

不同產區對‘金煌’芒果果實品質及果肉劣變的影響

李雪如¹

摘要

於果實成熟期間(花後 120 日至花後 140 日)，定期採取六龜、枋山及屏東市等 3 試區之‘金煌’芒果果實，並分析果實鮮重、可溶性固形物、果肉劣變率及果實內巨量元素濃度，以探討不同栽培環境與果實品質之間的相關性。3 試區之果實於花後 30 日至花後 85 日為快速生長期，枋山區之果實生長速率最低。花後 120 日至花後 140 日，枋山之果實鮮重均較其他 2 試區輕；六龜試區的果肉及果皮乾物量顯著低於枋山及屏東市試區者；花後 120 日及花後 130 日，枋山區之果實可溶性固形物為 15.1%及 17.5%，顯著高於六龜試區的果實，但與屏東市無顯著差異。各試區之果肉劣變率均隨著果實成熟度增加而增加，枋山試區於花後 130 日後之果肉劣變發生率明顯低於六龜及屏東市。果實內巨量元素的分布，果皮氮、磷、鉀、鈣及鎂等 5 種元素濃度均高於果肉，尤其鈣濃度差異最大。花後 120 日至花後 140 日，果實內氮、磷、鉀濃度有增加趨勢，鈣及鎂變化較小。六龜區之果肉氮、磷、鉀濃度顯著高於枋山區，而鈣及鎂濃度則較低。

關鍵語：‘金煌’、果實重量、可溶性固形物、果肉劣變、巨量元素

前言

芒果(*Mangifera indica* L.)為漆樹科(Anacardiaceae)芒果屬(*Mangifera*)，又名棧仔，原產於印度、緬甸與東南亞等地區。台灣自荷蘭人佔台時期至今，引進許多種類芒果，如‘土芒果’、‘懷特’、‘愛文’、‘凱特’、‘海頓’等品種⁽²⁾。‘金煌’芒果是高雄市六龜區黃金煌先生於 1976 年從其‘懷特’、‘凱特’、‘海頓’混植的果園中選育推出的品種。其果實大、平均果重約 1,200 公克、種子扁薄、果肉率高、肉質細緻、纖維少、糖度高、酸度低，且耐炭疽病，深受消費者喜愛，推廣至今，栽培面積約 3,000 公頃，是台灣第三大栽培品種⁽²⁾。然而，‘金煌’芒果果實發育後期或樹上黃熟時，果肉會因劣變而喪失商品價值，嚴重影響果農的收益^(2,3,4)。

芒果果肉生理異常的現象在世界各國主要栽培品種相當普遍，如印度‘Alphonso’、佛羅里達州‘Tommy Atkins’、‘Sensation’、‘Keitt’、‘Kent’等品種^(10,33)。果肉生理異常的病徵相當複雜，依發生部位、病徵及出現的時間可歸

¹ 行政院農業委員會高雄區農業改良場助理研究員

納成 7~8 種^(26,33)，‘金煌’芒果果肉劣變的症狀有 6 種，不論在樹上後熟或綠熟期採收催熟果都可能發生⁽¹⁾。目前芒果果實劣變發生的原因及機制尚未明瞭，除了品種間的差異外^(17,19,20,33)，果實成熟度^(4,17,20,32)、果實重量^(21,29,33)、果實比重^(4,32)、高氮低鈣⁽¹⁶⁾及其他礦物元素不平衡^(1,10,11,27)、栽培環境、管理措施、地質及樹勢^(11,23,27,33)均曾被討論過。本試驗調查不同生產環境對成熟期‘金煌’芒果果實重量、比重、可溶性固形物、果肉劣變率，及果肉及果皮巨量元素濃度的影響。

材料與方法

一、試驗果園及材料

(一)試驗果園：

試驗果園分別在高雄市六龜區尹氏(N22°57')屏東縣枋山鄉劉氏(N22°16')及屏東市高雄場(舊場址)(N22°40')等 3 處，試驗前進行土壤肥力檢測，試驗期間記錄溫度及溼度。

(二)試驗材料：

試驗材料為‘金煌’芒果，於 1999 年 3 月期間，標定 3 處果園之盛花後 30 日果實(果實約大拇指大)，於花後 120 日、130 日及 140 日各採收 40 個果實，以供果實品質及無機元素濃度的分析。

二、測定項目及方法

(一)果實生長發育調查：

盛花後 30~40 日開始，平均每 2 週測量試區所標定的果實長度、果實寬度及果實高度(果肉厚度)，再以每次增加的長度除以天數，求出生長速率。

(二)果實重量、體積及比重之測定：

從田間採樣後，逐果秤重，再利用排水法測量果實體積，然後以果實重量除以果實體積而求得果實比重。

(三)果實乾物率測定：

前項測定完成的果實，取 10 個果實，切果實中段，取果皮及果肉，分別秤鮮重，再以液態氮急速冷凍，進行冷凍乾燥脫水後，稱乾重。以乾重除以鮮重而得果皮及果肉乾物率。

(四)果實可溶性固形物及果肉劣變調查：

第(二)項測定完成的果實，取 30 個果實以 600 倍 39.5%益收噴布於果實表面，置於室溫下(28°C±2°C)後熟，5 天後取出，逐果縱切面剖開，以手持屈折計(hand refractometer; Atago, model N1)測定果肉可溶性固形物。並記錄果肉劣變的數目，果肉劣變指果肉中具黑點或果肉組織壞死的症狀。

(五)果實無機元素之測定：

1.樣品準備：

樣品同第(三)項，依部位研磨成粉末，置於封口袋內，貯放在-20°C冷凍庫內備用。

2.元素分析：

稱取約 1 g 果肉粉末樣品，均勻放置於坩堝中，放入灰化爐內(muffle furnace)，先以 200°C 加溫兩小時，繼以 400°C 加熱一小時，最後以 550°C 加熱兩小時，取出冷卻後，加入 5 mL 2 N HCl (Merck)將灰分溶解，用濾紙(Whatman #42)過濾，加去離子水定量至 25 mL。再經稀釋適當的倍數，以原子吸收光譜儀 Varian 20 BQ (Varian Techtron Atomic Absorption Spectrophotometer, Model 1250)測定鉀、鎂及鈣元素。磷測定採用鉬黃法(Vanadate-Molybdate Yellow Method)，取 1 mL 濾液加 3 mL 去離子水及 1 mL 鉬黃試劑，混合均勻後，靜置 30 分鐘，以光電比色計(HITACHI U-2000 Spectrophotometer)測定 470 nm 之吸光度。氮採用 Conway 氏微量擴散法分析，稱取約 0.2 g 粉末樣品，放入分解瓶，加入 0.5 g 催化劑及 2 mL 濃硫酸，置於分解爐上加熱(約 410°C)，使樣品分解至澄清後，加去離子水定量至 50 mL，混合均勻後，取濾液 5 mL 置入培養皿中，另用小玻璃杯裝 4 mL 硼酸吸收液，放在培養皿中央，加入 5 mL 10 N NaOH 於培養皿中，蓋上玻璃蓋，迅速密封，放入 40°C 恆溫箱，隔日，取出已轉藍紫色的硼酸吸收液，用 0.01 N HCl 滴定至紅綠色，記錄滴定數。

結果與討論

一、試驗果園之氣象資料及土壤肥力

高雄市六龜區、屏東縣枋山鄉及屏東市高雄場(舊場址)3 處試驗果園之氣象資料如表 1 所示，3 月至 6 月是‘金煌’芒果果實生長發育時期，各月平均氣溫以枋山區最高，其次為屏東市，六龜區最低。枋山 3 月平均氣溫為 26.2°C，隨著月份逐漸升高至 6 月達 29.6°C，屏東市及六龜升高的趨勢較小。相對濕度以六龜區最高，其次枋山，屏東市最低(表 1)。3 試區的土壤 pH 值範圍在 5.5~5.8；六龜及枋山 2 試區的土壤有機質含量 2% 以上，屏東市較低 1.43%(表 2)；各試區之土壤無機元素濃度，如表 2 所示，枋山區之鈣濃度最高為 1403 ppm，其次屏東市 932 ppm，而六龜區最低 391 ppm；鎂濃度亦有類似的結果；屏東市試區之鉀濃度低於六龜及枋山。

二、產區對‘金煌’果實生長發育之影響

芒果之生長曲線為單 S 型曲線，果實生長發育的變化大略區分為三個時

表 1. 六龜、屏東市及枋山 3 個試驗果園之氣象資料

Table 1. Meteorological data of the 3 tested orchards in Liouquei, Pingtung and Fangsan.

Month	Air temperature(°C)			Relative humidity(%)		
	Liouquei	Pingtung	Fangsan	Liouquei	Pingtung	Fangsan
March	23.8	24.2	26.2	75.1	66.6	75.7
April	24.3	25.2	27.2	78.9	71.6	70.8
May	24.2	26.0	28.0	86.3	73.9	78.5
June	-	28.2	29.6	87.4	71.7	84.6

表 2. 六龜、屏東市及枋山 3 個試驗果園之土壤分析資料

Table 2. Soil analysis data of the 3 tested orchards in Liouquei, Pingtung and Fangsan.

Location	pH	O.M. (%)	P	K	Ca (ppm)	Mg	Mn	Fe
Pingtung	5.5	1.43	65.0	66.3	932.0	102.3	57.1	399.0
Fangsan	5.8	2.24	52.8	88.0	1403.5	228.5	49.5	59.0

期，果實發育初期變化緩慢，中期變化急劇，果實發育至後期又趨於平穩^(3,6,8,30)。圖 1 為六龜、屏東市及枋山 3 試區之‘金煌’芒果於花後 30~40 天至 120~130 天，果長、果寬及果厚之變化，結果顯示，3 試區‘金煌’芒果果實從花後 30~40 天至 80~85 天呈現快速生長現象，此結果與李氏⁽¹⁾在嘉義竹崎及柯和韓⁽⁵⁾在六龜 2 處果園所調查的‘金煌’芒果果實發育雷同。六龜試區‘金煌’芒果於花後 30 日至花後 76 日，果長 4.8 cm 增加至 17.9 cm，增加幅度為 73%，每日平均生長速率為 28.5 mm (圖 1A)；屏東市(圖 1B)及枋山(圖 1C)在此階段，果長增加的幅度分別為 73%、66%，每日平均生長速率各為 28.7 mm 及 27 mm，顯示枋山區‘金煌’芒果果實生長變化較小。果寬及果厚的變化均較果長小，圖 1A 顯示六龜試區之‘金煌’芒果果實發育初期(花後 40 日前)，果寬及果厚的差距小，之後，隨著果實發育而逐漸變大，直至花後 94 日後，果寬變化小於果厚，差距又漸小。屏東市及枋山試區亦有類似的結果(圖 1B、1C)。由果實外觀型態之變化來看，‘金煌’芒果果實生長發育越至後期則越飽滿，‘愛文’及‘凱特’芒果果型亦有類似的變化^(6,7)。

三、產區對‘金煌’芒果果實品質之影響

表 3 顯示產區對‘金煌’芒果果實鮮重及果實比重之影響。六龜、屏東市及枋山試區‘金煌’芒果於花後 120 日之果實重量均小於 1,000 g，試區之間無顯著差異，隨著果實發育至 130 日、140 日，六龜及屏東市之果實增加至 1,000 g 以上，顯著高於枋山；花後 140 日，六龜果重增加幅度為 25.5%，屏東市

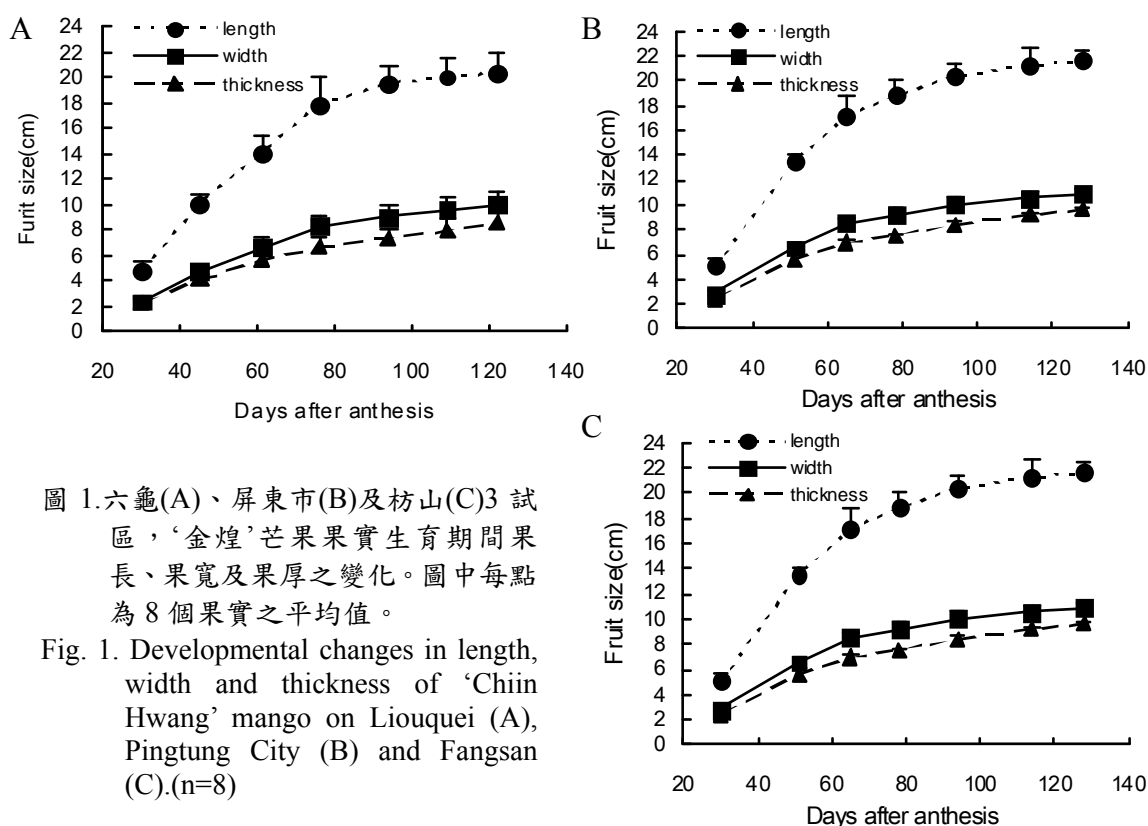


圖 1.六龜(A)、屏東市(B)及枋山(C)3 試區，‘金煌’芒果果實生育期間果長、果寬及果厚之變化。圖中每點為 8 個果實之平均值。

Fig. 1. Developmental changes in length, width and thickness of ‘Chiin Hwang’ mango on Liouquei (A), Pingtung City (B) and Fangsan (C).(n=8)

及枋山分別為 13.5%、12.8%。花後 120 日至花後 140 日，各試區之果實比重均達 1.0 以上(表 3)，此與李氏等人⁽⁴⁾調查結果相符合。花後 120 日，枋山區之‘金煌’芒果果實比重顯著高於六龜及屏東市，花後 130 日及 140 日則無明顯差異。產區對‘金煌’芒果果實可溶性固形物及果肉劣變率之影響，如表 4 所示，枋山試區‘金煌’芒果於花後 120 日，可溶性固形物為 15.1%顯著高於六龜(13.4%)，與屏東市(14.7%)無顯著差異。隨著果實生長發育，可溶性固形物均有增加的趨勢，花後 130 日，枋山及屏東市 2 試區增加至 17%以上，而六龜直至花後 140 日，達 17.3%。3 試區之果肉劣變率(表 4)，六龜試區之‘金煌’芒果於花後 120 日，果肉劣變率為 25.9%，明顯高於屏東市(11.1%)及枋山(14.8%)，之後，隨著果實發育日數增加而大幅地增加，六龜增加至 70~80%，屏東市 60~70%，枋山為 20~40%。表 5 為產區對‘金煌’芒果果肉及果皮乾物量之影響，花後 120 日，果肉乾物量以枋山最高為 16.7%，其次為屏東市 15.6%，六龜最低 14%；花後 130 日及花後 140 日，各試區果肉乾物量均有增加的現象，六龜仍顯著低於其他 2 試區；果皮乾物量的表現亦有類似現象。

表 3. 產區對‘金煌’芒果果實鮮重及比重之影響

Table 3. Effects of cultural areas on the fresh weight and specific gravity of ‘Chiin Hwang’ mango fruits.

Location	Fresh weight (g)			Specific gravity		
	120 ^x	130	140	120	130	140
Liouquei	900 a ^y	1120 a	1130 a	1.008 b	1.025 a	1.020 a
Pingtung	956 a	1169 a	1085 a	1.007 b	1.020 a	1.017 a
Fangsan	874 a	847 b	986 b	1.029 a	1.016 a	1.010 a

x:花後日數 Days after anthesis.

y:Means followed by a common letter in the same column are not significantly different at $p \leq 0.05$ by LSD.

表 4.產區對‘金煌’芒果果實可溶性固形物及果肉劣變率之影響

Table . Effects of cultural areas on total soluble solids and flesh disorder ratio of ‘Chiin Hwang’ mango fruits.

Location	Total soluble solids (%)			Flesh disorder ratio (%)		
	120 ^x	130	140	120	130	140
Liouquei	13.4 b ^y	14.2 b	17.3 a	25.9	80.0	73.3
Pingtung	14.7 a	17.6 a	17.2 a	11.1	66.6	60.0
Fangsan	15.1 a	17.5 a	16.1 b	14.8	20.0	43.3

x:花後日數。Days after anthesis.

y:Means followed by a common letter in the same column are not significantly different at $p \leq 0.05$ by LSD.

芒果果實生長發育至成熟期，果實型態變化已趨於緩慢(圖 1)，而果實重量仍持續增加(表 3)，李氏等人⁽³⁾及柯和韓⁽⁵⁾研究具有相同的結果。‘凱特’及‘愛文’芒果在成熟期階段，果實乾物量隨著成熟度增加而增加^(6,8)，本試驗‘金煌’芒果亦有類似結果(表 5)，顯示芒果在成熟期仍具有很強的積儲活性，在此生育階段，果實澱粉有持續增加的現象^(18,30)，或許可從果實可溶性固形物隨著成熟度增加而增加(表 4)而應證。由本試驗結果得知，不同產區之‘金煌’芒果果肉劣變的發生率均隨著果實成熟度增加而增加，與李氏等人⁽⁴⁾於嘉義竹崎研究調查結果雷同。Hermoso 等人⁽²¹⁾研究指出‘Sensation’芒果果肉劣變發生的程度與果重呈正相關，圖 1 及表 3 均顯現六龜‘金煌’芒果果實生長速率及果重較大，此現象與其果肉劣變率較高是否有關聯，需進一步探討。

四、產區對‘金煌’芒果果實巨量元素之影響

六龜、屏東市及枋山等 3 試區之‘金煌’芒果果實於花後 120 日至 140 日，果肉及果皮內氮、磷、鉀、鈣及鎂濃度的變化，如表 6 至表 10 所示。表 6 顯示六龜及屏東市 2 試區‘金煌’芒果果實於花後 120 日，果肉氮濃度分別為 0.551%及 0.537%均顯著高於枋山 0.297%，果皮亦有類似的結果，隨果實發

表 5.產區對‘金煌’芒果果實果肉及果皮乾物量之影響

Table 3. Effects of harvest maturity on the dry matter of flesh and peel of ‘Chiin Hwang’ mango fruits.

Location	Flesh dry matter (%)			Peel dry matter (%)		
	120 ^x	130	140	120	130	140
Liouquei	14.0 b ^y	14.5 b	15.8 b	19.2 c	21.3 b	22.9 a
Pingtung	15.6 a	18.0 a	16.6 ab	20.9 b	24.0 a	23.2 a
Fangsan	16.7 a	18.0 a	17.8 a	22.9 a	26.0 a	24.6 a

x:花後日數 Days after anthesis.

y:Means followed by a common letter in the same column are not significantly different at $p \leq 0.05$ by LSD.

表 6.產區對‘金煌’芒果果肉及果皮氮濃度之影響

Table 6. Effects of cultural areas on nitrogen concentrations in the flesh and peel of ‘Chiin Hwang’ mango fruits.

Location	N conc. (%)					
	Flesh			Peel		
	120 ^x	130	140	120	130	140
Liouquei	0.551 a ^y	0.432 a	0.500 b	0.633 a	0.435 a	0.714 ab
Pingtung	0.537 a	0.334 b	0.638 a	0.689 a	0.386 a	0.794 a
Fangsan	0.297 b	0.300 b	0.446 b	0.309 b	0.383 a	0.620 b

x:花後日數 Days after anthesis.

y:Means followed by a common letter in the same column are not significantly different at $p \leq 0.05$ by LSD.

育至花後 140 日，六龜及屏東市之果實氮濃度變化小，而枋山大幅度增加，果肉及果皮氮濃度分別增加 50% 及 100%；3 試區之‘金煌’芒果果皮內氮濃度為果肉 1.2~1.4 倍。表 7 為產區對‘金煌’芒果果實磷濃度之影響，結果顯示，果肉及果皮磷濃度均隨著果實發育日數增加而增加，3 試區之‘金煌’芒果果皮內磷濃度為果肉 1.6~2.1 倍，依不同試區而異，果肉磷濃度從花後 120 日至 140 日，增加 23~48%，而果皮增加 75%~93%；各試區‘金煌’芒果果實磷濃度表現，六龜及屏東市試區之‘金煌’芒果果肉及果皮磷濃度均顯著高於枋山，果實於花後 140 日，六龜及屏東市之果肉磷濃度分別為枋山 1.2 倍、1.4 倍。‘金煌’芒果果實鉀濃度高於氮及磷元素，依各產區及果實發育日數而異，果肉鉀濃度分布於 0.6~0.9%，果皮分布於 0.9~1.6%；花後 120 日果實，六龜、屏東市及枋山 3 試區之果肉鉀濃度沒有顯著差異，花後 130 日及花後 140 日，六龜試區則顯著高於其他 2 試區；果皮鉀濃度，3 試區除了花後 140 日，屏東市顯著較高外，花後 120 日至 130 日，產區間沒有顯著差異(表 8)。表 9 為六龜、屏東市及枋山等 3 試區，‘金煌’芒果果肉及果皮鈣濃度之變化，結

表 7.產區對‘金煌’芒果果肉及果皮磷濃度之影響

Table 7. Effects of cultural areas on phosphorus concentrations in the flesh and peel of ‘Chiin Hwang’ mango fruits.

Location	P conc. (%)					
	Flesh			Peel		
	120 ^x	130	140	120	130	140
Liouquei	0.060 a ^y	0.068 a	0.074 b	0.087 b	0.106 b	0.152 b
Pingtung	0.060 a	0.057 b	0.089 a	0.114 a	0.146 a	0.204 a
Fangsan	0.046 b	0.050 c	0.061 b	0.061 c	0.080 c	0.118 b

x:花後日數 Days after anthesis.

y:Means followed by a common letter in the same column are not significantly different at $p \leq 0.05$ by LSD.

表 8.產區對‘金煌’芒果果肉及果皮鉀濃度之影響

Table 8. Effects of cultural areas on potassium concentrations in the flesh and peel of ‘Chiin Hwang’ mango fruits.

Location	K conc. (%)					
	Flesh			Peel		
	120 ^x	130	140	120	130	140
Liouquei	0.742 a ^y	0.878 a	0.802 a	0.969 a	1.224 a	1.300 b
Pingtung	0.662 a	0.629 b	0.735 ab	1.044 a	1.396 a	1.624 a
Fangsan	0.704 a	0.619 b	0.649 b	1.075 a	1.307 a	1.366 b

x:花後日數 Days after anthesis.

y:Means followed by a common letter in the same column are not significantly different at $p \leq 0.05$ by LSD.

果顯示，花後 120 日至花後 140 日，果實內鈣濃度變化小，且主要累積在果皮，果皮鈣濃度分布於 0.14%~0.34%，而果肉鈣濃度僅 0.02%~0.04%。依不同產區調查結果，枋山試區‘金煌’芒果於花後 120 日，果肉鈣濃度最高為 0.043%，顯著高於屏東市 0.03%及六龜 0.021%，花後 130 日及花後 140 日亦有類似的結果；果皮鈣濃度，枋山試區亦顯著高於六龜及屏東市，約其 1.5~2.5 倍(表 9)。果實內鎂濃度之變化趨勢與鈣元素類似，果肉鎂濃度略高於鈣濃度，而果皮鎂濃度則較鈣元素低，屏東市及枋山 2 試區之果肉鎂濃度顯著高於六龜，果皮則沒有差異(表 10)。

果實內元素蓄積隨著果實成熟度增加而增加，而濃度變化則隨著果齡增加而下降，各種巨量元素濃度變化幅度則依果實生育期間蓄積量多寡而定，一般氮、磷及鉀在果實發育中、後期會持續吸收，而鈣元素在果實快速生長後即不再或少量增加^(8,12,13)。本試驗六龜、屏東市及枋山 3 試區之‘金煌’芒果在花後 120 日至 140 日期間，果肉內氮、磷及鉀濃度有增加趨勢(表 6~表 8)，

表 9.產區對‘金煌’芒果果肉及果皮鈣濃度之影響

Table 9. Effects of cultural areas on calcium concentrations in the flesh and peel of ‘Chiin Hwang’ mango fruits.

Location	Ca conc. (%)					
	Flesh			Peel		
	120 ^x	130	140	120	130	140
Liouquei	0.021 c ^y	0.026 b	0.020 b	0.137 c	0.143 b	0.137 b
Pingtung	0.030 b	0.020 c	0.025 b	0.216 b	0.159 b	0.177 b
Fangsan	0.043 a	0.038 a	0.038 a	0.317 a	0.295 a	0.343 a

x:花後日數 Days after anthesis.

y:Means followed by a common letter in the same column are not significantly different at $p \leq 0.05$ by LSD.

表 10.產區對‘金煌’芒果果肉及果皮鎂濃度之影響

Table 10. Effects of cultural areas on magnesium concentrations in the flesh and peel of ‘Chiin Hwang’ mango fruits.

Location	Mg conc. (%)					
	Flesh			Peel		
	120 ^x	130	140	120	130	140
Liouquei	0.036 b ^y	0.031 b	0.032 b	0.067 a	0.063 a	0.054 a
Pingtung	0.048 a	0.043 a	0.048 a	0.080 a	0.069 a	0.070 a
Fangsan	0.046 a	0.040 a	0.043 a	0.071 a	0.056 a	0.069 a

x:花後日數 Days after anthesis.

y:Means followed by a common letter in the same column are not significantly different at $p \leq 0.05$ by LSD.

而鈣及鎂濃度變化較小(表 9~表 10)，此與李氏等人⁽³⁾及謝氏⁽⁸⁾研究結果雷同。‘金煌’芒果果肉內巨量元素濃度的表現，以鉀濃度最高，氮濃度次之，鈣濃度表現最低，氮、鉀與鈣濃度比值會因產區而異，六龜及屏東 2 試區之氮/鈣約 16~26，而枋山則顯得較小為 6~12；鉀/鈣比則以六龜最高約 33~40，屏東市次之為 22~30，枋山區約 16~17。Tomala and Trzak⁽³¹⁾指出梨異常的果實內氮/鈣或鉀/鈣比值有較高的現象，因此六龜‘金煌’芒果果肉劣變率較其他 2 試區高，元素不平衡或許是影響果肉組織異常的因子。果實內無機元素常有分布不均的現象^(3,8,10,12,24)，表 6~表 10 顯示，果皮各種巨量元素濃度均高於果肉，其中以鈣濃度差異最大，果皮鈣濃度為果肉 6~10 倍，而氮，磷、鉀及鎂元素僅相差 1~2 倍，其他芒果品種‘Kent’及‘Sensation’果肉鈣、鉀濃度亦呈明顯分布不均的現象⁽¹¹⁾。植株內礦物元素含量受果園土壤營養狀態及環境氣候的影響^(9,15)，‘金煌’芒果果實生長發育初期，六龜 3 月平均溫度約低於枋山 2°C，隨著果實生長發育，2 試區之月平均溫度相差越大；相對溼

度，則以六龜區較高(表 1)。果實內鈣以蒸散作用為動力，經由木質部運輸至果實內蓄積，當果實發育中、後期，蒸散作用下降，鈣則難進入果實^(12,13)，因此，六龜試區果實鈣濃度顯著低於枋山(表 9)，或許與果實蒸散速率較低有關，此外，其土壤鈣濃度偏低(表 2)亦是重要的因子。從表 3、表 4 及李氏等人⁽⁴⁾研究報告，顯示產區關係著果實重量、糖度及果肉劣變發生的程度，為考量果實品質及單位面積產量，李氏等人⁽⁴⁾建議‘金煌’芒果果實花後 120 日可作為採收的依據，此指標亦可供枋山及屏東市地區參考。

參考文獻

1. 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. 國立中興大學園藝學系碩士論文. 臺中.
2. 李雪如、邱國棟. 2013. 台灣芒果育種. pp. 65-73. 刊於：柯立祥、顏昌瑞主編. 臺灣果樹育種研討會專刊. 國立屏東科技大學農園生產系. 屏東.
3. 李雪如、林慧玲、謝慶昌、李國權. 2000. 金煌芒果果實生育期巨量元素及果肉劣變調查. 高雄區農業改良場研究彙報. 12(1):12-25.
4. 李雪如、林慧玲、謝慶昌、李國權. 1998. 果實成熟度對金煌椪果品質及果肉劣變之影響. 中國園藝. 44:138-143.
5. 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):1-15.
6. 詹瑞福. 2000. 椪果著果、果實生育與生理劣變. 國立台灣大學園藝學研究所碩士論文. 臺北.
7. 閻寶平. 1992. 椪果各性狀間的相關性研究. 國立中興大學園藝學研究所碩士論文. 臺中.
8. 謝慶昌. 1990. 愛文芒果後熟生理與採收後處理之研究. 國立台灣大學園藝研究所博士論文. 臺北.
9. Bramlage, W.J. 1993. Interaction of orchard factors and mineral nutrition on quality of pome fruit. *Acta Hort.* 15-28.
10. Burdon, J.N., K.G. Moore, and H. Wainwright. 1991. Mineral distribution in mango fruit susceptible to the physiological disorder: soft-nose. *Scient. Hort.* 48:329-336.
11. Burdon, J. N., K. G. Moore, and H. Wainwright. 1992. A preliminary examination of the physiological disorder ‘soft-nose’ in mango fruit. *Acta Hort.* 296:15-22.

12. Clark, C. J. and G. S. Smith. 1990. Seasonal changes in the composition, distribution and accumulation of mineral nutrients in persimmon fruit. *Scient. Hort.* 42:99-111.
13. Clark, C. J., G. S. Smith, and I. M. Gravett. 1989. Seasonal accumulation of mineral nutrients by tamarillo. 2. fruit. *Scient. Hort.* 40:203-213.
14. Clarkson, D. T. 1984. Calcium transport between tissue and its distribution in plant. *Plant Cell Envir.* 7:449-456.
15. Cline, J. A., E. J. Hanson, W. J. Bramlage, R. A. Cline, and M. M. Kushad. 1991. Calcium accumulation in Delicious apple fruit. *J. Plant Nutr.* 14(11):1213-1222.
16. Cracknell Torres, A. and V. Galán Saùco. 2003. The study of the problem mango(*Mangifera indica* L.) internal breakdown. *Acta Hort.* 645:167-174.
17. Cracknell Torres, A., M. C. Cid Ballarín, A. R. Socorro Monzón, D. Fernández Galvan, P. Rosell García, and V. Galán Saùco. 2003. Incidence of internal fruit breakdown in various mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. *Acta Hort.* 645:315-318.
18. Fuchs, Y., E. Pesis and G. Zauberman. 1980. Changes in amylase activity, starch and sugars contents in mango fruit pulp. *Scient. Hort.* 13:155-160.
19. Galán Saùco V. 2009. Physiological disorders. pp. 303-316. In: R.E. Litz (ed.) *The Mango, 2nd Edition: Botany, Production and Uses.* CAB International, Wallingford, UK.
20. Galán Saùco V., D. F. Galvan and R. Calvo. 1984. Incidence of 'soft-nose' on mangoes in the Canary islands. *Pro. Fla. State. Hort. Soc.* 97:358-360.
21. Hermoso, J. M., E. Guirado, R. Gómez, A. Castilla, J. M. Velasco, and J. M. Farré. 1996. Effects of nutrients and growth substances on internal breakdown of sensation mango fruits. *Acta Hort.* 455:92-99.
22. Himelrick, D. G. and R. F. McDuffie. 1983. The calcium cycle: uptake and distribution in apple trees. *HortScience* 18(2):147-151.
23. Katrodia, J. S. and H. P. Bhuvra. 1993. Spongy tissue in mango. pp. 2069-2080. In: K. L. Chadha and O. P. Pareek (eds.) "Advances in Horticulture" Vol. 4-Fruit Crops.
24. Koen, T. J., S. F. Du Plessis, and J. H. Terblanche. 1990. Nutritional factors involved in physiology post-harvest fruit disorders of avocados(cv. Fuerte). *Acta Hort.* 275:543-550.

25. Paull, R.E. and O. Duarte. 2011. Mango. pp. 252-290. In: R.E. Paull and O. Duarte. (eds.) Tropical Fruits Volume 1. CAB international press, Wallingford. UK.
26. Raymond L., B. Schaffer, J. K. Brecht, and J. H. Crane. 1998. Internal breakdown in mango fruit: symptomology and histology of jelly seed, soft nose and stem-end cavity. *Postharvest Biol. Technol.* 13:59-70.
27. Raymond L., B. Schaffer, J. K. Brecht, and E. A. Hanlon. 1998. Internal breakdown, mineral element concentration, and weight of mango fruit. *J. of Plant Nutr.* 21:871-889.
28. Subramanyam, H., S. Krishnamurthy and H. A. B. Parpia. 1975. Physiology and biochemistry of mango fruit. *Adv. Food Res.* 21:223-305.
29. Subramanyam, H., S. Krishnamurthy and N. Y. Subhadra. 1971. Studies on internal breakdown, a physiological ripening disorder in 'Alphonso' mangoes (*Mangifera indica* L.). *Trop. Sci.* 13:203-210.
30. Tandon, D. K. and S. K. Kalra. 1983. Changes in sugars, starch and amylase activity during development of mango fruit cv Dashehari. *J. Hort. Sci.* 58 (3):449-453.
31. Tomala, K. and M. Trzak. 1994. Occurrence of cork spot (pit) in 'Alexander Lucas' pears depends on fruit mineral element content. *Acta Hort.* 368:570-577.
32. Van Lelyveld, L.J. and J.H. Smith. 1979. Physiological factors in the maturation and ripening of mango (*Mangifera indica* L.) fruit in relation to the jelly-seed physiological disorder. *J. Hort. Sci.* 54 (4):283-287.
33. Wainwright, H. and M.B. Burbage. 1989. Physiological disorders in mango (*Mangifera indica* L.) fruit. *J. Hort. Sci.* 64 (2):125-135.