

金煌芒果果實生育期巨量元素 及果肉劣變調查

李雪如¹、謝慶昌、林慧玲、李國權²

摘 要

‘金煌’芒果果實長度、重量及體積變化均呈單 S 型生長曲線，花後 40 日至花後 82 日為果實快速生長期，花後 82 日至花後 152 日為果實成熟期；在果實成熟期，果實比重隨著果實發育日數增加而增加。果實之可溶性固形物隨著成熟度增加而增加，低成熟度(花後 93 日)果實為 11.1%，至花後 152 日達 15.2%；果肉劣變的發生率越至果實發育後期則越嚴重，花後 121 日前少於 15%；而花後 135 日後則高達 60%以上。果肉內各種巨量元素皆在果實快速生長發育階段呈下降趨勢，從花後 40 日至花後 152 日，鈣濃度下降率達 89%；氮、磷、鉀、鈣在六個果肉部位呈現明顯的濃度梯度，氮、磷、鉀濃度由果梗往果頂及由外層果肉(近果皮)往內層果肉(近硬核)遞增，以果頂之內層果肉濃度最高，鈣濃度則由果梗往果頂及由外層果肉往內層果肉遞減，以果頂之內層果肉濃度最低。本文並試著討論各巨量元素(尤其鈣與氮)與果肉劣變的關係。

關鍵語：金煌、果實比重、可溶性固形物、果肉劣變、巨量元素

前 言

芒果(*Mangifera indica* L.)又名檬果、檬仔，為漆樹科(Anacardiaceae)重要的經濟果樹之一，原產於印度、緬甸等地，本省自 1561 年引進土芒果及民國 43 年前農復會引進‘愛文’(Irwin)、『海頓’(Haden)、『凱特’(Keit)、『肯特’(Kent)及『吉祿’(Zill)等五個品種，約有 400 多年的栽培歷史^(3,6,7)，栽培面積達 20,708 公頃，以『愛文』及土芒果等栽培品種居冠⁽⁶⁾。『金煌』芒果是高雄縣六龜鄉產地所選育的品種，其果形碩大、種子極扁且薄、肉厚、質細嫩、纖維少、不帶酸味及耐炭疽病⁽⁷⁾，栽培面積據台灣省農林廳 87 年調查約佔 16.4%，屏東、高雄及台南為主要栽培產區⁽⁶⁾。

¹高雄區農業改良場助理。

²國立中興大學園藝學系副教授及教授。

³審查委員：林宗賢教授，服務機關：國立台灣大學園藝學系。

‘金煌’芒果果實發育後期或在樹上後熟時，果肉會發生果肉劣變⁽⁷⁾，許多國家如澳洲、美國佛羅里達州、印度、馬來西亞、委內瑞拉、南非、巴西、塞內加爾等所生產的芒果品種⁽⁴²⁾及本省自佛羅里達州引進的品種‘凱特’、‘肯特’⁽⁷⁾，亦有果肉劣變的現象。Wainwright 和 Burbage 二氏⁽⁴²⁾依果肉劣變發生部位、病癥或出現的時間歸納成 7-8 種症狀，而芒果果實劣變的原因及機制尚未明瞭，發生的原因則有多種說法，如栽培品種^(7,21,44)、採收成熟度^(21,41)、果實重量⁽³⁷⁾、果實比重^(27,31,41)及礦物元素障礙^(12,13)等，但目前栽培無有效的防止方法。因此本試驗於‘金煌’芒果果實生長發育期間調查果實長度、重量、體積、比重及各部位果肉內巨量元素的變化，並於果實成熟期調查果實糖度及果肉劣變發生率，以了解‘金煌’芒果果肉劣變與果實發育及果肉內巨量元素變化及分佈的關係。

材料與方法

一、試驗材料

本試驗所用的材料為‘金煌’芒果品種，取自嘉義縣竹崎鄉沙坑地區鄧氏果園，樹齡約 4 年生。於民國 84 年 5 月 4 日(約花後 40 日)，在果園中選擇約大姆指大的果實標定，控制每個花穗留 1-2 個果實，另標 50 個果實作為生長曲線調查。

二、測定項目及方法

(一)生長曲線調查

從花後 40 日開始，每隔 2 星期，至果實發育後期則間隔 1 星期，調查果實長度，另摘取 10 顆果實，當日攜回實驗室，去果梗，稱其鮮重，並利用排水法測量果實體積，然後以果實重量除以果實體積求得果實比重。

(二)果實可溶性固形物及果肉劣變調查

於 84 年 6 月 26 日(花後 93 日)至 8 月 24 日(花後 152 日)期間，約每 15 天採取 50 顆果實，運回實驗室，除去紙袋及果梗，以 1000 倍益收噴佈於果實表面，置於室溫(28±2)追熟，5 天後取出，逐果縱切面剖開，以手持屈折計(hand refractometer; Atago, model N1)測定果肉的可溶性固形物，並記錄果肉劣變的數目，果肉劣變指果肉中具黑點的症狀或果肉組織壞死現象。

(三)無機元素之測定

1. 樣品準備：自花後 68 日開始，果實去除果皮及種核，將果肉從果梗至果頂分成上、中、下三段，然後再分內、外層果肉共 6 個部位，經液態

氮急速凍結，依各部位裝入封口袋內，進行冷凍乾燥，約 72 小時後完全乾燥脫水，取出後研磨成粉末，貯於-20 冷凍庫下備用。

2.元素分析：

(1)氮分析：採用 Micro-Kjeldahl 法，稱取約 0.2 g 果肉粉末樣品，包於濾紙(Whatman #1)內，投入分解瓶中，加入 1g 催化劑(K_2SO_4 : $CuSO_4$: $Se=100:10:1$)及 4.5ml 濃硫酸，置於分解爐上(約 410)，加熱約 2.5 小時，使樣品分解至澄清藍綠色，取出冷卻後加入 15 ml 蒸餾水，然後倒入 Micro-Kjeldahl 中，並加入 20 ml 12 N NaOH。另以裝有 20 ml 指示劑(methyl purple indicator)之燒杯，接收蒸餾出來的氨水，俟接收杯內溶液體積增至 50 ml 時移出，以 1/14N H_2SO_4 滴定，計算氮的百分比。

(2)磷、鉀、鈣、鎂分析：稱取約 1g 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 加溫兩小時，繼以 400 加熱一小時，最後以 550 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，定量至 25 ml。鉀、鎂取 0.2ml 濾液，加 3.8ml 去離子水；鈣取 1 ml 濾液加 3 ml 去離子水及 1 ml 5%氧化鑷(lanthanum oxide)，以原子吸收光譜儀 Varian20BQ(Varian Techtron Atomic Absorption Spectrophotometer Model 1250)測定。磷測定採用鉬黃法 (Vanadate-Molybdate Yellow Method)，取 1ml 濾液加 3ml 去離子水及 1ml 鉬黃試劑，混合均勻後，靜置 30 分鐘，以光電比色計(U-2000 Spectrophotometer)測定 470 nm 之吸光度。

結 果

圖 1 為‘金煌’芒果於花後 40 日至花後 152 日果實生長發育期間之果長、果實鮮重、體積及比重之變化。花後 40 日，果實平均長度為 6.0 cm，花後 40 日至花後 82 日快速生長，果長增加至 18.7 cm，且在花後 82 日發現內果皮開始有硬化的現象，花後 82 日至花後 152 日，生長趨於緩和，果長僅增長至 20.5 cm(圖 1A)。圖 1B 顯示‘金煌’芒果果實鮮重的變化，花後 40 日果實鮮重約 27.3 g，果實發育至花後 54 日，果重變化小，花後 40 日至花後 54 日，果重平均日增加量 7.1 g，花後 54 日至花後 82 日，果重快速增加，平均日增加量為 17.8 g-20.6 g。果實體積亦有類似的變化(圖 1C)。「金煌」芒果果實在生長發育期間，果實比重呈現 V 字型變化(圖 1D)，花後 40 日果實比重約 1.02，花後 40 日至花後 82 日果實生長期間，果實比重下降至最低點約 0.97，花後 82 日後，果實比重隨著果實發育日數增加而增加，花後 152 日達 1.04(圖 1D)。

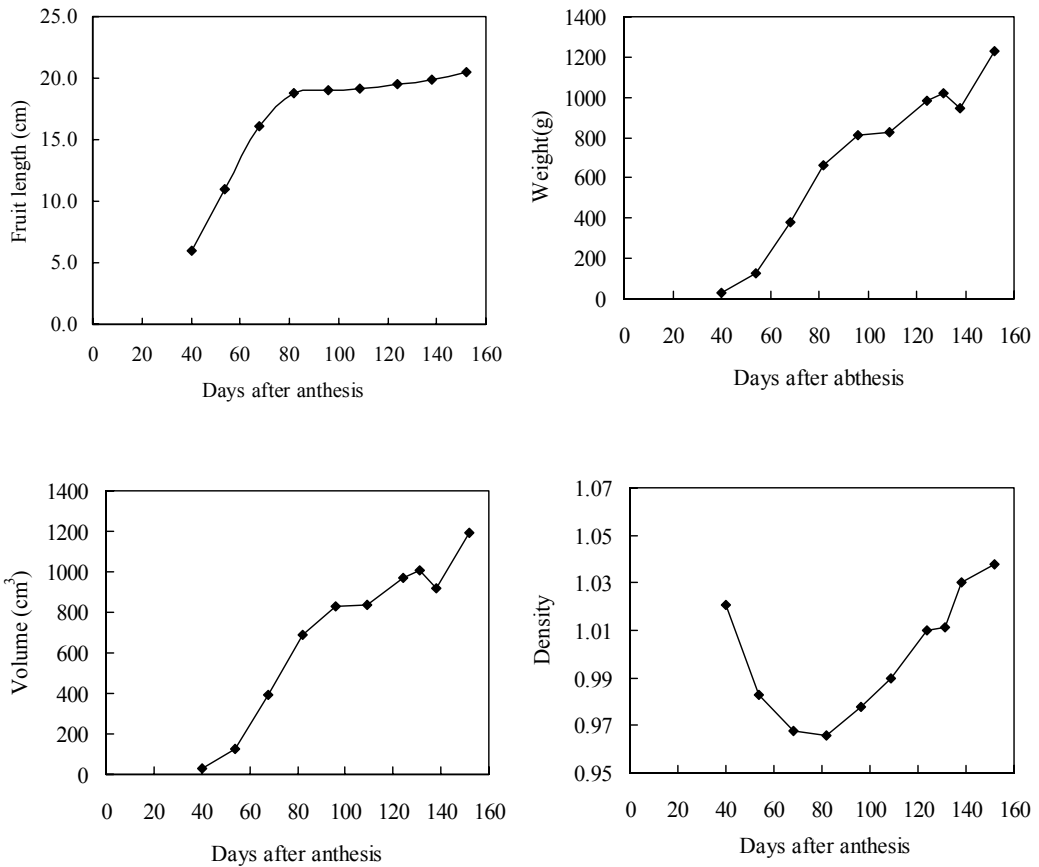


圖 1. 金煌芒果果實生長發育期間果長、鮮重、體積及比重之變化

Fig 1. Developmental changes in length(A), fresh weight(B), volume(C) and specific gravity (D) of 'Chiin Hwang' mango

花後 93 日至花後 152 日定期調查果實可溶性固形物及果肉劣變率，圖 2 顯示花後 93 日 '金煌' 芒果果實可溶性固形物為 11.1%，之後隨著果實發育日數增加而增加至花後 135 日達 15.2%；果肉劣變發生的比例亦隨著果實成熟度增加而提高，花後 93 日劣變率 0%，花後 121 日前少於 15%；而花後 135 日則大幅度地提高至 65%(圖 2)。

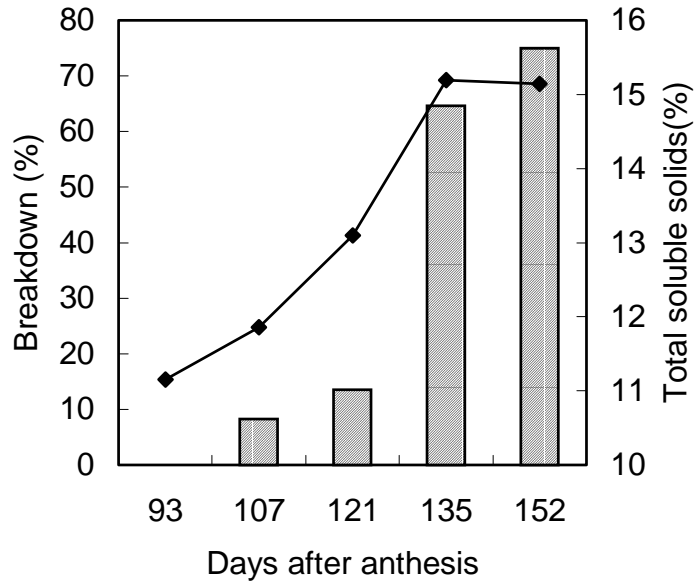


圖 2. 金煌芒果果實成熟度對可溶性固形物及果肉劣變率之影響

Fig 2. Effects of maturity on total soluble solids(■-) and percentage mesocarp breakdown(□) of 'Chiin Hwang' mango

‘金煌’芒果於花後 68 日至花後 152 日定期測定果肉各部位巨量元素之變化，表 1 至表 5 顯示氮、磷、鉀、鈣及鎂等五種巨量元素濃度的變化。花後 68 日‘金煌’芒果果實隨著果實發育至花後 82 日，果肉內氮、磷、鉀濃度稍微下降，花後 82 日至花後 152 日果實生長期間，果頂端內層果肉之氮、磷濃度有增加的趨勢，其他部位呈平穩變化(表 1、2、3)。表 4 為‘金煌’芒果果實內鈣濃度的變化，果實發育從花後 68 日至花後 152 日，六個部位果肉內的濃度皆逐漸下降。果實內鎂濃度亦具有類似的變化(表 5)。花後 68 日至花後 152 日‘金煌’芒果果實六個部位果肉內濃度變化，表 1 至表 3 顯示果梗端內、外層果肉之氮、磷、鉀濃度維持最低，而果頂之內層果肉最高，花後 68 日果梗端外層果肉(proximal outer mesocarp)之氮、磷、鉀濃度分別為 0.48 %、0.07%及 0.67%，果實發育至花後 152 日，濃度下降至 0.37%、0.04%及 0.41%；而果頂端內層果肉(distal inner mesocarp)之氮、磷濃度分別由 0.57%、0.12%增加至 0.79%及 0.15%，而鉀濃度由 1.01%稍微減少至 0.94%(表 1、2、3)。氮、磷、鉀等三種元素在果實內濃度呈現由果梗(proximal)往果頂(distal)及由外(近果皮)往內(近種核)遞增。表 4 顯示‘金煌’芒果果實生長發育期間各部位果肉內鈣濃度的變化，花後 68 日果梗端外層果肉內濃度為 0.16%，花後 152 日則下降至 0.04%，果頂端內層果肉內濃度則由 0.13 % 下降至 0.02%。果梗端外層果肉之鎂濃度為 0.07%，果頂內層果肉內濃度為 0.06%，果實發育至花後 152 日，二部位的鎂濃度皆下降至 0.04%(表 5)，果肉內鈣、鎂濃度的分佈由果梗往果頂及由外(近果皮)往內(近種核)遞減。

表 1. 金煌芒果果實發育期間果肉各部位氮濃度之變化

Table 1. Developmental changes in nitrogen concentration in mesocarp of 'Chiin Hwang' mango

Pulp part ^x	Days after anthesis							
	68	82	96	109	124	131	138	152
	-----%-----							
PO	0.477 bc ^y	0.355 d	0.433 d	0.367 c	0.338 d	0.377 d	0.417 d	0.370 d
MO	0.545 ab	0.477 c	0.600 c	0.552 b	0.506 c	0.584 c	0.598 c	0.538 c
DO	0.541 abc	0.584 b	0.645 b	0.613 b	0.617 b	0.666 bc	0.670 bc	0.581 c
PI	0.457 c	0.380 d	0.457 d	0.387 c	0.377 d	0.395 d	0.395 d	0.371 d
MI	0.568 a	0.520 bc	0.614 bc	0.605 b	0.646 b	0.681 b	0.741 b	0.666 b
DI	0.573 a	0.538 a	0.697 a	0.759 a	0.757 a	0.877 a	0.886 a	0.787 a

x:PO:proximal outer mesocarp, MO:median outer mesocarp, DO:distal outer mesocarp,

PI:proximal inner mesocarp, MI:median inner mesocarp, DI:distal inner mesocarp.

y:Means followed by same letter in the same colume are not significantly different at p 0.05 by LSD.

表 2. 金煌芒果果實發育期間果肉各部位磷濃度之變化

Table 1. Developmental changes in phosphorus concentration in mesocarp of 'Chiin Hwang' mango

Pulp part ^x	Days after anthesis							
	68	82	96	109	124	131	138	152
	-----%-----							
PO	0.074 c ^y	0.054 d	0.052 e	0.048 d	0.044 d	0.047 d	0.047 d	0.044 e
MO	0.096 b	0.079 c	0.081 d	0.078 c	0.070 c	0.083 c	0.080 c	0.074 cd
DO	0.102 b	0.096 b	0.110 b	0.103 b	0.095 b	0.115 b	0.108 b	0.097 bc
PI	0.074 c	0.059 d	0.058 e	0.051 d	0.049 d	0.052 d	0.052 d	0.052 ed
MI	0.103 b	0.097 b	0.102 c	0.094 bc	0.088 b	0.100 bc	0.107 b	0.108 b
DI	0.116 a	0.110 a	0.134 a	0.138 a	0.136 a	0.166 a	0.159 a	0.154 a

x, y were the same as table 1.

表 3. 金煌芒果果實發育期間果肉各部位鉀濃度之變化

Table 3. Developmental changes in potassium concentration in mesocarp of 'Chiin Hwang' mango

Pulp part ^x	Days after anthesis							
	68	82	96	109	124	131	138	152
	-----%-----							
PO	0.672 c ^y	0.556 c	0.584 d	0.524 d	0.396 e	0.428 d	0.407 d	0.407 c
MO	0.890 b	0.788 b	0.835 c	0.793 c	0.608 d	0.645 c	0.602 cd	0.572 b
DO	0.910 ab	0.841 ab	0.949 b	0.842 bc	0.676 c	0.758 bc	0.702 bc	0.599 b
PI	0.614 c	0.499 c	0.554 d	0.524 d	0.394 e	0.434 d	0.418 d	0.445 c
MI	0.890 b	0.818 ab	0.969 b	0.947 b	0.785 b	0.808 b	0.838 ab	0.829 a
DI	1.014 a	0.900 a	1.140 a	1.116 a	0.932 a	1.041 a	1.025 a	0.936 a

x, y were the same as table 1.

表 4. 金煌芒果果實發育期間果肉各部位鈣濃度之變化

Table 4. Developmental changes in calcium concentration in mesocarp of 'Chiin Hwang' mango

Pulp part ^x	Days after anthesis							
	68	82	96	109	124	131	138	152
	-----%-----							
PO	0.160	0.134 a ^y	0.086 a	0.076 a	0.064 a	0.056 a	0.051 a	0.040 a
MO	0.154	0.096 c	0.060 b	0.051 bc	0.045 b	0.036 bc	0.033 c	0.030 b
DO	0.169	0.081 d	0.050 b	0.048 c	0.037 c	0.032 c	0.030 c	0.025 bc
PI	0.150	0.109 b	0.061 b	0.057 b	0.046 b	0.040 b	0.038 b	0.030 b
MI	0.121	0.066 e	0.033 c	0.029 d	0.023 d	0.019 d	0.020 d	0.017 c
DI	0.133	0.075 d	0.033 c	0.029 d	0.023 d	0.021 d	0.022 d	0.020 c

x, y were the same as table 1.

表 5. 金煌芒果果實發育期間果肉各部位鎂濃度之變化

Table 5. Developmental changes in magnesium concentration in mesocarp of 'Chiin Hwang' mango

Pulp part ^x	Days after anthesis							
	68	82	96	109	124	131	138	152
	-----%-----							
PO	0.074 ab ^y	0.063 ab	0.059 a	0.058 a	0.050 a	0.049 a	0.046 a	0.041
MO	0.068 abc	0.054 bc	0.051 bcd	0.051 bc	0.044 b	0.045 b	0.042 ab	0.039
DO	0.064 bc	0.051 c	0.050 c	0.048 c	0.044 b	0.045 b	0.043 ab	0.037
PI	0.078 a	0.064 a	0.055 ab	0.056 ab	0.048 ab	0.045 b	0.044 ab	0.037
MI	0.059 c	0.048 c	0.047 d	0.046 c	0.038 c	0.039 c	0.038 b	0.040
DI	0.063 bc	0.053 bc	0.054 bc	0.051 bc	0.045 b	0.050 a	0.047 a	0.042

x, y were the same as table 1.

‘金煌’芒果果肉劣變的情形具有多種不同的形態，圖 3 顯示六種不同的症狀，圖 3A 為種核周圍的果肉呈現類似果凍狀的物質，嚴重時，果肉會完全崩解；圖 3B 果實末梢明顯軟化，果頂近腹側的果肉呈現過熟狀，嚴重時，果肉呈海綿狀及灰黑色；圖 3C 劣變的果肉中含有白色的塊狀物；圖 3D 果肉纖維周圍組織產生黑色斑點；圖 3E 果實頂端接近種子的果肉產生褐變、木栓化、組織空洞化，這些症狀大部分發生在果實中段及果頂的內層果肉；劣變症狀發生在果梗處的如圖 3F 所示，果梗與內果皮(硬核)之間果肉發生崩解，彼此連結的纖維束斷裂而形成明顯的空洞。

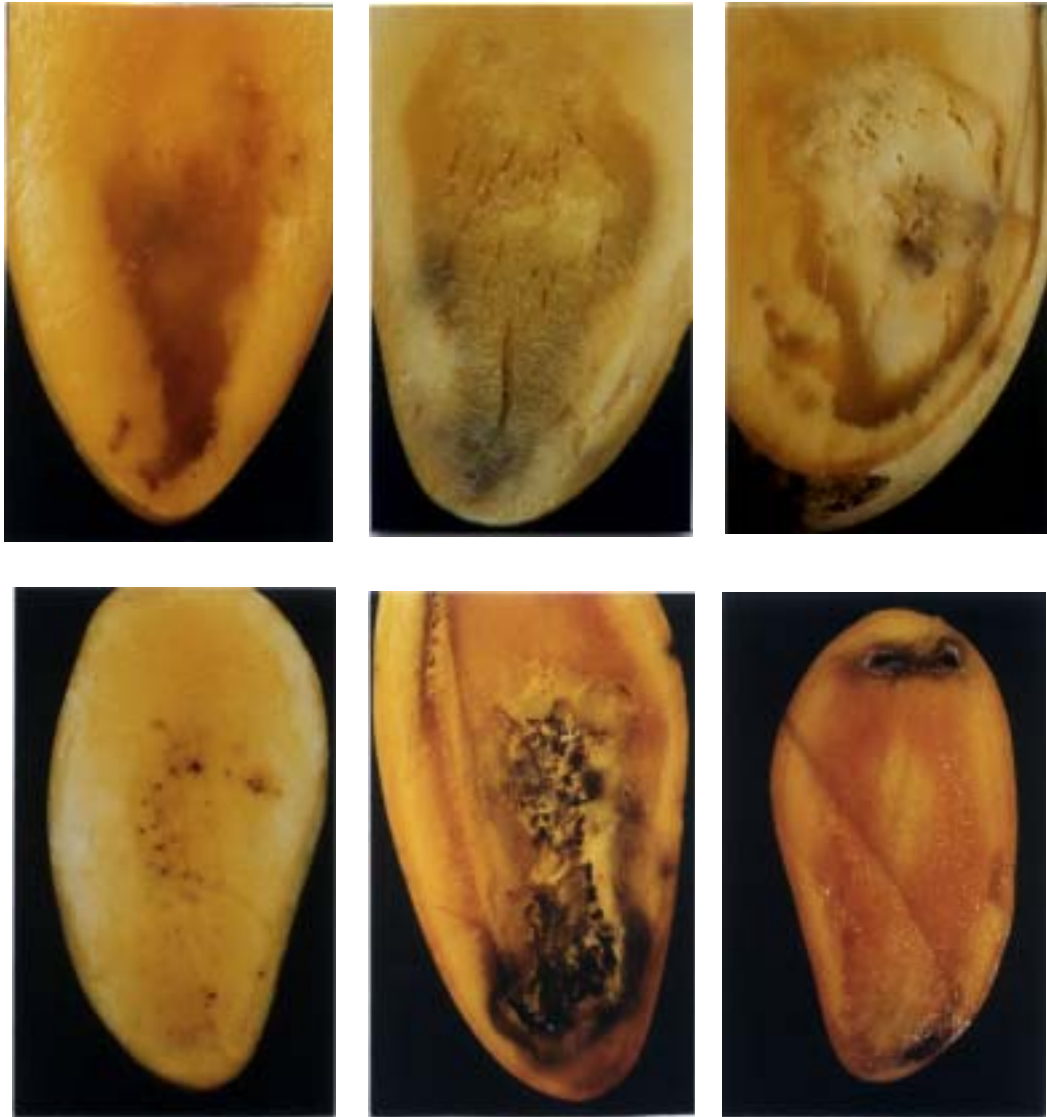


圖 3. 金煌芒果果肉劣變症狀

Fig 3. Symptoms of flesh breakdown of 'Chiin Hwang' mango fruit

A	B	C
D	E	F

討 論

芒果是屬於單 S 型生長曲線^(5,8,9,28,38)，Singh 氏⁽³²⁾將芒果果實生育分成四個時期，本試驗‘金煌’芒果果實生長發育期間，依果實長度(圖 1A)及果實鮮重(圖 1B)，大致可分成以下三個階段，第一階段為花後 40 日前之幼果期；第二階段為花後 40 日 花後 82 日之快速生長期，此時期果長、果重及體積快速增加；第三階段為花後 82 日 花後 152 日之果實成熟期，此時期果長、果重

及體積變化不大。果實鮮重除以果實體積所得的果實比重，圖 1D 顯示‘金煌’芒果於果實生長發育期間，果實比重呈現 V 字型的變化，幼果期果實比重高，之後隨著果實快速生長而下降至最低點，在果實成熟期，果實比重則隨著果實發育而增加，此與‘凱特’芒果具有類似的結果⁽⁵⁾。Coombe 氏⁽¹⁷⁾指出果實在快速生長期，水分吸收及細胞體積急速增加，使乾物量累積不及體積的增加，‘金煌’芒果於花後 82 日前果實體積的日變化量大於鮮重的變化(圖 1)，‘凱特’、‘愛文’芒果果實在快速生長期間，乾物含量呈現減少趨勢，在果實成熟期，則逐漸增加^(5,8)，因此芒果果實比重被提出可作為採收成熟度的指標^(2,22,31,36)。

‘金煌’芒果於花後 82 日至花後 152 日之果實成熟期，果實長度呈平緩變化，而果實平均重量及體積仍持續增加(圖 1)，‘凱特’及‘愛文’芒果果實於果實成熟期，果實乾物含量隨著成熟度增加而增加^(5,8)，顯示芒果在這段時期仍有很強的積儲活性⁽³⁶⁾。澱粉是芒果主要的貯藏性碳水化合物^(20,38)，在果實後熟之前，澱粉含量隨著果實生長發育增加⁽³⁸⁾，果實後熟期間，澱粉會逐漸降解轉換成可溶性固形物^(29,38)，因此芒果成熟度愈高，則可溶性固形物愈高^(3,5,22,23,33)。本試驗‘金煌’芒果於花後 107 日可溶性固形物約 12%，而花後 121 日達 13%以上(圖 2)。Galán Saùco 氏等人⁽²¹⁾及 Van Lelyveld 和 Smith 二氏⁽⁴¹⁾提出芒果果肉劣變的發生率與果實成熟度呈正相關，‘金煌’芒果於花後 93 日果肉劣變率 0%，花後 107 日為 8.3%，花後 121 日為 13.5%，而花後 135 日後則突增至 60%以上，因此若考量‘金煌’芒果果實品質時，花後 100-120 日為適當的採收成熟度。

本試驗調查五種巨量元素在果肉內的濃度皆隨著果齡增加而下降(表 1 至表 5)，此變化趨勢與‘愛文’芒果⁽⁸⁾、番石榴⁽⁴⁾、東方梨⁽¹⁴⁾、‘Fuju’柿子⁽¹⁵⁾、樹番茄⁽¹⁶⁾、‘McIntosh’蘋果⁽³⁰⁾等果實大致相同。一般認為是由於元素蓄積的速度比果實生長速率慢所造成的稀釋效應(dilution effect)^(1,4,8,15,16)，‘金煌’芒果果實於花後 68 日至花後 82 日為快速生長期，此期果實外型及鮮重皆急速增加(圖 1)，因此果肉內元素濃度下降亦可能為稀釋作用所引起。果實內各元素濃度依其在果實生育期間蓄積量而定，氮、磷、鉀在果實發育中、後期仍持續吸收，而鈣在果實快速生長後即不再或少量增加^(8,15,16)。‘金煌’芒果果實內鈣濃度自花後 68 日持續下降至花後 152 日；而氮、磷、鉀濃度在果實快速生長階段(花後 68-82 日)有下降的現象，此後則變化不大，由‘愛文’芒果果實內氮、磷、鉀、鈣蓄積量變化⁽⁸⁾似乎可應證此結果。五種巨量元素在‘金煌’芒果果肉內呈現不均勻地分佈(表 1 至表 5)，‘愛文’⁽⁸⁾、‘肯特’⁽¹²⁾、柿子⁽¹⁵⁾、梨⁽¹⁹⁾、酪梨⁽²⁶⁾、蘋果⁽⁴⁰⁾等果實亦有相同的情形。‘金煌’芒果果實發育後期，果肉內氮、磷、鉀濃度明顯地由果梗端往果頂端及外層果肉往內層果肉遞增(表 1 至表 3)，而鈣濃度由果梗端往果頂端及由外層果肉往內層果肉遞減，其中分佈於

中段及果頂之內層果肉濃度最低(表 4)，此現象在‘愛文’⁽⁸⁾、‘肯特’⁽¹²⁾等品種具有相同的結果。

芒果果肉劣變的部位常見於果頂處之果肉^(24,25)，圖 3 顯示‘金煌’芒果果肉劣變的症狀及部位，亦偏向果頂及近種核附近的果肉，Bramlage 氏⁽¹¹⁾及 Curtis 氏⁽¹⁹⁾指出果實礦物元素組成分會影響果實品質，而芒果果肉劣變被認為與果肉內鈣含量有關^(12,42,43)，本試驗調查‘金煌’芒果果肉劣變率有隨著果實成熟度增加而增加的現象，在花後 121 日後，果肉劣變率開始大量增加(圖 2)，而此時期果肉內的鈣濃度平均為 0.04%與花後 109 日的果實相較，沒有明顯的差異(表 4)，且花後 124 日果實之中段內、外層果肉鈣濃度(0.023%、0.045%)與花後 100 日‘愛文’芒果相同部位的濃度(0.028%、0.043%)⁽⁸⁾比較，無多大的差異，而‘愛文’芒果果肉劣變為不常見品種⁽⁷⁾。因此‘金煌’芒果果肉劣變是否由於缺鈣所引起，本試驗沒有直接的證據。Burdon 等人⁽¹²⁾認為果實內鈣濃度並非造成芒果頂腐病(soft nose)的唯一因子，而且提出果實累積鈣的能力，不能完全決定於品種間對發生劣變程度的差異。礦物元素之間具有協同及拮抗作用，彼此會影響植物對養分的吸收^(34,35)，‘Anjou’梨異常果實內氮/鈣比高⁽¹⁹⁾，‘Alexander Lucas’梨異常組織內之鉀/鈣、鎂/鈣比值較正常組織高⁽³⁹⁾，因此元素不平衡或許是影響果肉組織異常的因子。花後 96 日‘金煌’芒果(無發現劣變)果梗往果頂端外層果肉之氮/鈣比為 5.0, 10.0, 12.9，內層果肉為 7.5, 18.6, 21.1，外層果肉之鉀/鈣比為 6.8, 13.9, 20.0，內層果肉為 9.1, 29.4, 34.5；而花後 124 日果實(劣變開始嚴重)，外層果肉之氮/鈣比為 5.3, 11.2, 16.7，內層果肉為 8.2, 28.1, 32.9，外層果肉之鉀/鈣比為 6.2, 13.5, 18.3，內層果肉為 8.6, 34.1, 40.5，果肉各部位間巨量元素濃度的變化所造成的比值差異，顯現果實中段及果頂內層果肉的氮/鈣、鉀/鈣比值相當高，且在花後 124 日，二部位的氮/鈣、鉀/鈣有增加的趨勢，此現象與芒果果肉劣變的發生是否有關聯，則須進一步探討。

參考文獻

1. 吳奕儒. 1994. 蜜紅葡萄果實軟化原因之探討. 國立中興大學園藝學研究所碩士論文.
2. 呂明雄. 1975. 愛文及凱特芒果成熟度之研究. 中國園藝. 21: 192-197.
3. 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.
4. 楊雅薰. 1991. 番石榴葉片及果實無機養分和碳水化合物濃度之調查. 國立中興大學園藝學研究所碩士論文.
5. 詹瑞福. 2000. 檬果著果 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.

- 6.臺灣省政府農林廳編印. 1998. 臺灣地區芒果面積調查報告. P.5-8.
- 7.劉銘峰. 1994. 芒果栽培技術. 久洋出版社. 台南. P.234.
- 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.
- 9.Akamine, E. K. and T. Goo. 1973. Respiration and ethylene production during ontogeny of fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98(4): 381-383.
- 10.Akkaravessapong, P. and S. Vasunnunde. 1992. Harvesting index of Kaew mango (*Mangifera indica*) for pickling. Acta Hort. 321: 518-524.
- 11.Bramlage, W. J. 1993. Interaction of orchard factors and mineral nutrition on quality of pome fruit. Acta Hort. 326: 15-28.
- 12.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.
- 13.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.
- 14.Buwalda, J. G. and J. S. Meekings. 1990. Seasonal accumulation of mineral nutrients in leaves and fruit of Japanese pear (*Pyrus serotina* Rehd.). Scient. Hort. 41: 209-222.
- 15.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.
- 16.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.
- 17.Coombe, B. G. 1976. The development of fresh fruit. Ann. Rev. Plant Physiol. 27: 207-228.
- 18.Cua, A. U. and M. C. C. Lizada. 1990. Ethylene production in the 'Carabao' mango (*Mangifera indica* L) fruit during maturation and ripening. Acta Hort. 269: 169-179.
- 19.Curtis, D., T. L. Righetti, E. Mielke and T. Facticeau. 1990. Mineral analysis from corkspotted and normal 'Anjou' pear fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115(6): 969-974.
- 20.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.
21. Galàn Saùco, V. G., 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.
 22. Jacobi, K. K., L. S. Wong and J. E. Giles. 1995. Effect of fruit maturity on quality and physiology of high-humidity hot air-treated 'Kensington' mango (*Mangifera indica* L.). *Postharvest Bio. and Tech.* 5: 149-159.
 23. Kalra, S. K. and D. K. Tandon. 1983. Ripening-behaviour of 'Dashehari' mango in relation to harvest period. *Scient. Hort.* 19: 263-269.
 24. Katrodia, J. S. 1988. Spongy tissue in mango-causes and control measures. *Acta Hort.* 231: 814-826.
 25. 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.
 26. 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.
 27. Krishnamurthy, S. 1981. Chemical studies on internal breakdown in 'Alphonso' mango (*Mangifera indica* L.). *J. Hort. Sci.* 56: 247-250.
 28. Lakshminarayana, S., M. V. Subhadra and H. Subramanyan. 1970. Some aspects of developmental physiology of mango fruits. *J. Hort. Sci.* 45: 133-142.
 29. Lazan H., Z. M. Ali, J. S. Soh and Z. Talkah. 1993. The biochemical basis of differential ripening in mango. *Acta Hort.* 341: 500-509.
 30. Marmo, C. A., W. J. Bramlage and S. A. Weis. 1985. Effects of fruit maturity, size, and mineral concentrations on predicting the storage life of 'McIntosh' apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110(4): 499-502.
 31. Roy, S. K. and G. D. Joshi. 1988. An approach to integrated post-harvest handling of mango. *Acta Hort.* 231: 649-661.
 32. Singh, L. B. 1960. 'The Mango'. Bontany, Cultivation and Utilization. Leonard Hill, London. 438pp.
 33. Sjulín, T. M. and J. Robbins. 1987. Effects of maturity, harvest date, and storage time on postharvest quality of red raspberry fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112(3): 481-487.
 34. Spiers, J. M. 1983. Influence of N, K, and Na concentration on growth and leaf element content of 'Tifblue' rabbiteye blueberry. *HortScience* 18(2): 223-224.
 35. Spiers, J. M. 1987. Effects of K, Ca, and Mg levels and N Sources on growth

- and leaf element content of 'Cheyenne' blackberry. HortScience 22(4): 576-577.
36. Subramanyam, H., S. Krishnamurthy and H. A. B. Parpia. 1975. Physiology and biochemistry of mango fruit. Adv. Food Res. 21: 223-305.
 37. 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.
 38. 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.
 39. 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.
 40. Tomala, K. and D. R. Dilley. 1990. Some factors influencing the calcium level in apple fruits. Acta Hort. 274: 481-487.
 41. 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.
 42. Wainwright, H. and M. B. Burbage. 1989. Physiological disorders in mango (*Mangifera indica* L.) fruit. J. Hort. Sci. 64(2): 125-135.
 43. Winston, E. C. 1986. Observations of internal mango flesh breakdown: need for standardization of terminology. P.77-81. In First Australian Mango Research Workshop. November 1984 Proceedings. CSIRO. Melbourne, Australia.

Studies on the Macronutrient Concentrations and Flesh Breakdown of ‘Chiin Hwang’ Mango

S. R. Lee¹, C. C. Shiesh, H. L. Lin, and K. C. Lee²

Abstract

The fruit growth curve of ‘Chiin Hwang’ mango as represented by fruit length, fresh weight and fruit volume are sigmoid. The period of rapid fruit growth was from 40 days to 82 days after anthesis, and 82-152 days were mature stage. The specific gravity of fruits increased during maturation. The soluble solids was closely related to fruit maturity. Those fruits picked on day 93 had a soluble solids of 11.2% and reached 15.2% 152 days after bloom. Flesh breakdown worsen at later stage of ripening, was 60% 135 day after bloom, as compared with 15% on day 121. Macronutrient concentrations of pulp were reduced during the period of rapid fruit growth, especially Ca, the rate of decline reached 89% 152 days after full bloom. Nitrogen, P, and K concentrations of six sections of the pulp increased from outer toward inner mesocarp with the highest concentration at the distal end of mesocarp. On the contrary, Ca concentration had a reversed tendency with lowest level at the distal portion.

Key words: ‘Chiin Hwang’, Specific gravity, Total soluble solids, Flesh breakdown, Macronutrient.

¹Assistant, Kaohsiung District Agricultural Improvement Station, Pingtung, Taiwan, R.O.C.

²Associate professor and Professor, Department of Horticulture, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, R.O.C.