

## 印度棗果實發育之研究

張麗華<sup>1)</sup> 楊耀祥<sup>2)</sup>

關鍵字：印度棗、果實發育、果實品質

**摘要：**為探討印度棗果實發育之變化，本試驗在果實發育期間調查台農 1 號果實外觀形態，果肉細胞層數、大小及內部組成分之變化。由試驗結果顯示其體積、鮮重、果長、果寬及果厚均呈現雙 S 型的生長曲線。果肉細胞分裂於花後 3 週停止，之後為細胞的肥大。果實之可溶性固形物、總糖及糖酸比隨果實發育而增加，至花後 19 週達到最高。果實硬度、酸度及有機酸則隨著果實發育而逐漸降低。酚類化合物以未熟果含量較高，隨果實發育成熟而降低。果實顏色由發育初期的深綠色逐漸轉為綠色，至採收時為黃白色。

### 前 言

印度棗 (*izyphus mauritiana* Lam.) 俗稱棗子，原產於印度、錫蘭，在亞洲南部，非洲及澳洲等地均有野生種分佈 (曾, 1980)。台灣何時引進印度棗已無從稽考，有經濟栽培至今約四十年目前栽培面積約 2000 公頃左右。印度棗雖非屬世界大宗果樹，但目前台灣生產似小青蘋果大小的果實，已引起日本、美國及東南亞各國的注意，相繼引進觀察。然而有關印度棗的文獻資料甚為缺乏，尤其在果實發育期間外部形態、內部構造及組成分變化之文獻更為少見，本研究希藉由果實發育過程之調查，建立印度棗果實發育之基本資料，以為日後果實栽培管理之參考，進而達到穩定產量及提高果實品質之目的。

---

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生，鳳山熱帶園藝試驗分所助理。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

## 材料及方法

### 一、試驗材料

本試驗自民國 87 年 8 月至 88 年 2 月 30 日，於鳳山熱帶園藝試驗分所印度棗園進行，採用 6 年生實生苗砧木，嫁接台農 1 號品種 (*Zizyphus mauritiana* Lam. cv Tainung No.1) 為材料。8 月 21 日進行授粉標識，自 8 月 28 日起，每週採樣一次至果皮轉為黃白色為止，每次取 15 個已標識的果實為調查樣品。

### 二、調查項目及方法

#### (一) 果實發育之調查

1. 果實的重量及體積：重量利用電子天秤測量，體積則以排水法測量。
2. 果實縱、橫徑：果長利用電子游標尺測果頂至果實基部的距離，果寬則測赤道部位之橫寬；果厚則測赤道部 90 度側面之厚度。
3. 果實生長速度(growth rate)：以前後兩次測定鮮重之差值，除以採樣間隔日數得之，其單位為 g/day，即  $Rg=(w_2.w_1)/(t_2.t_1)$ 。
4. 果實相對生長率 (relative growth rate)：以前後兩次測定鮮重之差值，除以前次鮮重所得之商數，再除以採樣間隔日數，乘以 100%得之，即  $RGR=(w_2.w_1)/w_1/(t_2.t_1) \times 100\%$ 。
5. 果實細胞層數及大小調查：將果實橫切後取最大赤道部果肉，製作石臘切片觀察果實之細胞層數及細胞大小。

#### (二) 果實品質之調查

1. 果皮顏色：以 ND-300A 型色差儀，採 6 $\phi$  反射試驗台及透光鏡測定樣品之 L、a、b 值，所使用之標準板為 Y=110.14, X=93.91, Z=91.88。
2. 果實及果肉硬度：分為果實(帶皮)及果肉(去皮)兩部份，利用萬能物性分析儀(Fudoh Rheo meter)以 3 $\phi$  針穿透果實 3mm 所需之力量，單位為 kg。
3. 果汁可溶性固形物( $^{\circ}$ Brix)：以手持屈折計測定之。
4. 果汁可滴定酸：果實經榨汁，取 3ml 果汁加入 50ml 蒸餾水，以適當之速度由滴定管滴下 0.1N 之 NaOH 溶液，記錄 pH 值至達 8.1 所需之 NaOH 滴定量，以蘋果酸換算表示。
5. 糖類分析：樣品經 12,000rpm 離心 10 分鐘，上層澄清液以 0.45  $\mu$ m 濾膜過濾，取 20ml 樣品，注入 Jasco 之高效液相層析儀進行分析。分析之分離管為 Biorad- Red-Aminex HPX-87L，分離管加溫器設定 80 $^{\circ}$ C，偵測器 RI Detector，移動相為去離子水，流速 0.6ml/min。
6. 有機酸分析：樣品製備同上，取 20ml 樣品，注入 Jasco 之高效相層析儀進行分析，分離管為 Alltech C18，UV 偵測器波長 210nm，移動相 0.01 M  $KH_2PO_4$ ，流速

7. 酚類化合物含量：新鮮果實將果皮、果肉分開，分別精稱 0.5g 及 3g 置入定量瓶中，加入 80%酒精至 50ml 備用。將粹取液稀釋 50-250 倍，取 1ml 加入 5ml 蒸餾水，再加入 0.5 folin ciocaltean phenol reagent，靜置五分鐘，再加入 0.5 ml  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  飽和溶液於室溫靜置一小時，用光電比色計以 640nm 波長測定。

## 結 果

### 一、果實之發育

印度棗果實鮮重及體積的生長曲線呈雙 S 型 (圖 1)，果實發育基本上可分為三個時期，發育初期，即花後 1 週至 5 週鮮重快速增加，由相對生長率曲線 (圖 2)，顯示果實正快速生長。發育中期為花後 6 週至 7 週果實生長趨於停滯。發育末期再度進入快速生長階段，即花後 8 週至採收期，尤其花後 13 週至 17 週，果重明顯增加，由生長速度曲線 (圖 2) 顯示該期間果實急速肥大，於花後 18 週幾乎已達到最大果重。體積之生長變化與鮮重呈相似的曲線變化。

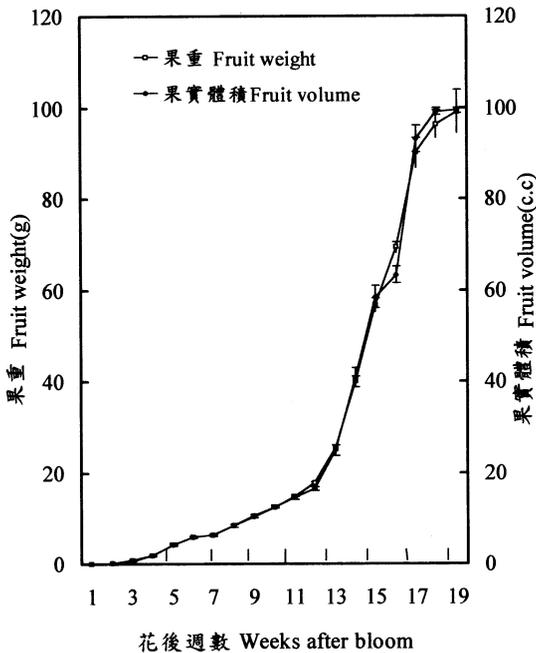


圖1. 印度棗果實發育期間果重及體積之變化  
Fig. 1. Development changes of Fruit weight and volume in Indian jujube fruit

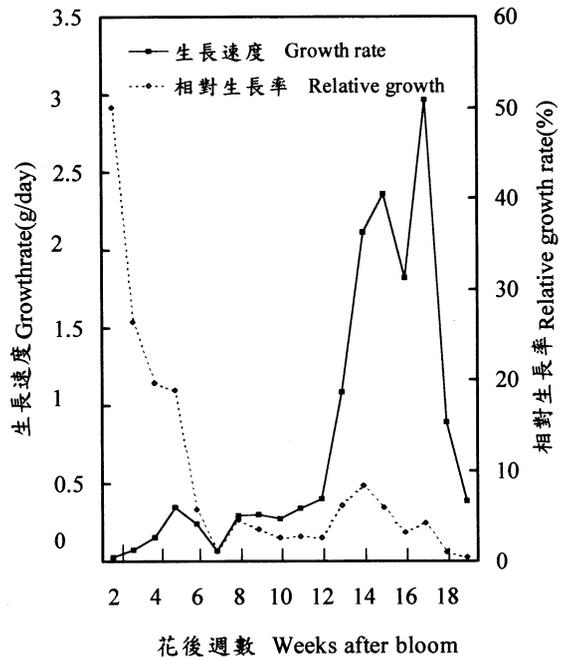


圖2. 印度棗果實發育期間鮮重生長速度及相對生長率之變化  
Fig. 2. Development changes of growth rate and relative growth rate in Indian jujube fruit

果實之果長、果寬及果厚之變化亦呈雙 S 型生長曲線 (圖 3)。果實發育初期果實縱、橫徑快速增加，尤其果長之生長較果寬、果厚為快。發育中期，果徑生長趨於遲滯。發育末期，果徑生長再次快速增加，果長及果寬於花後 18 週達到最大果徑，果厚則在 17 週已趨於穩定，果形呈長扁四方形。

台農 1 號印度棗果形指數之變化，隨著生育日數的增加而上升至花後 4 週達到最高為 1.57，之後持續下降，尤其自 12 週以後因果寬的生長速度快於果長之增加，指數明顯下降，至 15 週後趨於穩定狀態，直至採收期之指數維持於 1.1 (圖 4) 而呈長扁四方形。

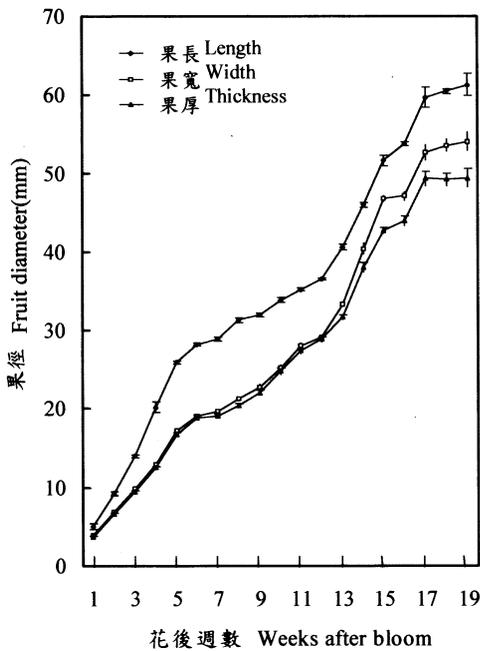


圖 3. 印度棗果實發育期間果長、果寬及果厚之變化

Fig. 3. Development changes of fruit diameter in Indian jujube fruit

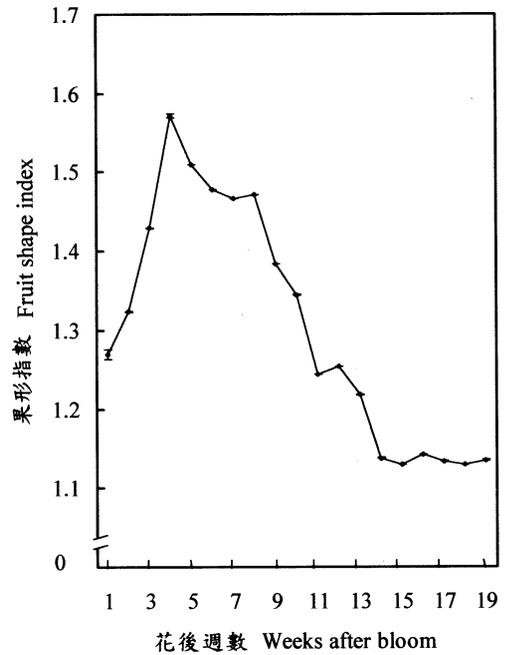


圖 4. 印度棗果實發育期間果形指數之變化

Fig. 4. Development changes of fruit shape index in Indian jujube fruit

由切片調查印度棗果肉的細胞層數主要增加於果實發育初期，即花後 1 週至 3 週間，細胞層數在花後 1 週時即有的 45 層，而後增加至花後 3 週的 102 層，之後細胞層數不再增加，其中內層及外層的層數相差並不大 (表 1)。細胞伸長及肥大於果實發育初、中期雖有增大，但伸長速度較為緩慢，花後 9 週至 12 週方見明顯快速肥大，在花後 13 週時，近果核之內層果肉細胞快速伸長，直至 17 週內、外層細胞徑長生長則呈平緩狀態直到採收，其中內層細胞有較大之趨勢。

表 1. 印度棗果肉細胞層數及大小之變化

Table 1. Changes of cell number and cell size of pulp in Indian jujube fruit

花後週數 Weeks after bloom	內層細胞層數 Number of inside cell layer	外層細胞層數 Number of outside cell layer	內層細胞長度 Average length of inside cell ( $\mu$ m)	外層細胞長度 Average length of outside cell ( $\mu$ m)
1	23 $\pm$ 1.5	22 $\pm$ 1.0	20.2 $\pm$ 1.3	18.1 $\pm$ 1.0
2	42 $\pm$ 1.6	38 $\pm$ 2.4	21.3 $\pm$ 1.5	18.6 $\pm$ 1.2
3	52 $\pm$ 1.2	50 $\pm$ 1.2	21.2 $\pm$ 1.0	19.2 $\pm$ 1.2
4	53 $\pm$ 0.9	50 $\pm$ 0.9	23.6 $\pm$ 1.0	20.0 $\pm$ 1.5
5	53 $\pm$ 1.4	53 $\pm$ 1.6	25.7 $\pm$ 1.4	20.4 $\pm$ 2.0
7	50 $\pm$ 1.1	52 $\pm$ 1.2	35.3 $\pm$ 1.4	30.5 $\pm$ 2.0
9	51 $\pm$ 1.2	51 $\pm$ 1.8	58.3 $\pm$ 1.1	45.4 $\pm$ 1.7
11	51 $\pm$ 1.6	52 $\pm$ 1.5	80.1 $\pm$ 1.1	58.3 $\pm$ 2.0
12	53 $\pm$ 1.7	51 $\pm$ 1.1	85.6 $\pm$ 1.3	62.1 $\pm$ 2.2
13	52 $\pm$ 0.9	51 $\pm$ 1.2	105.3 $\pm$ 3.2	98.7 $\pm$ 2.3
15	53 $\pm$ 1.0	51 $\pm$ 1.5	153.0 $\pm$ 2.3	139.5 $\pm$ 3.2
17	51 $\pm$ 1.3	52 $\pm$ 1.4	185.7 $\pm$ 2.4	155.3 $\pm$ 2.4
19	53 $\pm$ 1.2	51 $\pm$ 1.7	190.2 $\pm$ 4.7	156.8 $\pm$ 3.4

## 二、果實品質之調查

印度棗由果實發育後期果皮顏色調查發現，果實於花後 9 至 12 週 L 值變化較少，但自花後 13 起至 19 週，L 值則明顯增加，分別由 40.8 增至 53.3。a、b 值隨著果實日趨成熟而提高。果實由調查初期之暗綠色，至花後 17 週的翠綠色，再轉為黃綠色，至採收時呈現黃白色 (表 2)。

果實硬度則於果實發育末期隨著果實快速肥大而逐漸降低，於花後 17 週果實及果肉硬度分別為 1.23 及 0.63kg，此時期果實質地最佳，花後 18 週果肉硬度變為鬆軟 (圖 5)，觀察果肉細胞切片，發現部份細胞之細胞壁呈現崩解現象。

在果實組成份的變化方面，果汁中可溶性固形物在花後時為 13 週 8.5°Brix，之後隨發育日數的增加持續提高，直至 19 週採收時為 13.6°Brix。果汁的酸度變化與糖度相反，隨果實發育日數的增加而逐漸下降，由花後 13 週 0.42 g/100ml 降至採收時的 0.27g/100ml (圖 6)。

表 2. 印度棗果實發育期間果色之變化

Table 2. Development changes of skin color in Indian jujube fruit

花後週數	L 值	a 值	b 值
Weeks after bloom	L value	a value	b value
9	35.52 ± 0.25	-11.70 ± 0.13	16.67 ± 0.25
10	35.50 ± 0.13	-11.61 ± 0.9	16.51 ± 0.18
11	35.90 ± 0.24	-11.41 ± 0.1	17.39 ± 0.16
12	36.51 ± 0.17	-11.49 ± 0.17	17.75 ± 0.12
13	40.79 ± 0.1	-11.34 ± 0.12	20.43 ± 0.2
14	40.79 ± 0.18	-11.25 ± 0.13	20.56 ± 0.19
15	45.42 ± 0.59	-11.20 ± 0.17	22.69 ± 0.27
16	47.49 ± 0.37	-10.56 ± 0.2	23.52 ± 0.19
17	48.15 ± 0.42	-9.87 ± 0.18	24.39 ± 0.25
18	51.58 ± 0.53	-9.01 ± 0.23	24.78 ± 0.3
19	53.32 ± 0.4	-7.87 ± 0.2	24.76 ± 0.35

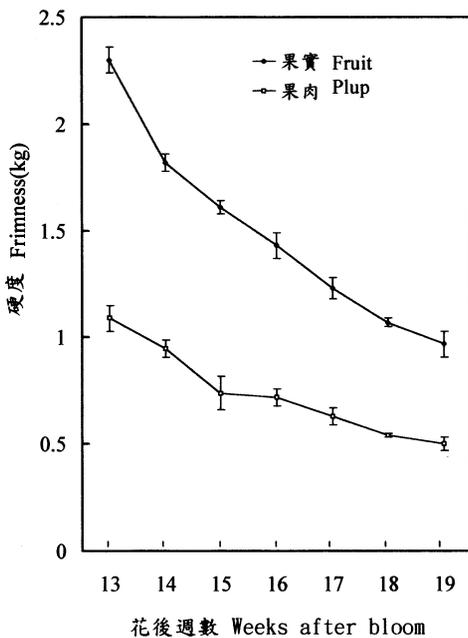


圖 5. 印度棗果實發育期間果實及果肉硬度之變化

Fig. 5. Development changes of fruit and pulp firmness in Indian jujube fruit

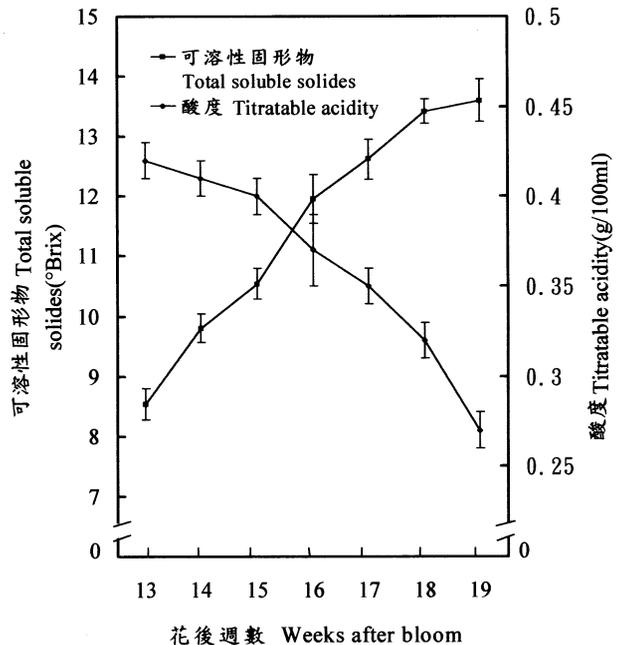


圖 6. 印度棗果實發育期間可溶性固形物及可滴定度之變化

Fig. 6. Development changes of total soluble solids and titratable acidity in Indian jujube fruit

果汁的糖酸比則隨果實成熟持續上升，自花後 16 週起更為快速，在花後 19 週為 50.4 (圖 7)。在果汁糖類之分析結果中，發現可溶性糖主要為蔗糖、果糖及葡萄糖，其中以蔗糖含量最高，變化也較大，在果實發育末期隨著發育日數而增加，於花後 14 週的 2.93%，快速累積至花後 17 週則漸趨於平緩為 5.32%，之後於果實達生理成熟呈緩慢增加，在花後 19 週時為 5.76%。果糖及葡萄糖的含量變化則不明顯，總糖之變化趨勢則與蔗糖之變化曲線相似。亦於花後 14 週快速累積至花後 19 週，分別為 7.56%及 10.19% (圖 8)。

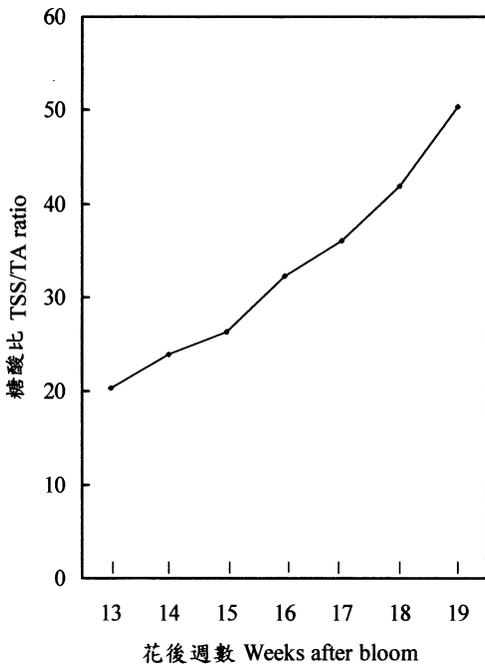


圖 7. 印度棗果實發育期間糖酸比之變化  
Fig. 7. Development changes of TSS/TA ratio in Indian jujube fruit

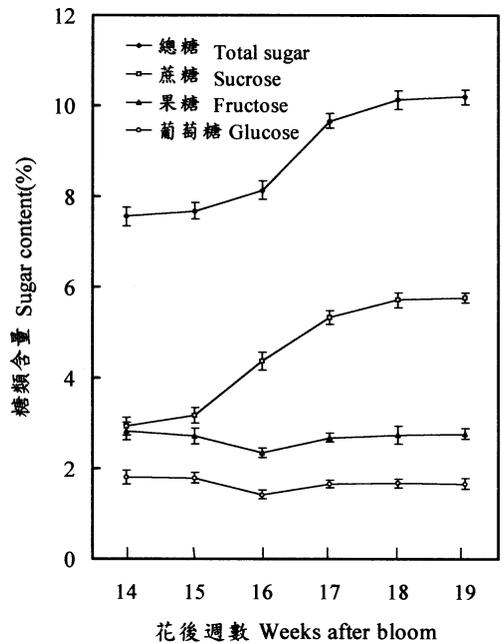


圖 8. 印度棗果實發育期間糖類含量之變化  
Fig. 8. Development changes of sugar content in Indian jujube fruit

有機酸方面，其隨著發育日數的增加而持續降低，主要為蘋果酸、檸檬酸及草酸，其中以蘋果酸含量最高，約為檸檬酸的 1.5~2 倍，自花後 14 週的 0.62% 降至採收時 0.31%，檸檬酸則由 0.35% 降至 0.14%。草酸因含量低，亦隨果實成熟而下降，維持在 0.11% 至 0.07% (圖 9)。

印度棗未熟果具有澀味，以幼果期酚類化合物含量最高，之後隨發育日數的增加急劇下降。果皮酚類含量顯示三個快速下降期，一為果實發育初期，由 45.4mg/100g 降至 28.6mg/100g，另為花後 12 週至 14 週，及花後 16 至 17 週降至 5mg/100g。果肉的酚類化合物變化主要於果實發育初期，含量由 22.68mg/100g 急速下降至 3mg/100g，但自花後 6 週至果實採收無明顯變化 (圖 10)。本試驗另由果肉細胞切片觀察，發現花後 15 週果肉細胞中仍散見經染成紅色的不可溶性單寧結晶存在，而當花後 17 週酚類含量降至 5mg/100g 時，果肉中單寧細胞明顯減少且呈現原生質分離之現象，由可溶性單寧凝結成不可溶性單寧，此時期果實不再有澀味呈現。

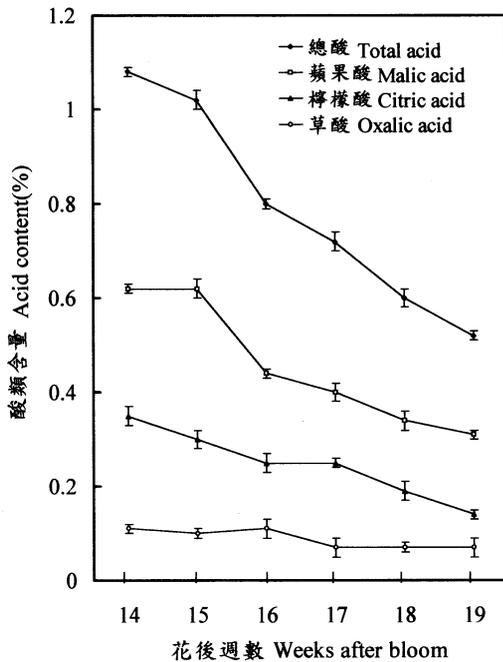


圖9. 印度棗果實發育期間有機酸含量之變化  
Fig. 9. Development changes of acid content in Indian jujube fruit

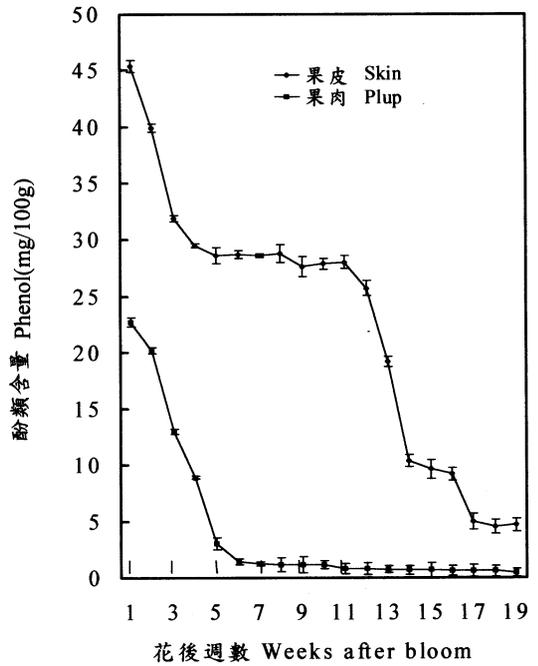


圖10. 印度棗果實發育期間果皮及果肉酚類化合物含量之變化  
Fig. 10. Development changes of fruit skin and pulp phenol content in Indian jujube fruit

## 討 論

印度棗果實之生長曲線不論果實鮮重、體積及果長、果寬或果厚等外觀皆與葡萄 (張及林, 1988)、番荔枝 (Palt Kumar, 1995) 及核果類之桃、李、梅、櫻桃 (新居, 1989) 等果實相似呈雙 S 形之生長。其可分為三個生長時期, 發育初期果肉細胞層數快速增加, 為細胞分裂旺盛期, 果實相對生長率達到第一次高峰期。中期為果實生長遲滯期, 果實日生長量急速降低, 此與新居 (1989) 在桃、李、梅等核果類的調查結果相似, 其認為此發育期因種子與果實競爭養分而抑制果實的生長。後期又為另一次生長高峰期, 尤其花後 13 至 17 週生長極為快速, 其因為果肉細胞的快速肥大, 尤其是外層細胞。

果實長、寬、厚生長速度會影響果形指數之變化, 印度棗果長之初期生長略較果寬、果厚為快, 因此初期的果形指數較高, 之後隨果實發育時間的增加, 果寬生長速度略較果長為快, 果形指數逐漸下降, 至 15 週達穩定狀態。果寬、果厚除受品種特性影響外, 溫度亦會影響果形, Tromp (1990) 指出番石榴生長於冷涼氣候條件下, 果形指數較高, 為橢圓形, 較溫暖氣候條件下果實指數較低為扁圓形。印度棗亦有相似之情形, 於高溫發育之早期果呈扁四方型, 中、晚期果則為長扁四方形, 除上述因子影響外, 果實著生部位、水分狀態、施肥管理等是否會影響果形變化, 尚有進一步探討。

果實生長模式及細胞分裂長短因果樹種類、品種、氣候、栽培管理而有差異 (新居, 1989; Westood, 1993)。本試驗發現印度棗果肉(中果皮)細胞分裂於花後 3 週細胞層數不再增加, 此與同屬核果類的大久保桃 (新居, 1989) 及 'Granny Smith' 蘋果 (中川, 1978) 相似, 果徑初期的增加, 主要以細胞分裂為主, 由本試驗切片觀察, 此時期細胞的大小亦有緩慢增大, 中、末期則為細胞肥大期。

印度棗果皮顏色於幼果期呈深綠色, 之後隨著果實發育, 果色由深綠色逐漸轉為黃綠色, 花後 18 週轉為黃白色至完熟期呈現紅褐色, 若以視覺感官之評定而言, 花後 17 週呈現之翠綠色最能吸引消費者注意; 此結果與 Bhatia 及 Gupta (1984) 在 'Umran' 印度棗品種的觀察相似, 兩品種果色隨著果實的成熟, 果皮中葉綠素含量逐漸降低。果實質地於幼、中果期甚為堅硬, 發育末期則隨果實急速肥大硬度逐漸降低。花後 17 週為肉質脆度最佳時期, 之後果肉呈現鬆軟狀態, 其原因據吳等人 (1994)、Pal 及 Kumar (1995), Yusof 及 Mohamed (1987) 觀察, 係因果實發育後期果膠轉為可溶性果膠, 果膠酸鹽消失, 造成細胞壁的崩解而促使果實軟化。Datta 及 Makherjee (1980) 指出番石榴總果膠含量, 因品種及生長季節而有顯著差異, 秋果硬度較春果低, 可能是高溫促進果實代謝作用, 而加速果實內含物的分解, 促使果實硬度降低。在台灣南部, 印度棗在 7 月中旬前著果之早期果較 7 月下旬至 9 月中旬著果之正期果口感差, 是否因成熟期恰逢高溫之影響, 則有待進一步觀察。

印度棗可溶性固形物隨果實發育而增加, 變化趨勢與 Gupta 等人 (1983) 及 Daulta 與 Chauhan (1982) 的調查結果相同, 而其可溶性固形物含量有高低之差別, 推測乃受品

種特性及採收成熟度影響所致。在酸度的變化亦與 Daulta 及 Chauhan (1982) 分析之 'Gala' 及 'Katha phal' 等品種之變化趨勢相似，但是台農 1 號酸度較 'Gala' 為高，較 'Katha phal' 為低，此可能與品種、採收成熟度及生育期氣候條件有關。糖酸比為影響果實風味主要因子(中川, 1978)，楊等人 (1996) 指出番石榴糖酸比界於 18-20 之間者風味最佳。本試驗採用之台農 1 號印度棗，依糖酸比之測定值，並配合口感品評，認為糖酸比界於 36-42 之間者風味最佳，而以花後 17 週果實的糖及酸含量比例適中最能凸顯印度棗原有之風味。

組成份變化方面，果汁中糖類含量以蔗糖為主，其變化量較果糖及葡萄糖明顯，因此總糖的變化曲線大都隨著蔗糖曲線而變動，此與 Bal (1981) 及 Gupta 等人 (1989) 試驗結果相似。至於多糖類之澱粉，曾以碘化鉀做定性試驗觀察並未呈現紫色反應，顯示台農 1 號印度棗未有或僅有微量之澱粉存在，此結果與 Bal (1981) 在 'Sanaur-2' 品種的分析澱粉含量之結果相異，是否因品種之差異而產生不同之結果，尚有待進一步探討。有機酸的變化與糖類相反，隨果實的發育及肥大後果汁量增加而產生稀釋作用 (Ting and Attawy, 1971)，另外加上各種代謝作用減緩，使一些有關有機酸合成酵素活性降低 (林及林, 1995)，且有機酸亦能轉化成糖，更加速有機酸含量降低。

印度棗未熟果酚類化合物含量高，具有澀味，其隨著果實的發育而逐漸降低，至花後 17 週果皮酚類化合物含量降至 5mg/100g 以下，已不再感覺澀味的存在。Dhillon 等人 (1987) 指出單寧含量減少，可能是轉換成糖、酸或其他化合物。桃果實澀味受品種、氣象因子、砧木及樹勢影響 (久保田等人, 1993)。印度棗果實酚類化合物含量，在品種間的差異性大，由另外之試驗曾調查巴林野生種在果實成熟時具有強烈的澀味，此一現象是可能與品種間多酚氧化酵素 (PPO) 含量及活性有關。

綜合本研究之試驗結果，台農 1 號印度棗果實發育，於花後 18 週，不論在外觀形態及內部構造發育，達到生理成熟之階段，但若以鮮食為目的而言，其外觀之色澤，果實的風味及口感等品質之標準，並不合乎最佳品質之要求，而以花後 17 週其各方面品質最符合鮮食標準，為最佳的採收適期。

## 謝 辭

本研究承行政院農業委員會 88 科技-1.1-糧-11 (17) 計畫補助經費，試驗期間蒙鳳山熱帶園藝試驗分所劉政道所長，王德男主任及經營利用系楊淑惠小姐提供寶貴意見，葉麗華與葛齊家小姐協助試驗調查及資料彙整，謹申謝忱。

## 參 考 文 獻

林芳存、林宗賢。1995。麻豆文旦柚果實發育之研究。台灣柑橘之研究與發展研討會專

- 刊 pp79-99。台灣省農業試驗所 編印。
- 吳奕儒、郭銀港、楊耀祥。1994。蜜紅葡萄果實軟化與果膠質及鈣離子之關係。興大園藝 19: 23-45。
- 張林仁、林嘉興。1988。葡萄果實之發育與成熟。葡萄生產技術 p223-238。台中區農業改良場 編印。
- 曾錫恩。1980。印度棗。台灣農家要覽(上)。豐年社,台北 p775-777。
- 楊宗獻、翁慎微、楊耀祥。1996。'二十世紀'番石榴果實發育之研究。興大園藝 21: 1-16。
- 中川昌一。1978。果樹園藝原論。p429。養賢堂,東京。
- 久保田尚浩、西山範子、島村和夫。1993。モモ果實の澀味發生におよぼす環状はく皮の影響。園學雜 62(1): 69-73。
- 新居直祐。1989。果樹·果實 形態機構 發育(3)。農業および園藝: 64(9): 1106-1112。
- Bal, J. S. 1981 A note of sugars and amino acids in ripe ber. Progressive Hort. 13(3/4): 41-42.
- Bhatia, S. K. and O. P. Gupta. 1984. Studies on changes in physical attributes during development and ripening of ber fruits. Punjab Hort. J. 24(1/4): 70-74.
- Datta, M. N. and S. K. Mukherjee. 1980. Studies on the changes during growth and development of guava (*Psidium guajava* L.) Indian J. Hort. 3: 211-219.
- Daulta, B. S. and K. S. Sing, 1982 Ber a fruit with rich food value. Indian J. Hort.3: 7-9.
- Dhillon, B. S., S. N. Singh, and S. S. Gill. 1987. Studies on the developmental physiology of guava fruit (*Psidium guajava* L.). II. Biochemical characters. Punjab. Hort. J. 27(3-4): 212-221.
- Gupta, A. K., H. S. Panwar, and B. B. Vashishtha. 1983. Studies on physico-chemical changes during development and maturity in ber fruit, cv. Gola. Indian Punjab Hort. J. 23(3/4): 186-190.
- Pal, D. K. and P. S. Kumar. 1995. Changes in the physico-chemical and biochemical compositions of custard apple (*Annona squamosa* L.) fruits during growth development and ripening. J. Hort. Sci. 70(4): 567-572.
- Ting, S. V. and J. A. Attawy. 1971. Citrus fruits. In: Hulme, A. C.(ed). The orange its biochemistry of fruits and their product. Vol2. Academic Press New York. p.107-111.
- Tromp, J. 1990. Fruit shapes in apple under various controlled environment condition. Sci. Hort. 45: 109-115.
- Westwood, M. N. 1993. Temperature-zone pomology : physiology and culture. Timber Press, Inc. Portland pp. 254-280.
- Yusof, S. and S. Mohamed 1987. Physico-chemical changes in guava (*Psidium guajava* L.) during development and maturation. J. Sci. Food Agr. 38: 31-39.

## Studies on the Development of Indian Jujube (*Zizyphus mauritiana* Lam.) Fruit

Li-Hua Chang<sup>1)</sup> Yau-Shiang Yang<sup>2)</sup>

Key words: Indian jujube, Fruit development, Fruit quality

### Summary

The variety 'Tainung No.1' was used to study the physical morphological, anatomical and chemical composition changes in development of Indian jujube fruits.

The results was shown that the fruit growth pattern appeared a double sigmoid curve on fruit volume, fruit weight and fruit diameter. Cell division ceased in the 3th week after bloom, then followed by cell enlargement in pulp tissue. The total soluble solids and total sugars content, TSS/TA ratio of fruit increased following fruit development, whereas firmness, acidity and total organic acid content of fruit decreased gradually. The phenol compound content was higher in immature fruit then declined throughout fruit development. The immature Indian jujube fruit was dark green in skin color then gradually became light-yellow.

---

1) Graduate Student in MS Program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University. Research Assistant, Fang Shan Tropical Horticultural Experiment Station.

2) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University. Corresponding author.