

## '玉荷包'荔枝種子形態與果實品質關係之評估<sup>1)</sup>

李 昱 錡<sup>2)</sup> 張 哲 嘉<sup>3)</sup>

關鍵字：荔枝、'玉荷包'、種子形態、大核、小核、焦核、果肉率、相關性分析

**摘要：**為探討'玉荷包'荔枝(*Litchi chinensis* Sonn. cv. 'Yu Her Pau')不同種子形態與果實品質之關係，調查彰化縣芬園鄉 11 年生植株果實採收時之果重、果皮重、果肉重、種子重、果肉率(pulp percentage)與總可溶性固形物(total soluble solid, TSS)含量，並進行相關性分析(correlation analysis)。果實成熟時之果重、果皮重、果肉重、種子重、果肉率與 TSS 含量，分別為 28.4、5.5、21.9、1.1 g 與 76.8%、17.7° brix。果實依種子重與胚之有無，區分為大核(normal seed)、小核(small seed)與焦核(shriveled seed)果三種。小核與焦核率為 24.7%與 17.3%。大核果之果實、果皮與種子重高於小核與焦核果，然焦核果有最高之果肉率與 TSS 含量。焦核果之種子重與其果重、果皮重、果肉重及 TSS 含量呈正相關，而與果肉率呈負相關。試驗結果顯示，'玉荷包'焦核果之果重雖較大核與小核果為低，但因較小之種子與較高之果肉率及 TSS 含量，其鮮食品質較優。

### 前 言

荔枝(Sapindaceae, *Litchi chinensis* Sonn.)為亞熱帶常綠果樹，原生於廣東與越南北部，主要栽培於南北緯 20 至 30 度間，產區包含中國華南地區、臺灣、澳洲及以色列等地(張，2004; 顏等，1984; Stern and Gazit, 2003)。迄 2013 年止，台灣栽培面積為 11,388 公頃，產量逾 93,221 公噸，為國內重要經濟果樹之一，栽培規模僅次於柑橘、芒果與香蕉(農業統計年報，2013)。「玉荷包」荔枝屬早生品種，產期自 5 月下旬迄至 6 月上旬(顏等，1984)，具有大果、小核(small seed)、糖度高及風味佳等優良性狀，與「黑葉」及糯米糍'73-S-20'品系

---

1) 本文為第一作者碩士論文之部分。

2) 國立中興大學園藝系研究生。

3) 國立中興大學園藝系助理教授，通訊作者。

同為台灣三大主力品種(Chang *et al.*, 2009),其栽培面積迄今已佔 20~25%,達 3,000 公頃(張哲嘉未發表資料)。

'玉荷包'容易開花,且花序龐大,然除有產量不穩之外(張,1999;顏等,1984;Menzel,1983),亦有焦核率(shriveled-seeded ratio)變動(張和李,2005;黃,1966;鄧,1988)等現象。

Stern *et al.* (1993)與 Stern and Gazit (2003)將荔枝果實依種子重與胚的存在區分大核(normal seed)、小核與焦核果等三種。'玉荷包'之焦核率為 12%-52%(黃,1966;鄧,1988;Chang *et al.*, 2009),高於大核品種'黑葉'之 0%-1.8%(黃,1966;Yen, 1983),然與糯米糍'73-S-20'(朱,2008;張,2004)、'桂味'(黃,1966)和'沙坑'(Yen, 1983)之 26%-80%相似,皆存有焦核率變動的情況,而其與果實品質直接相關(朱,2008;Huang and Xu, 1983;Yen, 1983, 1984)。然張和李(2005)調查'玉荷包'果實生長曲線後,認為種子大小對果實品質似無顯著影響,惟'玉荷包'之種子形態與不同果實組織間的相關性(correlation)仍尚未瞭解,不同種子形態對果實品質之影響亦須進一步釐清。

有鑑於此,本試驗以中部地區 11 年生'玉荷包'荔枝之成熟果實為材料,於採收後分析果實性狀,藉以區分三種果實種子形態,比較三者之果實品質差異,並探討種子形態與果實品質之相關性,俾以瞭解種子形態對果實品質之影響,期釐清肇因與改善生產問題。

## 材料與方法

試驗於彰化縣芬園鄉簡氏 11 年生'玉荷包'荔枝果園(24° 01'N, 120° 64'E)進行,植株為開心型整枝,具 4-6 支主枝。該果園栽培管理良好,除了種植'玉荷包'外,亦有'糯米糍'、'台農二號'與'台農四號'荔枝,行株距為 5 × 5 m。植株於 2013 年底具成熟之連續三次梢(three succession flushes),11 月底進行植株主枝基部環狀剝皮(girdling),強制控梢以避免萌生營養梢,並促進花芽分化,刻傷寬度約 5 mm。偏雌花於 2014 年 3 月 20-27 日盛花(anthesis)。於 2014 年 5 月下旬以完全隨機試驗(completely randomized design)方式,選取園區內位置與生長勢相近之植株五株,每株選取六串(cluster)成熟度相近之果穗,共計 30 串。於 6 月 5 日早晨採收,並於採收後一小時內,帶回國立中興大學園藝系果樹生理實驗室。每果串隨機選取五顆果實,共計 150 顆,調查果實品質與相關性分析,茲詳述如下:

### 一、果實性狀調查:

1. 果實橫縱徑:以游標卡尺(500-196-20, Mitutoyo Crop., Kanagawa, Japan)測量果實橫縱徑。
  - (a). 果實縱徑(length)。
  - (b). 果實橫徑(width)。
  - (c). 果形指數(fruit shape index) = 縱徑/橫徑。
2. 果重:以電子天平(XT220A, Precisa Gravimetrics AG, Dietikon, Switzerland)秤量果實、

果皮、果肉與種子之鮮重(fresh weight, FW)。

(a). 果肉率(pulp percentage, %) =  $(FW_{\text{果肉}} / FW_{\text{果實}}) \times 100$ 。

(b). 小核(焦核)率 =  $[ \text{小核(焦核)果數} / \text{總果實數} ] \times 100$ 。

上述方法係參考 Stern et al. (1993)與 Stern and Gazit (2003)之分類方法，依種子重與胚的存在，區分果實為含胚種子大於 1 g 之大核果、含胚種子小於 1 g 之小核果，與種子缺乏胚之焦核果等三種。

3. 總可溶性固形物(TSS)含量：以電子式糖度計(PAL-1, Atago Co. Ltd., Tokyo, Japan)測量果肉果汁。以純水校正歸零，測量單位為 $^{\circ}$  brix。

二、種子形態與果實品質之相關性：

將前項之果實於性狀調查後，依種子形態區分大核、小核與焦核三種，比較其與果實、果皮、果肉重之相關性，亦調查種子與果實橫徑、果肉率與 TSS 含量之相關性。

三、統計分析：

果實品質分析以 SAS 9.0 (SAS Institute Inc., North Carolina, USA)進行，使用 GLM 程式進行單因子變異數分析(one-way ANOVA)，並以單果為基準，經最小顯著差異(Least Significance Difference, LSD,  $P \leq 0.05$ )進行比較。相關性分析則以 SAS 9.0 (SAS Institute Inc., North Carolina, USA)進行 PROC CORR，計算 Pearson 相關係數與顯著性差異。

## 結 果

'玉荷包'荔枝之果穗特性、果實品質與種子形態比率於五棵植株間差異甚大(表 1)，果串鮮重與果實數分別為 264.6 g 與 9 顆，果串內之果實橫、縱徑相似，分別為 37.5 與 38.6mm，呈球形。果重、果皮重、果肉重、種子重與果肉率、TSS 含量則分別為 28.4、5.5、21.9、1.1 g 與 76.8%、17.7 $^{\circ}$  brix。果實依種子形態區分為大核果、小核果與焦核果等三種果實(圖 1)，其比率分別為 40.0%-73.3%、6.7%-40.0%與 6.7%-36.7%，平均為 58.0%、24.7%與 17.3 $^{\circ}$  brix(表 1、2)。

'玉荷包'三種果實之果實橫徑、果形指數與果肉鮮重差異不顯著，其平均分別為 37.5 mm、1.0 與 21.7 g；而以大核果之果實、果皮與種子鮮重高於小核果與焦核果( $P \leq 0.05$ )，分別為 29.1、5.7 與 1.4g(表 2)。焦核果之種子鮮重最低( $P \leq 0.05$ )，然其果肉率與 TSS 含量則最高，三者分別為 0.6 g、79.0%與 18.0 $^{\circ}$  brix。

大核果、小核果與焦核果之果重與果皮、果肉重呈正相關( $P \leq 0.0001$ )，r 值分別為 0.83-0.88 與 0.97-0.98(表 3)。三種果實之果皮與果肉重亦呈正相關( $P \leq 0.0001$ )，r 值為 0.68-0.80。種子重則與果重呈正相關( $P \leq 0.05$ )，尤與果皮重更甚( $P \leq 0.01$ )，r 值分別為 0.26-0.57 與 0.35-0.64，而以焦核果表現最高。大核果與小核果之果皮重與果肉率呈負相關，r 值分別為-0.43( $P \leq 0.0001$ )與-0.34( $P \leq 0.05$ )，惟焦核果無差異。三種果實之種子重與果

肉率呈負相關， $r$  值介於-0.41~-0.61( $P \leq 0.05$ )，惟與果徑無相關。小核果與焦核果之種子重與果肉重均呈正相關， $r$  值分別為 0.35 與 0.49( $P \leq 0.05$ )，焦核果種子重與 TSS 含量亦呈正相關， $r$  值為 0.55( $P \leq 0.01$ )。

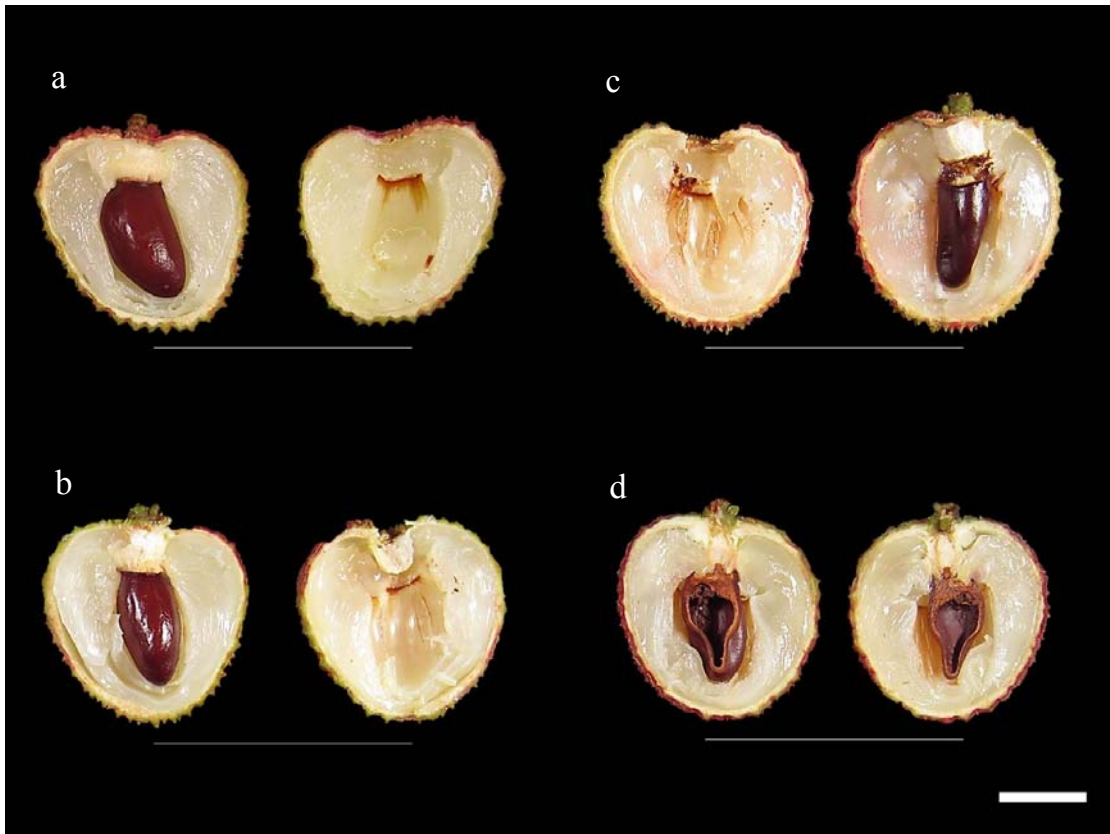


圖 1. '玉荷包'荔枝果實與種子形態。a: 大核果；b: 小核果；c: 焦核果；d: 焦核果之胚(子葉)敗育。橫線=2 cm。

Fig. 1. Fruit and seed morphology in 'Yu Her Pau' litchi. a. normal-seeded fruit; b. small-seeded fruit; c. shriveled-seeded fruit; and d. shriveled-seeded fruit with embryo (cotyledon) abortion. Bar = 2 cm.

表 1. '玉荷包'荔枝果穗特性、果實品質與三種種子形態之比率

Table 1. Cluster yield, fruit quality and types of seed morphology ratio in 'Yu Her Pau litchi'.

Tree replica- tions	Cluster quality at harvest per tree		Fruit quality at harvest per cluster						Seed morphology ratio (%) <sup>w</sup>				
	Fresh weight (g)	Fruit number (no.)	Length (mm)	Width (mm)	Fruit Peel	Pulp Seed	Pulp percentage (FW %)	TSS (%)	Normal seed	Small seed	Shriveled seed		
1	207.6c <sup>yz</sup>	8.2b	38.5a	37.3b	28.3ab	5.5a	21.6ab	1.2a	75.9bc	17.2cd	73.3a	20.0ab	13.3ab
2	259.0bc	9.3b	38.8a	37.7ab	28.5ab	5.6a	21.9ab	1.0c	76.7bc	18.6a	40.0c	40.0a	20.0ab
3	224.6c	8.0b	38.2a	37.3b	28.0b	5.6a	21.2b	1.2ab	75.7c	17.6bc	70.0ab	20.0ab	10.0b
4	351.6a	13.2a	38.5a	37.0b	27.3b	4.9a	21.6b	1.0bc	78.3a	16.7d	50.0bc	36.7a	6.7b
5	285.0b	9.5b	39.2a	38.5a	30.0a	5.8a	23.2a	1.0c	77.3ab	18.2ab	56.7abc	6.7b	36.7a
Average( n=5)	264.6	9.5	38.6	37.5	28.4	5.5	21.9	1.1	76.8	17.7	58.0	24.7	17.3
LSD ( $P \leq 0.05$ )	55.2	1.9	NS <sup>x</sup>	1.1	2.0	0.5	1.7	0.1	1.5	0.7	20.8	23.4	23.8

<sup>z</sup> Clusters average within each of tree replications, n=6.

<sup>y</sup> Means followed by different letters within the same column are significantly different at  $P \leq 0.05$  by LSD test.

<sup>x</sup> NS indicate non-significant difference at  $P \leq 0.05$  by LSD test.

<sup>w</sup> Classification of fruits according to seed weight and the presence of embryo: 1) Embryo-containing seeds weighing >1 g, normal seed; 2) embryo-containing seeds weighing <1 g, small seed; and 3) shriveled seeds, without discernible embryos (Stern *et al.*, 1993 and Stern and Gazit, 2003).

表 2. '玉荷包'荔枝大核、小核與焦核果之果實橫徑、果形指數、鮮重及總可溶性固形物含量

Table 2. Fruit width, shape index, flesh weight (FW), and total soluble solid (TSS) content of pulp in normal-, small- and shriveled-seeded fruit of 'Yu Her Pau' litchi'.

Fruit types <sup>z</sup>	Ratio (%)	Fruit width (mm)	Fruit shape index	Fruit fresh weight (g)			Pulp percentage (FW %) <sup>x</sup>	TSS (° brix)	
				Fruit	Peel	Pulp			Seed
Normal seeded (FW >1 g)	58.0	37.7	1.0	29.1 a <sup>y</sup>	5.7 a	22.0	1.4 a	75.5 b	17.5 b
Small seeded (FW <1 g)	24.7	37.5	1.0	26.9 b	5.0 b	21.2	0.7 b	78.5 a	17.8 ab
Shriveled seeded	17.3	37.2	1.0	27.7 b	5.2 b	21.9	0.6 c	79.0 a	18.0 a
LSD ( $P \leq 0.05$ )	--	NS <sup>w</sup>	NS	1.4	0.3	NS	0.1	0.8	0.4

<sup>z</sup> Classification of fruits according to seed weight and the presence of embryo: 1) Embryo-containing seeds weighing >1 g, normal seed (n=87); 2) embryo-containing seeds weighing <1 g, small seed (n=37); and 3) shriveled seeds, without discernible embryos (n=26). Mean ± S.E.

<sup>y</sup> Means followed by different letters within the same column are significantly different at  $P \leq 0.05$  by LSD test.

<sup>x</sup> Pulp percentage (FW%) = pulp fresh weight / fruit fresh weight × 100.

<sup>w</sup> NS indicate non-significant difference at  $P \leq 0.05$  by LSD test.

表 3. '玉荷包'荔枝大核、小核與焦核果之種子重與果實橫徑、鮮重及總可溶性固形物含量之相關性

Table 3. Correlation of seed weight and fruit width, flesh weight (FW), and total soluble solid content in normal-, small- and shriveled-seeded fruit of 'Yu Her Pau' litchi.

Types of seeded fruits	Fresh weight (g)			Pulp percentage(FW %) <sup>y</sup>	Total soluble solid (° brix)	Fruit width (mm)
	Fruit	Peel	Pulp			
Normal seed (n=87)						
Fruit FW (g)	--	0.8304****	0.9711****	0.0689	0.1189	0.4751****
Peel FW (g)	0.8304**** <sup>z</sup>	--	0.6888****	- 0.4354****	0.2512*	0.3450**
Seed FW (g)	0.2623*	0.3536****	0.0994	- 0.6171****	- 0.0321	- 0.0101
Small seed (n=37)						
Fruit FW (g)	--	0.8837****	0.9877****	0.0742	- 0.1458	0.5875****
Peel FW (g)	0.8837****	--	0.8069****	- 0.3497*	0.0580	0.4231**
Seed FW (g)	0.4398**	0.4609**	0.3520*	- 0.4914**	- 0.0675	0.1373
Shriveled seed (n=26)						
Fruit FW (g)	--	0.8577****	0.9887****	0.1138	0.3427	0.3904
Peel FW (g)	0.8577****	--	0.7731****	- 0.3936	0.3453	0.4286*
Seed FW (g)	0.5723**	0.6485****	0.4946*	- 0.4186*	0.5530**	0.2311

<sup>z</sup> \*, \*\*, \*\*\*, and \*\*\*\* indicate significantly level at  $P \leq 0.05, 0.01, 0.001, \text{ and } 0.0001$  by LSD test, respectively.

<sup>y</sup> Pulp percentage (FW%)= pulp fresh weight / fruit fresh weight  $\times 100$ .



## 討 論

試驗採收時之果串果實數為 9 顆，與 Chang and Lin (2006) 之結果相仿，具商業生產價值。果實之橫縱徑略高於 Chang and Lin (2006) 之 33-34 mm；果重亦高於前人之 22.3-23.3 g (張和李，2005；張和林，2003；鄧，1988；顏等，1984；Chang and Lin, 2006)，但與 'Feizixiao' (Huang, 2005) 相似，上述品質差異大，應與栽培技術與氣候環境等因素有關。Chen *et al.* (2014) 之研究指出，2008 與 2009 年之 '玉荷包' 果重分別為 21.9 與 29.4 g，顯示採收年份影響果重甚劇，植株栽培管理亦可能為其導因。本試驗樣本為疏花序之果穗，可顯著提高果實平均重量 (張和林，2003)，如外施 auxin (Stern and Gazit, 1999；Stern *et al.*, 1995) 與 gibberellic acid (GA) (Chang and Lin, 2006；Chen *et al.*, 2014) 物質或可增加荔枝產量，惟須注意施用時機與濃度，避免發生落果。

'玉荷包' 採收時之果皮重、果肉重、果肉率與 TSS 含量變動甚大，分別介於 3.8-5.4、16.2-22.5 g、72.4%-80.8% 與 18.0-21.7° brix (張和林，2003；鄧，1988；Chang and Lin, 2006；Chen *et al.*, 2014)。本試驗結果與之相近，惟以 TSS 含量之 17.7° brix 略低，株間亦具 16.7° brix 之表現。Yen (1983) 認為植株內果實品質的差異小於植株間、栽培地間與品種間之差異，未來可提高株間重複數，俾以減少試驗誤差。荔枝果實之 TSS 含量隨發育時間增加而攀升 (張和李，2005；張和林，2004；Huang and Xu, 1983)，試驗結果略低推測與採收時間略早，或與植株間差異 (Yen, 1983) 有關。大核果、小核果與焦核果之種子重與果肉率呈負相關；大核果及小核果之果皮重亦與果肉率呈負相關，尤以前者之相關係數與顯著水準高於後者，惟三果實之果肉重無差異，亦指出果重因果皮及種子重增加而提高，卻因其減少果肉率表現，致使焦核果有較高之果肉率。

大核果、小核果與焦核果之果寬與果形指數差異不顯著，然以大核果之果實、果皮與種子鮮重高於後兩者 ( $P \leq 0.05$ )，三種果實之果皮重亦與果肉重、果重呈正相關 ( $P \leq 0.0001$ )，指出大核果重高於小核與焦核果，乃因於果皮重增加造成；三果實之果肉重無差異，則與 '沙坑' 及糯米糍 '73-S-20' 品系之特性 (朱，2008；Yen, 1984) 相同。荔枝果實發育可分為果皮與種皮發育，子葉與果肉發育，及果肉快速發育等三個階段 (李，2009；李等，2003；張，2004；Huang and Xu, 1983)。Huang and Xu (1983) 與 Huang and Qiu (1987) 認為荔枝果皮發育可提供果肉生長所需之空間，而胚敗育 (abortion) 不影響果皮生長，卻促進果肉發育，指出果肉重受果皮與種子發育所影響。

惟小核與焦核果之種子重與果肉重均呈正相關， $r$  值分別為 0.35 與 0.49 ( $P \leq 0.05$ )，與 'Gui Wei' (Huang and Qiu, 1987) 相近，然低於 'Nuo Mi Ci'、'Huai Zhi'、'Gui Wei' 與 'Xiang Li' 之 0.49-0.72 (Huang and Xu, 1983)，惟於大核果二者無相關性存在。胚乳為提供胚發育之營養組織 (胡，1990)，Huang and Qiu (1987) 認為荔枝液態胚乳 (liquid endosperm) 提早消失，會使果肉提早與胚競爭營養，出現種子與果肉未發育，或發育提早終止的現象。Yen (1984) 認為 '沙坑' 焦核果種子發育提早停止為降低果實大小的主因，此亦發現於糯米糍 '73-S-20' 品系 (朱，2008；張，2004) 之結果。Ji *et al.* 1992 (引自 Huang, 2005) 與 Liu, 1986 (引自 Yuan and



Huang, 1988)則指出液態胚乳發育與果實高含量之 auxin 及 cytokinins 有關，外施 6-BA 與 GA<sub>3</sub> 可增加焦核之'H-1224'果實與果肉重量(Huang, 2005)。焦核果受種子內液態胚乳發育時間長短，影響其果重、果實大小與果肉重量；種子飽滿程度提高，則增加果重與果皮重(Yen, 1983)，促使焦核果果肉重與大核果相似，惟胚重與果肉重呈負相關(Huang and Qiu, 1987)，或許為本試驗相關係數較低之導因。而液態胚乳存在時間短亦可能為胚敗育的原因，惟相關試驗亟待探討，俾以瞭解誘使荔枝種子焦核之因素，冀提高果實食用比率及品質。

焦核果之種子鮮重雖最低( $P \leq 0.05$ )，然其果肉率與 TSS 含量最高，分別為 0.6 g、79.0% 與 18.0° brix，與糯米糍'73-S-20'品系之特性(朱, 2008)相符；然張和李(2005)與鄧(1988)認為'玉荷包'種子大小對果重、TSS 含量與果肉率無顯著影響。Mustard *et al.* (1953)則認為焦核果之品質低於大核果，推測與品種差異(Yen, 1984)有關，惟本試驗與前人之試驗品種相同，是否為栽培地氣候差異，抑或植株樹齡影響仍待探討。Huang and Xu (1983)認為種子敗育可顯著提高'Gui Wei'與'Huai Zhi'之 TSS 含量，乃因於焦核提早果實成熟，與'Seedless No.1'之品質(Chadha and Rajpoot, 1969)相仿。已知離層酸(abscisic acid, ABA)含量於'Nou Mi Ci'荔枝果實成熟時急遽攀升(Huang, 2005)，而 ABA 與乙烯為老化之關鍵賀爾蒙(Taylor and Whitelaw, 2001)，影響果實成熟、老化與離層，荔枝焦核種子不具成熟胚(子葉)，缺乏 auxin(Huang, 2005)，推測 auxin 與 ABA、乙烯拮抗能力減少，使果實提早成熟而提高 TSS 含量。

荔枝焦核常見於'玉荷包'(黃, 1966; 鄧, 1988; 顏等, 1984; Chang *et al.*, 2009)、'桂味'(黃, 1966)、糯米糍'73-S-20'品系(朱, 2008; 張, 2004)、'Groff'、'沙坑'(Yen, 1983)等品種，受植株、栽培環境、年份與授粉受精影響，焦核率表現 25%-90%，高於大核品種'黑葉'之 0%-1.8%(黃, 1966; Yen, 1983)。Stern *et al.* (1993)則將果實依種子重量與胚的有無再細分為大核、小核與焦核果等三種。本試驗'玉荷包'小核與焦核率為 24.7%與 17.3%，低於黃(1966)與鄧(1988)之 31.4%與 52%，亦低於'沙坑'之 36%、'港尾晚生'之 26%(Yen, 1983)與'糯米糍'73-S-20'品系之 26.6%-84.2%(朱, 2008; 張, 2004)，惟其株間具 6.7%-36.7%之焦核率變動，小核與焦核率合計達 42%，實為影響'玉荷包'果實品質之關鍵因子。荔枝具略精結實(stenospermocarpy)之特性(Huang, 2001)，部分原因與胚囊發育異常或延滯(Mustard, 1960; Mustard *et al.*, 1953)，造成授粉受精不良有關，為產業待克服之問題。

黃(1966)認為荔枝焦核肇因於自交或雜交不親合(self- or hybrid-incompatibility)；Stern *et al.* (1993)亦指出'Mauritius'、'Floridian'花粉源(pollen parent)與兩親本距離，影響偏雌花雜交與果實焦核表現，親本距離小於 6 公尺，增加雜交率與果實品質，卻降低焦核率，認為焦核為自交弱勢(inbreeding)之表現。朱(2008)以'黑葉'花粉授與糯米糍'73-S-20'品系之偏雌花，則焦核率自 34.7%降低至 0%。上述焦核之表現可推測與花粉質(xenia)有關(歐, 1991; Denney, 1992)，即花粉源直接種子與果實之特定性狀與品質。本試驗園種植糯米糍'73-S-20'、'台農二號'與'台農四號'荔枝品種，不排除與花粉親(pollen parent effect)差異造成

焦核果表現。

'玉荷包'之小核與焦核率為 24.7%與 17.3%，低於其他荔枝品種，可能與栽培技術、授粉源或氣候影響所致，未來可先進行人工授粉試驗，以茲釐清。大核果之果重、果皮重與種子重高於小核與焦核果，然焦核果之果肉率與 TSS 含量高於其餘兩者。由果實性狀之相關性分析可知，焦核果之種子影響其果重、果實大小與果肉重，而其果皮與種子重較小，為果肉率較高之導因。三種果實之果實品質以焦核果為冠，惟其果重較輕，未來如以疏果、噴施 auxin 與 GA 物質，或能增加產量與提高收益，惟須注意施用時機與濃度，避免發生落果。

## 致 謝

本研究承財團法人中正農業科技社會公益基金會【102-中基-農-6】計畫之補助，謹致謝忱。

## 參 考 文 獻

- 朱堉君。2008。'糯米糍(73-S-20)'荔枝之種子發育與環刻促進著果。國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文。78pp。
- 李建国。2009。荔枝果實個體發育與果實大小的研究進展。海峽兩岸荔枝學術研討會專刊。國立屏東科技大學。pp. 71-79。
- 李建国、黃輝白、黃旭明。2003。荔枝果實發育時期的新劃分。園藝學報 30(3): 307-310。
- 胡適宜。1990。被子植物胚胎學。曉園出版社。307pp。
- 張哲璋。1999。荔枝開花之調控。國立臺灣大學園藝學研究所博士論文。136pp。
- 張哲嘉。2004。玉荷包與糯米糍(73-S-20)荔枝結實之研究。國立臺灣大學園藝學研究所博士論文。318pp。
- 張哲嘉、李雪如。2005。玉荷包荔枝大核與焦核果實之生育。中國園藝 51(4): 414(摘要)。
- 張哲嘉、林宗賢。2003。疏花序對玉荷包荔枝(*Litchi chinensis* Sonn.)花性、著果與果實品質的影響。中華農學會報 4(5): 418-428。
- 張哲嘉、林宗賢。2004。糯米糍荔枝果實之生育。中華農學會報 5(6): 535-550。
- 黃弼臣。1966。荔枝。廣益書店。160pp。
- 農業統計年報。2013。行政院農業委員會。
- 歐錫坤。1991。果樹花粉的立即效應。中國園藝 37(2): 63-71。
- 鄧永興。1988。玉荷包荔枝穩定生產方法之探討。國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文。70pp。

- 顏昌瑞、廖玉琬、田永柔。1984。臺灣荔枝品種及其改良。中國園藝 30(4): 210-222。
- Chadha, K. L. and M. S. Rajpoot. 1969. Studies on floral biology, fruit set, and its retention and quality of some litchi varieties. *Indian J. Hort.* 26(3-4): 124-129.
- Chang, J. C. and T. S. Lin. 2006. GA<sub>3</sub> increases fruit weight in 'Yu Her Pau' litchi. *Scientia Hort.* 108(4): 442-443.
- Chang, J. C., T. S. Lin, C. R. Yen, J. W. Chang, and W. L. Lee. 2009. Litchi production and improvement in Taiwan. *J. Agric. Assoc. Taiwan.* 10(1): 63-76.
- Chen, P. A., C. L. Lee, S. F. Roan, and I. Z. Chen. 2014. Effects of GA<sub>3</sub> application on the inflorescence and yield of 'Yu Her Pau' litchi. *Scientia Hort.* 171: 45-50.
- Denney, J. O. 1992. Xenia includes metaxenia. *HortScience* 27(7): 722-728.
- Huang, H. and J. Xu. 1983. The developmental patterns of fruit tissues and their correlative relationships in *Litchi chinensis* Sonn. *Scientia Hort.* 19(3-4): 335-342.
- Huang, H. and Y. Qiu. 1987. Growth correlations and assimilate partitioning in the arillate fruit of *Litchi chinensis* Sonn. *Aust. J. Plant Physiol.* 14(2): 181-188.
- Huang, H. B. 2001. Towards a better insight into the development of the arillate fruit of litchi and longan. *Acta Hort.* 558: 185-192.
- Huang, H. B. 2005. Fruit set, development and maturation. In: *Litchi and Longan: Botany, Production, and Uses*, Menzel and Waite (eds.), CABI. pp. 115-137.
- Menzel, C. M. 1983. The control of floral initiation in lychee: a review. *Scientia Hort.* 21(3):201-215.
- Mustard, M. J., S. Y. Liu, and R. O. Nelson. 1953. Observations of floral biology and fruit-setting in lychee varieties. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 66: 212-220.
- Mustard, M. J. 1960. Megagametophytes of the lychee (*Litchi chinensis* Sonn. ). *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 75: 292-304.
- Stern, R. A., S. Gazit, R. El-Batsri, and C. Degani. 1993. Pollen parent effect on outcrossing rate, yield, and fruit characteristics of 'Floridian' and 'Mauritius' lychee. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118 (1): 109-114.
- Stern, R. A., J. Kigel, E. Tomer, and S. Gazit. 1995. 'Mauritius' lychee fruit development and reduced abscission after treatment with the auxin 2,4,5-TP. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120 (1): 65-70.
- Stern, R. A. and S. Gazit. 1999. The synthetic auxin 3,5,6-TPA reduces fruit drop and increases yield in 'Kaimana' litchi. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 74(2): 203-205.
- Stern, R. A. and S. Gazit. 2003. The reproductive biology of the lychee. *Hort. Rev.* 28: 393-453.
- Taylor, J. E. and C. A. Whitelaw. 2001. Signals in abscission. *New Phytol.* 151(2): 323-340.
- Yen, C. R. 1983. Variation in fruit characters between normal-and shrivelled-seeded lychee

varieties. *J. Agric. Res. China.* 32(1):39-49.

Yen, C. R. 1984. Seeded and seedless fruits growth of 'Sah Keng' litchi. *J. Agric. Res. China* 33(3): 257-264.

Yuan, R. and H. Huang. 1988. Litchi fruit abscission: its patterns, effect of shading and relation to endogenous abscisic acid. *Scientia Hort.* 36(3-4): 281-292.

## Assessing the Relationship between Seed Morphology and Fruit Quality in 'Yu Her Pau' Litchi <sup>1)</sup>

Yu-Chi Lee <sup>2)</sup> Jer-Chia Chang <sup>3)</sup>

Keyword: Litchi, 'Yu Her Pau', Seed morphology, Normal seed, Small seed, Shriveled seed, Pulp percentage, Correlation analysis

### Summery

In order to understand whether the seed morphology does affect the fruit characteristics and quality at harvest in 'Yu Her Pau' litchi (*Litchi chinensis* Sonn.), the effects of seed morphology on fruit quality, e.g. fruit weight, peel weight, pulp weight, seed weight, pulp percentage and total soluble solid (TSS) content of fruit were examined from 11-year old field-grown 'Yu Her Pau' (*Litchi chinensis* Sonn.) trees in Fenyuan, Changhua. In addition, the correlation of seed morphology and fruit characteristics was estimated. Fruit, peel, pulp (aril), and seed weight, were 28.4, 5.5, 21.9 and 1.1 g, while pulp percentage and TSS content were 76.8% and 17.7% at harvest, respectively. According to seed weight and the presence of embryo, fruits were classified into three groups as followed: normal-seeded fruit, small-seeded fruit and shriveled-seeded fruit. In this study, small-seeded and shriveled-seeded ratio of fruit were 24.7% and 17.3%, respectively. The weight of fruit, peel and seed of normal-seeded fruit were significantly heavier than those of small-seeded and shriveled-seeded fruit; however, the pulp percentage and TSS content of fruit were the highest in shriveled-seeded fruit. There was significantly positive correlation between seed weight and fruit, peel, pulp weight, as well as TSS content of shriveled-seeded fruit, but negative in pulp percentage. In conclusion, the quality of shriveled-seeded fruit is superior to normal-seeded and small-seeded fruit due to its greatest sweetness and edible portion.

---

1) This paper is a part of MS thesis of the first author.

2) Graduate student in MS Program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

3) Assistant professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.  
Corresponding author.

