

高雄縣六龜地區金煌芒果果實病變問題之研究

陳富英、鄧耀宗、林娟如¹

摘 要

六龜地區金煌芒果劣變，經三年田間試驗結果，在高氮低鈣吸收下，果實劣變情形嚴重，正常果實中氮含量約 45~104 mg/kg，鈣含量約 32~73 mg/kg，氮/鈣比值，其範圍在 1.23~1.50。生理劣變果實中氮含量約 62~128 mg/kg，鈣含量約 16.7~50mg/kg，氮/鈣比值較高，其範圍在 2.06~5.90。正常果實及生理劣變果實中硼含量相近，在 0.16~0.35 mg/kg。由本試驗結果可知，果實中鈣的含量與果實劣變有關，但是鈣並非造成果實劣變的唯一因素。氮在果實內含量，隨果實的成長並無顯著的變化，表示氮在果實成長期繼續吸收，並轉移至果實；相反的，鈣在果實內含量，隨果實的成長而降低，因此氮/鈣比值，隨果實成長而增加。探討氮/鈣比值與果實劣變的關係，發現二者呈顯著的正相關，表示氮/鈣才是影響金煌芒果劣變的主要原因。為降低果實劣變，在缺鈣果園，宜在開花前後補充鈣肥，並在乾早期酌加灌溉，以確保鈣肥的吸收利用。在果實生育後期，宜控制氮肥的施用，以減少氮之吸收，降低氮/鈣比值。若於開花至幼果期，地面酌量補充水分及施用鈣資材，可提高果實中鈣含量，降低氮/鈣比及劣變率。

關鍵詞：芒果、果實病變、氮/鈣比、施肥

前 言

高雄縣六龜地區於民國八十年發現部分金煌芒果採收後有果肉劣變情形，因而失去商品價值，嚴重影響果農收益。經初步調查結果並非由病原菌所感染，可能與營養失調有關。芒果萌芽後花序的伸長、開花到果實肥大以前所使用的碳水化合物及氮，大部份來自樹體之儲藏，因而樹體中儲藏之養分對其果實生長及產量影響很大⁽¹⁰⁾。在土壤反應對愛文芒果葉片養分濃度的影響中，發現土壤 pH 值與葉片鈣養分含量呈正相關，與其他元素含量相關不顯著⁽⁹⁾。

本省愛文芒果葉片要素含量適宜範圍為氮 1.40~1.70%、磷 0.10~0.15%、鉀 0.90~1.20%、鈣 1.00~1.80%、鎂 0.20~0.35%⁽⁵⁾。而美國佛州大量元素之適宜濃度範圍為氮 1.00~1.50%、磷 0.08~0.17%、鉀 0.30~0.80%、鈣 2.00~3.50%(酸性土)、3.00~5.00%(鹼性土)、鎂 0.15~0.40%⁽⁸⁾，顯示本省愛文芒果葉片中鈣含量較美國佛州標準為低，而氮、鉀濃度較高。根據芒果果肉營養成分分析結果，

氮與鈣比例不當時，易發生 soft-nose 生理病⁽¹⁶⁾。高氮低鈣容易造成果肉變軟

¹高雄區農改場助理研究員、研究員及約僱員

甚至瓦解之頂腐病，缺硼時造成裂果，且果實內部出現茶色硬斑⁽⁸⁾。芒果果頂之果肉在採收前，產生軟化及褐變之生理障礙，可能與礦物元素含量有關^(15,16)。金煌芒果靠近果梗部位外層果肉氮含量為 0.37%，鈣含量為 0.04%，而果頂部位果肉氮含量為 0.79%，鈣含量為 0.02%，顯示金煌芒果果肉中氮及鈣的分布並不一致⁽²⁾。因此本研究之主要目的是探討數蓋與施用不同鈣肥對芒果營養分吸收及芒果劣變率之影響，用以改善金煌芒果之栽培技術，進而提昇其品質。

材料與方法

一、試驗材料：

- (一) 芒果樹：樹齡六至八年之金煌芒果，位於高雄縣六龜鄉。
- (二) 肥料：硼砂、碳酸鈣、硫酸鈣、氯化鈣、堆肥、台肥 1 號複合肥料。
- (三) 數蓋物：谷殼

二、試驗方法：

- (一) 試驗設計：採裂區設計，主區為數蓋與不數蓋；副區為肥料處理，四重複。
- (二) 肥料處理：共有六處理。
 1. 農民慣行施肥區(CK，於果實採收後及開花至幼果期各施台肥 1 號複合肥料 1~1.5 公斤/株/年)。
 2. CK 加施硫酸鈣(CaO 3 公斤/株/年)。
 3. CK 加施碳酸鈣(CaO 3 公斤/株/年)。
 4. CK 加施碳酸鈣(CaO 3 公斤/株/年)，並由葉面噴施 0.5%CaCl₂ 溶液，每次水量 5 公升(25g CaCl₂)，於開花期至果實成熟期每 7 天噴一次。
 5. CK 加施碳酸鈣(CaO 3 公斤/株/年)，並由葉面噴施 0.5%CaCl₂ 及 0.2% 硼砂液，水量與次數同處理 4。
 6. CK 加硫酸鈣(CaO 3 公斤/株/年)，並加堆肥 20 公斤。
- (三) 試驗期間：1992 至 1995 年，1992 至 1993 年未裝設灌溉設施，1994 年起裝灌溉設施。
- (四) 取樣方法：葉片部分於花穗抽出前取樣，取樣部位是由頂端葉片往下數第 4~6 個葉片。果實部分取接近果梗部份之果肉，每一處理取 5 個果實供測定粒重、糖度及酸度。
- (五) 土壤及葉片分析方法：依據省農試所編印之作物需肥診斷技術⁽⁴⁾。
- (六) 果肉劣變率調查：每處理總調查個數中，劣變果實所佔比例。

三、供試土壤條件：係馬兒村系土壤，由板岩母質風化而形成之粘質壤土，土壤 pH5.0，有機質含量 3.28%，有效性磷、鉀含量分別為 164 及 58 mg/kg，有效性鈣、鎂含量為 503 及 48 mg/kg。

試驗結果

一、數蓋及肥料處理對不同花果期之鮮果中氮、鈣、硼含量及果實劣變率之影響 (1993)

民國 1993 年之試驗材料於 1992 年 12 月初開花，於 1993 年 6 月 11 日收穫，果實全生育日數為 192 天。同一材料於 1993 年 1 月中旬開第二次花，於 6 月 19 日收穫，果實全生育日數為 158 天。該兩批花所結果實分別測試果肉內氮、鈣及硼之含量，也檢查果肉劣變率，用以分析氮／鈣比與果實劣變率間的關係(表 1)。數蓋處理對第一批花果實中氮、鈣、硼含量並無顯著的影響，惟對第二批花果實中有提昇氮含量及劣變率，降低鈣含量之現象。肥料處理方面施用鈣肥的結果並未能有效提高果實內鈣的含量，惟葉面加噴 0.5%CaCl₂ 者，其果實氮含量有降低現象。加施堆肥處理之果實含氮量較高，果實劣變率也因而偏高。葉面加噴 0.2% 硼砂的結果，果實中硼含量有上升現象，惟對降低芒果的劣變率並無助益。

比較第一批花果實與第二批花果實之劣變率，發現第一批花果實的劣變率很低，但是第二批花果實之劣變率達(數蓋與無數蓋區)平均 13.8%，其中尤以數蓋區的劣變率較高達 16.9%。比較兩批花果實之氮含量，第二批花之果實比第一批高 18%，第一批花果實氮含量 52~71 mg/kg，第二批花果實氮含量 62~79 mg/kg。在果實鈣含量方面，第一批花比第二批花果實高 78%，第一批花果實鈣含量 31.4~35.4 mg/kg，第二批花果實鈣含量 16.7~17.7 mg/kg。因此氮／鈣比在第一批花果實為 1.86，第二批花果實為 3.89，第二批花果實的氮／鈣比約為第一批花果實之 2 倍。就各肥料處理的氮／鈣比與果實劣變率而言，數蓋區以處理 6(CaSO₄+堆肥)及處理 5(CaCO₃+0.5%CaCl₂+0.2%Na₂B₄O₇)之氮／鈣比最高，分別為 4.65 及 4.61，其果實劣變率則分別為 20.0%及 21.0%；而以處理 4(CaCO₃+0.5%CaCl₂)之氮／鈣比最低為 3.52，果實劣變率亦最低為 7.1%。在無數蓋區的情形亦相類似，其果實劣變率為 7.7%；而氮／鈣比最高之處理 6(CaSO₄+堆肥)，其果實劣變率亦最高(表 1)。表示金煌芒果果實劣變率可能與氮／鈣比有關，氮／鈣比愈高，果實劣變率亦愈高。

表 1. 敷蓋及肥料處理對不同花果期之鮮果中氮、鈣、硼含量及劣變率之影響(1993)

Table 1. Effect of mulch and different fertilizer treatments on N, Ca and B content of different flowering date fruits and disorder rate

肥料處理 Fertilizer treatments	第一批花果實 Early flowering fruit				第二批花果實 Late flowering fruit				劣變率 Degree of disorder (%)
	N	Ca	B	N/Ca	N	Ca	B	N/Ca	
	----- (mg/kg) -----				----- (mg/kg) -----				
	敷 蓋 (Mulch)								
CK	66.0	32.1	0.23	2.06	73.8	16.7	0.19	4.37	18.0
CaSO ₄	53.5	32.6	0.23	1.64	75.2	17.3	0.18	4.35	18.0
CaCO ₃	52.5	31.4	0.23	1.67	67.0	17.7	0.15	3.78	17.6
CaCO ₃ +0.5% CaCl ₂	54.2	35.4	0.23	1.53	61.0	17.6	0.19	3.52	7.1
CaCO ₃ +0.5% CaCl ₂ +0.2% Na ₂ B ₄ O ₇	60.0	32.0	0.34	1.87	77.5	16.8	0.17	4.61	21.0
CaSO ₄ +Organic fertilizer	71.0	31.5	0.30	2.25	79.0	17.0	0.20	4.65	20.0
Mean	59.5	32.5	0.26	1.84	72.4	17.2	0.18	4.21	16.9
	無 敷 蓋 (Without mulch)								
CK	56.0	33.0	0.20	1.69	71.2	19.0	0.17	3.75	12.5
CaSO ₄	53.1	33.0	0.20	1.69	66.3	19.1	0.17	3.47	14.3
CaCO ₃	70.2	35.5	0.20	1.97	83.0	21.7	0.16	3.82	8.6
CaCO ₃ +0.5% CaCl ₂	51.0	34.5	0.22	1.48	59.4	19.8	0.16	3.00	7.7
CaCO ₃ +0.5% CaCl ₂ +0.2% Na ₂ B ₄ O ₇	70.2	32.4	0.30	2.16	66.7	19.5	0.18	3.42	6.0
CaSO ₄ +Organic fertilizer	71.0	31.9	0.28	2.22	79.9	20.3	0.19	3.93	15.4
Mean	61.9	33.4	0.23	1.87	71.0	19.9	0.17	3.56	10.7

二、加裝噴灌設施後敷蓋及肥料處理對金煌芒果果實之影響(1994)

前一年(1993年)試驗結果顯示氮/鈣比與果實劣變有密切的關係，為使芒果提升鈣的吸收，於1994年開始加裝噴灌設施，使果樹在生育期間可以補充適當的水分。到芒果成熟採收後，自各處理中調查338個樣品，其中僅7個具有果實劣變徵狀，劣變率約為2%。為瞭解加裝噴灌設施後，對氮、鈣及硼吸收情形，分別自各處理取樣分析，試驗結果列於表2。由表2得知敷蓋區與無敷蓋區間對果實中氮、鈣、硼及糖度含量均相類似，敷蓋區氮、鈣及硼含量分別為79、53及0.25mg/kg，糖度為14.2⁰Brix；無敷蓋區氮、鈣及硼含量分別為72、51、0.24mg/kg，糖度為14.4⁰Brix。在肥料處理方面，所有施用鈣肥處理，無論是施用CaSO₄、CaCO₃或葉面噴施0.5%CaCl₂均顯著的提高了果實中鈣的含量，因而氮/鈣比也顯著降低了。敷蓋區中之鈣肥處理區之平均氮/鈣比為1.41，比對照區低0.46；無敷蓋區中之鈣肥處理區之平均氮/鈣比為1.38，比對照區低0.38。果實糖度方面，不同肥料處理對果實糖度均無明顯的影響。由本試驗可知，加裝噴灌設施後

施用鈣肥，可提高鈣之吸收，增加果實中鈣的含量，並降低氮／鈣比值。

表 2. 數蓋與肥料處理對正常果實中氮、鈣、硼含量及果實糖度之影響(1994)

Table 2. Effects of mulch and fertilizer treatments on nitrogen, calcium, boron and sugar content of normal fresh fruits.

肥料處理 Fertilizer treatments	N	Ca	B	N/Ca	Sugar °Brix
	-----mg/kg-----				
	數 蓋 (Mulch)				
CK	86	46	0.22	1.87	14.2
CaSO ₄	74	54	0.22	1.36	13.6
CaCO ₃	78	57	0.21	1.36	14.7
CaCO ₃ + 0.5% CaCl ₂	81	56	0.22	1.45	13.6
CaCO ₃ + 0.5% CaCl ₂ + 0.2%	78	54	0.32	1.44	14.2
Na ₂ B ₄ O ₇	75	52	0.29	1.44	14.4
CaSO ₄ + Organic fertilizer					
Mean	79	53	0.25	1.48	14.2
	無 數 蓋 (Without mulch)				
CK	67	38	0.21	1.76	14.9
CaSO ₄	76	54	0.22	1.41	14.1
CaCO ₃	70	49	0.20	1.42	14.0
CaCO ₃ + 0.5% CaCl ₂	73	53	0.21	1.38	13.7
CaCO ₃ + 0.5% CaCl ₂ + 0.2%	74	53	0.31	1.39	14.2
Na ₂ B ₄ O ₇	72	56	0.28	1.28	14.9
CaSO ₄ + Organic fertilizer					
Mean	72	51	0.24	1.47	14.4
LSD 5%		4.03		0.35	
LSD 1%		5.42		0.47	

三、數蓋與肥料處理對金煌芒果產量、果實特性及劣變率之影響(1994-1995)

- (一) 數蓋對產量、果實特性及劣變率之影響：以穀殼數蓋一方面可以控制果園雜草，另一方面可以減少土壤表面水分之蒸發，惟對芒果產量並無增產效果。根據 1994 及 1995 年資料(表 3)，數蓋區產量比無數蓋區低，每棵平均減產 0.8 ~ 1.0 公斤。在果實單粒重、果實糖度及酸度等方面，數蓋效果並不明顯。在果肉劣變方面，數蓋區的劣變率顯然比無數蓋區低，數蓋區之果實平均劣變率為 1.3%，而無數蓋區為 2.6%。
- (二) 肥料處理對產量、果實特性及劣變率之影響：不同肥料處理之產量差異很大，就表 3 兩數蓋處理及兩年產量加權平均，以施用硫酸鈣之第 2 及第 6 處理最高，比對照區每棵平均增產 1.17 公斤及 1.35 公斤。處理 4 及處理 5 採用葉面噴施 0.5% CaCl₂ 對果實產量似有負面效果，處理 4 每棵平均產量為 11.85 公斤，比對照區減少 0.88 公斤；處理 5 每棵平均產量為 11.2 公斤，比對照區減少 1.53 公斤。此外年度間的產量差異很大，1994 高產的處理如數蓋區的第

6 處理及無敷蓋區第 1 處理, 1995 年因開花期遇到下雨, 授粉不良, 有減產之趨勢。對果實特性而言, 不同肥料處理間對粒重、果實甜度及酸度之影響不明顯, 葉面噴施 0.5% CaCl_2 及 0.2% $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 亦不能改善果實品質。惟在果肉劣變率方面, 施鈣處理具有減輕劣變率之現象(表 3)。此外, 施用硫酸鈣及堆肥之處理 6 具有明顯降低果實劣變之效果。

表 3. 敷蓋與肥料處理對芒果產量、果實特性及劣變率之影響(1994-1995)

Table 3. Effect of mulch and fertilization on fruit yield and its quality.

肥料處理代號 * Fertilizer treatment	產量 Yield kg/plant		粒重 Weight kg/fruit		糖度 Sugar OBrix		酸度 Acidity %		劣變率 % Degree of disorder 1994
	1994	1995	1994	1995	1994	1995	1994	1995	
	敷蓋區 (Mulch)								
1	7.1	11.8	0.99	0.92	14.2	15.1	2.62	2.20	4.8
2	16.5	8.7	1.00	0.98	13.6	16.2	2.44	2.38	0.0
3	17.9	10.3	1.01	1.03	14.9	15.2	2.72	2.41	0.0
4	13.2	12.3	0.99	0.87	13.6	14.7	3.14	2.19	4.5
5	10.3	12.3	0.96	0.85	14.2	15.1	3.08	2.25	0.0
6	23.9	6.5	0.96	0.98	14.4	15.1	2.84	2.53	0.0
Mean	14.8	9.6	0.98	0.94	14.2	15.2	2.81	2.33	1.3**
無敷蓋區 (Without mulch)									
1	21.2	10.8	0.96	0.96	14.9	14.9	2.25	2.47	6.2
2	14.5	15.9	1.01	0.96	14.1	14.7	2.18	2.37	3.0
3	13.5	11.2	1.00	1.05	14.0	15.5	2.61	2.28	3.8
4	14.7	7.2	1.01	1.00	13.7	15.5	2.11	2.22	0.0
5	12.9	9.3	1.04	1.06	14.2	15.2	2.25	2.37	2.6
6	16.8	9.1	0.96	0.92	14.9	15.4	2.60	2.22	0.0
Mean	15.6	10.6	1.00	0.97	14.3	15.4	2.34	2.32	2.6**

*Fertilizer treatment 1: CK 2: CaSO_4 3: CaCO_3 4: $\text{CaCO}_3 + 0.5\% \text{CaCl}_2$
5: $\text{CaCO}_3 + 0.5\% \text{CaCl}_2 + 0.2\% \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 6: $\text{CaSO}_4 + \text{Organic fertilizer}$

** : 調查 338 個果實, 只有 7 個劣變果實

四、金煌芒果果實中氮及鈣含量與其果實劣變之關係(1993)

為瞭解不同劣變程度果實中氮及鈣含量, 利用 1993 年第二批花之果實為材料, 選擇果實劣變程度不同的金煌芒果 7 粒, 進行果肉中氮及鈣之含量分析, 生理劣變程度範圍為 17~76%, 分析結果列於表 4。表 4 顯示果實中氮含量高, 並不一定促使生理劣變程度加重。如氮含量為 113mg/kg 之樣品 3, 其果實劣變程度為 28%, 而生理劣變程度為 76% 之樣品 7, 其氮含量只有 59mg/kg。果實中鈣的含量對果實劣變程度之影響較大, 鈣含量高者, 其劣變程度較低, 相反的, 鈣含

量低者，果實劣變程度有較高之趨勢。以氮及鈣含量換算氮／鈣比值則與果實劣變程度有密切的關係，氮／鈣比值愈高，果實劣變程度愈高，如樣品 7 之氮／鈣比為 5.90，生理劣變程度亦高達 76%。反之，氮／鈣比較低者，如樣品 1 之氮／鈣比為 1.82，其果實劣變程度亦只有 17%。以氮／鈣比值由低至高順序排列後，發現果實劣變程度亦由低往高順序排列，兩者的順序完全吻合(表 4)。

表 4. 果實中氮及鈣含量與果實劣變程度之關係

Table 4. Relationship between the N and Ca content of fruit and the degree of disorder fruit.

生理劣變果實樣品 Sample of Disorder fruit NO.	果實中含量 Contents in the fruit (mg/kg)		氮／鈣 N／Ca	生理劣變程度 Degree of disorder fruit %
	N	Ca		
1	100	55	1.82	17
2	99	48	2.06	20
3	113	54	2.09	28
4	95	43	2.21	28
5	73	25	2.92	32
6	82	19	4.32	60
7	59	10	5.90	76

五、敷蓋與肥料處理對葉片養分含量之影響

本項試驗葉片之採樣於 1995 年進行，即於當年花穗抽出前取樣分析，分析結果列於表 5。由表 5 可以看出敷蓋與否對金煌芒果葉片中氮、磷、鉀、鈣、鎂及硼之含量影響很小，鉀則以敷蓋區的含量較高。在肥料處理方面，碳酸鈣加葉面噴施 0.5% CaCl_2 水溶液之處理，鈣之含量較其他處理為高。碳酸鈣加葉面噴施 0.5% CaCl_2 及 0.2% $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 之處理，葉片含硼量顯著增加。其他成分如氮、磷、鉀、鎂則未受肥料處理之影響。

六、敷蓋與肥料處理對土壤 pH 及營養分含量之影響

本項試驗於民國 1995 年芒果收穫後取土壤樣品分析，分析結果列於表 6。表 6 顯示敷蓋對土壤 pH 值、有機質含量、有效性磷、鉀、鈣、鎂之含量影響不大。肥料處理方面，每年每棵施用相當於 3 公斤氧化鈣之硫酸鈣的結果，土壤中鈣及鎂的含量顯著的增加，與對照區比較，鈣增加 44%、鎂增加 131%。惟若施用硫酸鈣之外另添加堆肥，其效果更加明顯，與對照區比較，鈣增加 233%、鎂增加 301%。單獨施用碳酸鈣可使土壤中的有效性鈣及鎂大量增加，鈣比對照區增加 212%、鎂則增加 657%。施用碳酸鈣外加葉面噴施 0.5% CaCl_2 或 0.2% $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 的結果，對土壤有效性鈣與鎂的影響不明顯。對土壤 pH 值而言，單獨施用硫酸鈣對土壤 pH 值影響不大，惟施用硫酸鈣加堆肥的結果，可提升土壤 pH 值。單獨施用碳酸鈣或葉面加噴 0.5% CaCl_2 均可提升土壤 pH 值。

表 5. 數蓋與肥料處理對葉片養分含量之影響

Table 5. Effect of mulch and fertilizer treatments on nutrient content in leaf.

肥料處理 Fertilizer treatment	N	P	K	Ca	Mg	B
	-----%-----					mg/kg
	數 蓋 (Mulch)					
CK	1.13	0.11	0.82	1.95	0.19	62
CaSO ₄	1.05	0.10	0.89	2.05	0.17	71
CaCO ₃	1.03	0.10	0.81	2.09	0.18	76
CaCO ₃ +0.5% CaCl ₂	1.16	0.10	0.83	2.49	0.22	72
CaCO ₃ +0.5% CaCl ₂ +0.2%	1.16	0.12	0.93	2.14	0.21	119
Na ₂ B ₄ O ₇	1.13	0.11	0.89	2.04	0.17	75
CaSO ₄ +Organic fertilizer						
Mean	1.11	0.11	0.86	2.13	0.19	79
	無 數 蓋 (Without mulch)					
CK	1.07	0.10	0.77	2.03	0.17	71
CaSO	1.13	0.10	0.82	2.16	0.17	72
CaCO ₃	1.04	0.10	0.81	2.21	0.19	74
CaCO ₃ +0.5% CaCl ₂	1.08	0.10	0.74	2.35	0.18	79
CaCO ₃ +0.5% CaCl ₂ +0.2%	1.11	0.12	0.78	2.31	0.19	128
Na ₂ B ₄ O ₇	1.06	0.11	0.72	2.33	0.20	71
CaSO ₄ +Organic fertilizer						
Mean	1.08	0.11	0.77	2.33	0.18	83

表 6. 數蓋與肥料處理對土壤 pH 及營養分含量之影響

Table 6. Effect of mulch and fertilizer treatments on pH and nutrient content of the soil

肥料處理 Fertilizer treatment	pH	O.M	P	K	Ca	Mg
		%	-----mg/kg-----			
	數 蓋 (Mulch)					
CK	5.0	3.28	164	58	503	48
CaSO ₄	5.0	3.65	175	46	759	104
CaCO ₃	6.2	3.35	149	47	1656	306
CaCO ₃ +0.5% CaCl ₂	6.2	3.76	162	51	1556	359
CaCO ₃ +0.5% CaCl ₂ +0.2%	6.0	3.78	134	44	1093	212
Na ₂ B ₄ O ₇	5.9	3.67	168	44	1800	182
CaSO ₄ +Organic fertilizer						
Mean	5.7	3.58	158	48	1228	202
	無 數 蓋 (Without mulch)					
CK	5.2	3.85	184	49	576	35
CaSO ₄	5.1	3.85	164	33	794	88
CaCO ₃	6.1	3.71	191	44	1716	331
CaCO ₃ +0.5% CaCl ₂	6.2	3.53	148	42	1895	352
CaCO ₃ +0.5% CaCl ₂ +0.2%	6.1	3.93	160	46	1809	342
Na ₂ B ₄ O ₇	5.7	4.49	183	36	1756	151
CaSO ₄ +Organic fertilizer						
Mean	5.7	3.89	171	42	1424	216

討 論

一、六龜地區降雨量與金煌芒果果實劣變之關係

六龜地區金煌芒果果實劣變情形，年度間有很大的差異。1991年是比較嚴重的一年，1992年果實劣變程度則很輕微。1993年開兩次花，第一批花結果正常，第二批花則發生果實劣變。因此初步認定金煌芒果果實劣變與氣候有關，其中以降雨量關係較大。台灣南部每年10月至翌年4月為旱季，5~9月為雨季(表7)，而金煌芒果通常於1月開花，果實快速成長期約在開花後70~90天⁽⁶⁾，故3~4月的降雨量對果實發育有很大影響。為解決果實早期發育期(開花至中果期)缺水問題，試驗區於1994年起裝設噴灌設施。以後之果實劣變率1994年為2%，1995年0.9%，表示噴灌設施有助於金煌芒果果實劣變率之降低(表3)。為進一步探討降雨量對不同果實發育期之影響，分別計算每年開花至中果期累計雨量及果實生育後期之累計雨量，發現果實劣變率嚴重的年度之雨量分布為開花至中果期之雨量較少，而果實生育後期之雨量較多。例如1991年1~4月的累計雨量只有89.5mm，而5~7月的累計雨量為2647mm；1993年1~4月之累計雨量為136.9mm，而5~6月之累計雨量為746.5mm。相對的，若開花至中果期的累計雨量較多，果實生育後期的累計雨量較少，則果實劣變程度較低，如1992年1~3月的累計雨量為255.8mm，4~5月的累計雨量為241.1mm，果實生育正常。降雨量影響土壤水分含量，而土壤水分含量的高低影響水分及養分之供給。陳⁽⁹⁾指出，土壤水分含量嚴重影響芒果樹之生長，如水分潛勢為-0.95Mpa時，吸收量低且氣孔活躍性較低，蒸散率亦低，土壤環境如鹽分或水分逆境會影響鈣的吸收。愛文芒果果實內所有元素的蓄積量隨果齡的增加而增加，其中鈣、硼在開花後68天時，蓄積量已分別達89%及87%，可見此類元素在果實生育後期轉運至果實的量已經很少或已停止⁽¹¹⁾。以蘋果為材料的試驗報告指出，在果實生育後期，果樹吸收之鈣很難進入果實內，大部分聚積於果實附近的葉片內⁽³⁾。所以果實生育初期缺水，將影響鈣等元素之吸收，而不利於果實之正常生育。果實生育後期雨水大量增加，利於氮之吸收，使果實中氮/鈣比增加，有可能促進果實劣變之虞。這些論點是否屬實，當待做更進一步試驗來確認。

表7.六龜地區自1991年至1995年之月累計降雨量

Table 7. The monthly rainfall from 1991 to 1995 in Liu-Kwei area

月 份 Month	降雨量 Rainfall (mm)				
	1991	1992	1993	1994	1995
1	0	65.5	3.0	2.5	26.7
2	35.0	101.5	1.5	45.5	31.6
3	9.8	42.0	101.4	60.5	18.8
4	44.7	181.1	31.0	63.9	36.0
5	131.2	60.2	115.6	338.3	126.2
6	602.3	106.3	630.0	382.8	497.8
7	1913.5	69.3	353.5	463.8	352.0
8	248.4	310.9	164.3	602.4	345.5
9	168.8	315.0	141.0	310.5	227.6
10	60.0	0	31.0	212.0	21.0
11	30.0	0	43.9	0	1.5
12	46.8	0.8	0	9.0	0
Total	3290.5	1252.5	1616.2	2491.2	1684.7
果實生育初期	89.5	255.8	136.9	108.5	77.1
果實生育後期	2647	241.1	746.5	402.2	162.2

二、金煌芒果果實中氮、鈣含量與果實劣變之關係

芒果果肉內氮含量的多寡與果實劣變程度沒有直接的關係(表 4)，例如氮含量高達 100 mg/kg 者，其生理劣變程度為 17%；而氮含量只有 59 mg/kg 者，其劣變程度卻高達 76%。果實中鈣含量低者，果實劣變程度似較嚴重；鈣含量高者，果實劣變有減輕之趨勢。以 1993 年第一批及第二批花果實相比較，第一批花果實中鈣含量平均為 32.9mg/kg，氮/鈣比偏低為 1.86，而第二批花果實之鈣含量平均為 18.5 mg/kg，氮、鈣吸收不平衡，氮/鈣比偏高為 3.89(表 1)。測試果實劣變率結果，第一批花果實趨於正常，而第二批花果實劣變率顯然較高，表示果實之劣變可能與缺鈣有關，此一結果與李等的調查相類似^(1,2)。鈣濃度在金煌芒果果肉內由果梗往果頂遞減，外層果肉之鈣濃度比內層高，而果實劣變部位以果頂及靠近種核附近居多，表示果肉鈣濃度之分布與果實劣變位置有關^(1,17,18)。惟由表 4 亦可看出鈣並非唯一影響果實劣變之因子，例如鈣含量分別為 55 及 54 mg/kg 者，果實劣變程度卻分別為 17 及 28%；而果實劣變程度同為 28%者，果實鈣含量卻分別為 54 及 43mg/kg。此項結果與 Burdon 等人⁽¹²⁾認為果實內鈣濃度並非造成芒果頂腐病(Soft nose) 之唯一因子之主張相同。表 4 以氮及鈣含量計算氮/鈣比的結果與果實劣變程度之排序相符合，表示氮/鈣比與果實劣變程度有密切相係。為進一步瞭解氮/鈣比值與果實劣變程度之相關關係，利用 1993 年第二批花所結果實為材料，選取 26 個不同劣變程度的果實分析氮、鈣含量，再計算氮/鈣比與相關係數，試驗結果如圖 1。圖 1 顯示果實劣變程度隨氮/鈣比之增加而加重，兩者呈極顯著的直線相關，相關係數 $R^2=0.8633$ 。

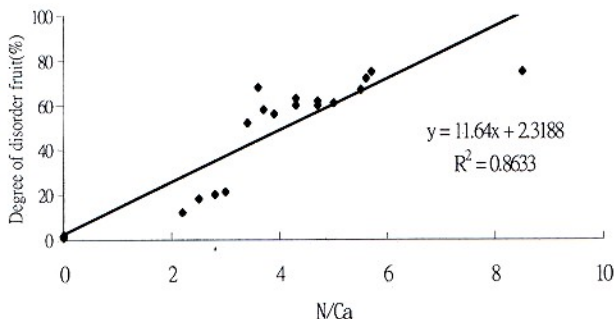


圖1. 果實中N/Ca比與果實劣變程度之關係

Fig1. Relationship between N/Ca ratio and degree of disorder fruit.

三、肥料處理對果實氮、鈣含量及果實劣變率之影響

1993 年不同肥料處理對果實中鈣含量無明顯的影響，且含量偏低(表 1)，介

於 31.4~35.5mg/kg。推測其原因，可能受長期乾旱影響，土壤水分含量偏低，影響鈣的收吸。據氣象調查資料(表 7)，從 1992 年 10 月至 1993 年 2 月(開花期)，5 個月間的降雨量只有 5.3mm，因而施用鈣肥處理，包括葉面噴施 0.5%CaCl₂ 之處理，均無顯著提高果實鈣含量之效果。有關芒果果實鈣的含量，主要是靠果實生育初期鈣的吸收與運輸，鈣的吸收主要是靠質流(mass flow)，經由木質部(xylem)運送至葉，以放射同位素 Ca⁴⁵ 在蘋果樹的試驗結果認為，果實生育後期鈣很難進入果實內部⁽³⁾。以金煌芒果為材料的試驗報告亦指出，果肉內氮濃度自開花後 68 天至 152 天間沒顯著的變化，鈣的濃度卻隨果實的成長逐漸降低⁽¹⁾。表示氮在果實成長過程，繼續吸收補充，鈣因受限於生育後期進入果實內的困難而降低濃度。因此氮/鈣比可能隨果實的成長而增高，進而提高果實劣變機率。

1994 年以後因加裝噴灌設施，不再受冬季乾旱的影響，鈣的吸收趨於正常，施鈣之處理果實鈣含量為 49~57mg/kg，無施鈣果實中鈣含量為 38~46mg/kg，果實劣變率亦降至 2%以下。肥料處理方面，所有肥料處理包括施用硫酸鈣、碳酸鈣、碳酸鈣加葉面噴施 0.5% 之 CaCl₂ 及硫酸鈣加堆肥等，均可顯著提昇果實中鈣的含量，並降低氮/鈣比(表 2)。葉面加噴 0.2%之硼砂，除了提高果實中硼的含量外，對氮/鈣比無明顯的影響。

由本試驗結果可知六龜地區金煌芒果劣變，主要係受冬、春兩季缺水影響，土壤水分含量不足，致影響鈣之正常吸收。由於鈣必須於早期吸收，方能順利轉移至果實內，若在中果期以前乾旱，有引發果實劣變之危機。發生果實劣變並非單純由缺鈣所造成，氮/鈣比才是真正影響果實劣變的主要因子，正常果實之氮/鈣比值約在 1.23~1.50。為降低果實劣變，在缺鈣地區宜補充鈣肥，並在乾早期酌加灌溉，以確保鈣的吸收利用。在果實生育後期，宜控制氮肥的施用，以減少氮的吸收，降低氮/鈣比。由於果實中的氮/鈣比會隨果實的成長而提高，若果實中的氮/鈣比偏高，可提早採收，以為因應。

誌 謝

本計畫經費承農委會補助，文稿內容承臺灣大學洪教授崑煌斧正，謹此致謝。田間試驗工作，承本研究室同仁協助及氣象資料由林業試驗所六龜工作站提供亦表謝意。

引用文獻

1. 李雪如 林慧玲 謝慶昌 李國權. 1997. 金煌芒果果實生長發育期間無機養分濃度之調查 提昇果樹產業競爭力研討會專集 I 167-175.
2. 李雪如. 1996. 金煌芒果果實生育、採收後處理與果肉劣變之關係. 碩士論文 國立中興大學 pp52~87.
3. 邱再發. 1980. 在不同鈣營養條件下蘋果幼樹之鈣-45 移動. 中華農業研究 29(3):183~194.
4. 林家茶. 1981. 作物需肥診斷技術. 台灣省農業試驗所. pp9~26, 53~59.

- 5.卓家榮. 1989. 芒果園慣行施肥量、土壤肥力及產量品質調查 台灣省農林廳土壤肥料試驗報告 201-229.
- 6.柯立祥、韓青梅. 1997. 金煌芒果果實生長與發育之研究. 中國園藝 43(1):1~5
- 7.張明聰、陳清義. 1991. 土壤水分條件影響芒果生理特性之研究. 中國園藝 37(2):100~113.
- 8.張哲璋、許玉妹、李國權. 1990. 椽果之無機營養及肥培管理 果樹營養與果園土壤管理研討會專集 189~205.
- 9.陳如茵. 1984. 土壤反應對愛文椽果葉片養分濃度的影響 興大園藝 9:23-28.
- 10.陳右人. 1981. 椽果樹體碳水化合物與氮含量之週年變化 碩士論文-國立台灣大學園藝學研究所
- 11.謝慶昌. 1990. 愛文芒果採收後生理及處理技術之研究 博士論文 國立台灣大學 pp43~64.
- 12.Burdom, J.N., K.G. Moore, and H. Wainwright. 1991. Mineral distribution in mangfruit susceptible to the physiological disorder: soft-nose. *Scient. Hort.* 48:329-336.
- 13.Clin, J.A., E.J. Hanson, W.J. Bramlage, R.A. Clin, and M.M. Kushad. 1991. Calcium accumulation in delicious apple fruit. *J. plant. Nutr.* 14(11):1213~1222.
- 14.Wainwright, H. and M.B. Burbage. 1989. Physiological disorder in mango (*Mangifera indica* L.) fruit. *J. Hort. Sci.* 64(2):125~135.
- 15.Young, T.W. and J.T. Miner. 1961. Relationship of nitrogen and calcium to soft-nose disorder in mango fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 78:201~208.
- 16.Young, T.W. 1957. "Soft-nose" a physiological disorder in mango fruit. *Pro. Fla. state. Hort. Soc.* 70:280~283.
- 17.Katrodia, I.S. 1988 Spongy tissue in mango-causes and control measures. *Acta Hort.* 31:814-826.
- 18.Katrodia, J.S. and D.A. Rane. 1988. Pattern of distribution of spongy tissue in the affected Alphonso fruits at different locations. *Acta Hort.* 231:873-877.
- 19.Shear, C.B. 1975. Calcium related disorders of fruit and vegetable. *Hort Science* 10(4):361-365.

Studies on the Fruit Disorder of Mango (cv. Chin-huang) in Liu-Kwei Area

Fu Ing Chen Yao Chung Teng Chuan Ju Lin¹

After three years of field experiments, the fruit disorder of mango (cv. Chin-Huang) in Liu-Kwei area was proven to be caused by high nitrogen and low calcium uptake by plants. For the normal fruits, the nitrogen and calcium contents were about 45-104 mg/kg and 32-73 mg/kg, respectively. The N/Ca ratios were ranged from 1.23 to 1.50. For the disorder fruits, however, the nitrogen and calcium contents were about 62-128 mg/kg and 16.7-50 mg/kg, respectively. The N/Ca ratios were ranged from 2.06 to 5.90. The degree of disorder fruit increased when the N/Ca ratios within the fruit become greater. Besides, the range of boron contents within the fruits were 0.16-0.35 mg/kg, and there were not much different between the normal and disorder fruits. Based on the survey data of rainfall, it was found that from blooming to juvenile fruit stage, low precipitation may affect the calcium uptake, so that the calcium content of the fruit will be lower. On the other hand, if a high precipitation is found after climacteric stage, it will promote the nitrogen uptake and increase the nitrogen content within the fruit. Thus, if the distribution of the rainfall is abnormal, low precipitation before juvenile fruit stage and high precipitation after climacteric stage, the N/Ca ratio of the fruit at later stages will be high, resulting in high percentage of disorder fruits. For increasing the calcium content within the fruit, and declining the N/Ca ratio and rate of disorder fruits of mango, it is suggested to supply water and apply calcium fertilizer during the blooming stage.

Key words : Mango , disorder fruit, N/Ca ratio , fertilization

¹Assistant Agronomist, Agronomist and Assistant , respectively . Kaohsiung District Agricultural Improvement Station