng-San Horticultural Experiment Station, Taiwan Agrilcultural Research Institute, Feng-san, Taiwan, ROC[2].)

ABSTRACT: In order to understand the microclimatic factors affecting the produce of mango, the ratio of fruiting has been investigated for two years since 1992 at Yu-Ching of Tainan, and San-Ti-Men and Chun-Jih of Pingtung county. Twenty, ten, and fifteen, years old of mango trees were used in this experiment, respectively. The varieties were 'Irwin' at Yu-Ching and Chun-Jih, 'Native' at San-Ti-Men. The results indicated that cold waves that occurred during November and December should be responsible for low fruiting ratio of mango at San-Ti-Men. Nevertheless, cold waves during January and February should be for Chun-Jih experimental fields. The cold waves devastated flowers and fruits at marble--sized growth stage or younger. At Yu-Ching experimental field, however, cold waves scarcely occurred during mango flowering and fruit-setting season, because farmer took terminal flower off to obtain auxillary flower bud that developed and flowered during April. Heavy rainfalls and/or long rainy periods cause anthracnose and reduce the effectiveness of pollen insects. Rainfalls and rainy periods during April and May might be key factors for producing mango in this field.

Key words: microclimate, mango, fruit set.

前　言

檬果爲本省重要水果之一，全省種植面積有一萬六仟多公頃，以台南縣爲最多（佔49％），屏東縣次之（佔30％），高雄縣亦栽培有二千公頃，而以屏東縣地區栽培產期較其他地區爲早，在來種約在十二月間即有採收，價格亦最高。惟高屏地區之氣候條件對檬果產期及冷峰對檬果之開花授粉之影響，迄今仍缺實測資料可供參考，而本省最大的檬果產區台南縣玉井鄉相關之實測資料亦不多。因此本計畫擬於、台南玉井鄉、高雄三地門、屏東春日鄉地區選取檬果園數處，實測其園中之微氣候，藉以分析探討其與產期之相關性及適栽性。

材料與方法

(一)各試區位置環境如下：

1. 玉井鄉愛文種檬果園：該園爲小山丘，四周高低差約30公尺，面積約 2.5公頃，樹齡約20年生，栽植密度約每公頃 500 株。本園於81年元月上旬設立農業氣象站，觀測項目包括氣象、雨量、風速等。
2. 春日鄉愛文種檬果園：該園爲西南向坡地，平均坡度爲14度，內築有平台階段，果園面積約 1 公頃，栽植密度約每公頃450 株，樹齡約十年生，其氣象資料來源爲同在該地之屏東技術學院，資源保育系設立之農業氣象站。
3. 三地門在來種檬果園，面積約 1.2公頃之平地，樹齡約十五年生，栽植密度約每公頃約 300株，該試區於81年元月上旬設立農業氣象站，隨即觀測溫、濕度、風速、雨量等資料。本報告分析之資料至82年6月止。

(二)著果情形調查：

1. 玉井試區：在81年開花期於東、南、西、北各坡向，均取大小相若之植株5株，每株取健壯之花穗10穗，合計20株200穗，以後每隔二至三週調查開花、結果、落果之情形。 82年 本試驗園因有摘花穗以誘引第二次花的栽培作業，故試驗株均開兩次花，在每次開花期於東、西、南、北各坡向，取大小相若之植株5 株，每次取健壯之花穗5 穗，合計200 穗，調查項目與81 年相同。
2. 春日及三地門試區：開花期在果園內選取樹型相似之植株14 株，每株依東、南、西、北四方向各選2～3穗掛牌，每隔一週，掛牌一次，約經一個月，開始調查開花、結果及落果情形。

結　果

(一).81及82年各試驗區重要氣象資料分別如表一及表二。

(二).著果情形

1. 玉井地區

81年於2月27日後陸續抽穗，3月16日正式掛牌調查，重要之著果情形調查如表三所示。結果率四月中旬爲88％，至5 月下旬僅剩46％，各坡向以南 向最高，北向最低。82年第一次花於1月8日掛牌調查，第二次花於82 年4月12日掛牌調查，著果情形如表四、表五、表六所示。第一次花的結果率5.3%明顯低於第二次花57%，各坡向的結果率亦以南向最高，北向最低。

2. 春日地區

81年於1月7日掛牌調查，每株檬果各方向之結果率如表七，顯示1 月上旬開花者結果率較低而二月下旬開花者結果率較

高。82年於12月31日起掛牌調查,著果率如表八，各開花期結果率均偏低，僅2 月上旬開花者結果率達20%。

3. 三地門地區

於80年12月 3日開始掛牌調查，每株檬果各方向之結果率如表九，各開花期結果率均偏低，最高僅10% 。82年自11月11 日起掛牌調查，每株檬果各方向之結果率如表十，除11月上旬及12月下旬開花者在40% 左右，其餘各開花期結果率約60%左右，均顯較上年度爲高。

表一、八十一年度各試區果園氣象資料一覽表

Table 1. Weather elements on experimental field in 1992

月份	氣溫(平均)℃			低於15℃日數			降雨日數		
	玉井	三地門	春日	玉井	三地門	春日	玉井	三地門	春日
1	15.8	15.8	19.2	16	19	15	7	7	7
2	16.2	18.2	19.8	11	12	7	10	9	7
3	21.8	22.0	24.4	4	2	1	8	7	5
4	20.5	23.7	24.4	3	0	0	12	13	15
5	26.7	27.1	24.8	0	0	0	9	14	8
6	28.0	29.1	26.2	0	0	0	8	15	10

表二、八十二年度各試區果園氣象資料一覽表

Table 2. Weather elements on experimental field in 1993

月份	氣溫(平均)℃			最低溫度低於15℃日數			降雨日數		
	玉井	三地門	春日	玉井	三地門	春日	玉井	三地門	春日
92'.11	20.0	24.0	21.3	6	0	2	-	2	5
12	18.6	21.2	20.7	14	2	1	1	4	1
93'.01	16.5	15.5	17.3	17	17	12	3	9	2
02	18.7	19.0	17.0	22	0	2	4	2	1
03	20.7	20.9	18.2	9	0	-	4	6	-
04	23.5	24.5	18.2	0	0	-	7	7	-
05	26.1			0			5		
06	27.4			0			12		
07	28.2			0			8		

表二 (續)

Table 2. (continued)

月份	雨量mm			風速 m／sec		
	玉井	三地門	春日	玉井	三地門	春日
92'.11	-	1.3	14.4	-	1.92	1.59
12	14.0	10.5	1.6	1.31	2.20	1.35
93'.01	9.0	35.0	17.2	1.74	1.74	1.55
02	6.0	2.0	8.8	1.50	1.68	1.88
03	31.5	32.7	-	1.17	0.98	1.80
04	40.0	7.0	-	1.55	1.10	1.54
05	243.5			1.43		
06	341.5			1.42		
07	124.5			1.49		

表三、八十一年度玉井愛文試區果園著果情形一覽表

Table 3. Fruit branch number and percentage of fruit branch at Ju-Ching experimental field in 1992

調查日期	東坡	西坡	南坡	北坡	合 計
	x y				
92'0417	39 (19.5)	35(17.5)	45(22.5)	37(18.5)	156(88.0)
0504	35 (17.5)	31(15.5)	38(19.0)	33(16.5)	137(68.5)
0529	25 (12.5)	19(9.5)	30(15.0)	18(9.0)	92(46.0)

註：x 結果枝條數

y 結果枝條百分比

表四、八十二年度玉井愛文試區果園著果情形一覽表

Table 4. Panicle number and percentage of fruit branch at Ju-Ching experimental field in 1993

掛牌日期	東坡	西坡	南坡	北坡	合計
	x y				
93'.01.18	12 (0)	15(6.7)	21(14.3)	22(0)	70(5.3)
04.12	25(64)	25(64)	25(52)	25(48)	100(57)

註：x：掛牌數

y：結果枝條百分率

表五、八十二年度玉井試區第一次掛牌著果調查結果一覽表

Table 5. Panicle number and percentage of fruit branch at first bloom at Ju-Ching experimental field in 1993

調查日期	東坡	西坡	南坡	北坡	合 計
	x y				
93'.02.15	12 (100)	15(100)	21(100)	22(100)	70(100)
03.01	12(100)	15(100)	21(95.2)	22(100)	70(98.8)
03.15	12(100)	15(100)	21(95.2)	22(100)	70(98.8)
03.30	12(8.3)	15(66.7)	21(28.6)	22(63.6)	70(41.8)
04.12	12(8.3)	15(40)	21(23.8)	22(27.3)	70(22.8)
04.27	12(8.3)	15(20)	21(23.8)	22(9.1)	70(15.3)
05.11	12(8.3)	15(20)	21(23.8)	22(4.6)	70(14.2)
05.25	12(8.3)	15(20)	21(23.8)	22(4.6)	70(14.2)
06.08	12(0)	15(20)	21(23.8)	22(4.6)	70(12.1)
06.21	12(0)	15(20)	21(14.3)	22(0)	70(8.6)
07.06	12(0)	15(6.7)	21(14.3)	22(0)	70(5.7)

註：x：掛牌數
y：結果枝條百分率

表六、八十二年度玉井試區第二次掛牌著果調查結果一覽表

Table 6. Panicle number and percentage of fruit branch at second bloom at Ju-Ching experimental field in 1993

調查日期	東坡	西坡	南坡	北坡	合計
	x y				
93'.04.27	25 (100)	25(100)	25(96)	25(92)	100(97)
05.11	25(92)	25(92)	25(84)	25(92)	100(90)
05.25	25(72)	25(64)	21(72)	25(64)	100(68)
06.08	25(64)	25(64)	21(72)	25(60)	100(65)
06.21	25(64)	25(64)	21(68)	25(56)	100(63)
07.06	25(64)	25(64)	21(52)	25(48)	100(57)
07.20	25(64)	25(64)	21(52)	25(48)	100(57)
08.07	25(64)	25(64)	21(52)	25(48)	100(57)

註：x：掛牌數
y：結果枝條百分率

表七、八十一年度春日愛文檬果園各方向平均著果率一覽表

Table 7. Panicle number and percentage of fruit branch at Chun-Jih experimental field in 1992

方向 掛牌日期	東 向	西 向	南 向	北 向	合計
	x y				
92'.01.07	10 (20)	15(30)	16(25)	7(20)	48(31.6)
01.15	10 (25)	18(50)	15(40)	12(30)	55(48.3)
01.29	8 (25)	20(40)	15(50)	7(25)	50(46.7)
02.19	10 (30)	20(50)	17(50)	9(30)	56(53.3)

註：x：掛牌數
y：結果枝條百分率

表八、八十二年度春日愛文芒果園各方向平均著果率一覽表

Table 8. Fruit number and percentage of fruiting at Chun-Jih experimental field in 1993

掛牌日期	東向	西向	南向	北向	合 計
	x y				
81.12.31	20(10)	16(9)	21(7)	15(5)	72(8)
82.01.07	13(9)	8(6)	23(7)	11(5)	55(14)
82.01.14	11(13)	12(2)	12(6)	13(5)	48(7)
82.01.20	11(7)	7(10)	6(11)	8(12)	32(10)
82.01.29	3(9)	6(17)	5(15)	3(9)	17(13)
82.02.04	5(12)	2(32)	4(19)	7(11)	18(19)

註：x：果實直徑至小指大小時的結果數
y：果實直徑至姆指大小時的平均結果率

表九、八十一年度三地門在來種檬果園各方向平均著果率一覽表

Table 9. Fruit number and percentage of fruit-set at San-Ti-Men experimental field in 1992

方向 掛牌日期	東 向	西 向	南 向	北 向	合計
	x y				
91'.12.03	5 (10)	8(20)	6(25)	4(5)	23(15)
91'.12.10	3 (20)	7(10)	5(40)	3(5)	18(18.8)
91'.12.18	4 (10)	8(15)	7(50)	1(0)	20(18.8)
91'.12.30	6 (15)	6(30)	6(50)	3(5)	21(25.0)
92'.01.07	2 (20)	7(30)	4(50)	2(10)	15(27.5)

註：x 平均結果數
y 平均著果率(%)

表十、八十二年度三地門在來種檬果園各方向平均著率一覽表

Table 10. Fruit number and percentage of fruit-set at San-Ti-Men experimental field in 1993

掛牌日期	東向	西向	南向	北向	合 計
	x y				
92'. 11. 11	8(45)	7(64)	5(66)	6(51)	26(55)
11. 19	6(67)	6(58)	3(68)	6(71)	21(66)
11. 26	6(59)	4(47)	3(91)	12(28)	25(46)
12. 03	5(62)	4(61)	5(70)	4(65)	18(65)
12. 10	5(76)	6(47)	3(56)	6(58)	20(59)
12. 17	7(58)	3(63)	7(53)	3(52)	20(56)
12. 24	3(47)	3(48)	5(34)	3(34)	14(40)

註：x：果實直徑至小指大小時的結果數

y：果實直徑至姆指大小時的平均結果率

討　論

檬果減產的原因，一般研究認爲不外乎花期低溫之寒害，霪雨所導致的落花落果，其中以低溫被研就的最多，例如曾夢蛟氏(1983)的研究指出，當外界溫度低於15℃時，花粉管在柱頭上則不發芽，而國外YOUNG 氏更早在1955年即有類似的報告。低溫通常也被認爲是造成本省產量偏低的主因。歐錫坤氏(1983)在玉井所做的實驗，北坡向無子果的發生率爲南坡向的7.23倍，他認爲北坡向溫度較低，可能是造成此一差異的主要原因。徐森雄氏(1978, 1979)於玉井試區的實驗調查，在不同花期中之結果粒數，開花較早者較多，後期者普遍減少；在不同高度來看，山頂上結果粒數較多，山腰次之，谷間最少；就不同坡向而言，以西南向者結果粒數較多；開花前期、谷間、非西南坡向氣溫較低是造成這些差異的主要原因。然就玉井試區而言，從各次調查的結果與氣象資料推斷，該區產量偏低是否爲低溫因素所造成，則頗有商確之處，以81年試驗結果而言，若以15℃當作危害檬果著果的低溫指標，在調查期間僅有5 天當日最低溫低於15℃，反觀降雨日數，各月份多且平均(表一)，其中四及五月份共降21天的雨，另就結果率來看，該區從四月中旬很平穩地每二至三周下降20%(表三)，由於下雨會會導致檬果最主要病害--炭疽病的蔓延，果農在防治時常因無法完全而造成若干損失，此從現場落果上的病斑亦可看出，因此綜合上述的分析可知影響該年度結果率的主要因素是雨水而非低溫。至於82年度試驗結果顯示第一次花的結果率明顯低於第二次花，從各次調查的結果與氣象資料推斷，82年一至四月降雨日數不到20天，而低於15℃的日數竟高達48天，且各坡向的結果率亦以南向最高，北向最低，因此低溫應是導致第一次花結果率低的主要因子，然值得注意的是該區之結果率在三月份由98.8%遽降至41.8%(表五)，如此高達50%的落果率故是低溫所危害，然在三月底仍有的41.8 %，何以到七月初僅剩5.7%，因在三月以後並無低溫的出現(表二)，此若參照果農的管理作業，即可明瞭，由於果農把栽培重點擺在第二次花，第一次花較疏於管理，因此造成病虫危害孳生，尤以果實長至小指大小前受到炭疽病的危害而導致嚴重落果，更使著果率在不到一個月內降至15.3% 。於第二次花的著果情形，本年度著果率爲57％(表六)，其中5月11日至5月25日間，著果率由90％下降至68％．受害率達22％，對照該段期間果實生長情形，5月25日調查時果實生長平均爲4.5公分左右，由於此段期間並無低於15℃的低溫出現，亦無長時間降雨，因此這段期間的落果，可能主要是授粉不良與果實彼此間的營養競爭所造成，而似與氣象無多大關係，至於五月下旬及六月上旬豪雨似對結果情形無太大的影響，可能是因試區爲一山丘，排水良好所致；若將本年度氣象資料與去年度相比．可歸納出兩年資料主要的差異在下雨日數，去年總計四、五月份下雨日數達21天(表一)，本年度四、五月份僅12天(表二)，且五月份的 5 天分佈在五月末，因此結小果時較乾旱是造成本年度結果率高於去年的原因。

春日試區影響檬果產量的氣象因素則與玉井試區完全不同，由於該區花期及著果期爲十二月及 /或元月此在南部爲乾旱期(表一、二)，因此低溫是主要的影響因素，此兩年花期愈晚者氣溫愈溫暖，所以調查結果均呈現花期愈晚者著果率愈高的趨勢(表七、八)。

至於三地門試區影響檬果產量的氣象因素則與春日試區相似，由於該區花期及著果期爲十一月及 /或十二月此在南部爲乾旱期(表二)，因此低溫亦是主要的影響因素，所不同的是花期愈早者氣溫愈溫暖，所以花期較早者著果率較高，尤其是進入冬季的前後，差異更爲顯著，是以八十二年度花期僅較八十一年度早一個月，但結果率卻高出30%(表九、十)。

綜合從玉井、春日、三地門之氣象資料及植株著果之初步調查結果顯示，元月份及二月份多次寒流是造成春日及三地門果率偏低的主要原因 ，至於玉井試區由於果農利用摘花技術避過二、三月份的寒流，因此四、五月份雨水的多寡，便成爲著果率高低的重要決定因子。

本省芒果栽植面積已達一萬九千多公頃，大部份分佈在玉井、南化幾個鄉鎮。這些地區果農摘花及病蟲害防治技術已日益成熟，只要花期至結小果期氣候較乾旱，加上栽培技術不斷改進，因結果率提高伴隨產量的繼續增加爲勢所必然．如何運用氣象資訊及產地調查未雨綢繆，防止滯銷，值得有關單位深思。

誌　謝

試驗期間承 國立屏東技術學院徐教授森雄博士指導，特表謝忱。

引用文獻

徐森雄 1978 玉井地區山坡地冬季之微氣候(第一報)中華水土保持學報 9(1) p151-160

徐森雄 1979 玉井地區山坡地冬季之微氣候(第二報)中華水土保持學報 10(1) p171-179

徐森雄、宋義達 1987 從氣象資料估算蒸發量 中華水土保持學報 18(2):p83-89

張鏡湖 1989 農業氣象的目的和內容 氣象研討會專輯 p1-10

曾文炳 1989 我國農業氣象發展之現況與展望 氣象研討會專輯p95-112

譚金盛 1989 氣象資料預測作物灌溉需水量 氣象研討會專輯p113-126

邱垂錫譯 1978 農業氣象學 徐氏基金會 PP.

沈鵬 1979 生物環境小氣候學 徐氏基金會 PP.

歐錫坤 1983 愛文檬果花期與無子果生成之關係研究 中國園藝29(4):269-278

曾夢蛟、張武男 1983 溫度對檬果花粉管在花柱內生長之影響興大園藝 8:19-22

許仁宏 1983 檬果腋花穗之誘引 中華農業研究 32(1) p32-38

YOUNG 1955 Inflence of temperature on growth of manggo pollen Florida Sta

Hort. Soci(1-3):309-313

SHU Z.H.and SHEEN T.F. 1987 Floral induction if axillary buds of mango (Mangilfera indiica L.) as affected by temperature. Scientia Horticulturae 31: 81-87.