

# 鳳梨釋迦異常落果與氣象關係之探討

林延諭<sup>1</sup> 盧柏松<sup>2</sup>

<sup>1</sup>行政院農業委員會臺東區農業改良場斑鳩分場 助理研究員

<sup>2</sup>行政院農業委員會臺東區農業改良場斑鳩分場 研究員兼分場長

## 摘 要

本研究探討鳳梨釋迦異常落果與氣象因子之關係，經2015-2017年試驗結果顯示，鳳梨釋迦冬期果產季11-12月間發生之大量落果，均發生於授粉16週以後之果實，落果形態多為抽心落果，且果實已有軟熟現象，內部種子亦均已成熟轉為黑褐色，顯示果實係在樹上快速軟熟脫落。落果調查經統計分析顯示在果實發育後期，時均溫28°C以上之累計時間與落果率呈極顯著之正相關，且落果率隨溫度及持續時間增加而增加。因此推論高溫可能是導致鳳梨釋迦果實發育後期發生大量生理落果之主因，並且可以用28°C作為鳳梨釋迦果實發育後期異常落果之預警指標。

## 一、前言

鳳梨釋迦 (*Annona squamosa* × *A. cherimola*) 為冷子番荔枝與番荔枝的種間雜交種，兩親本之原產地及生育適溫有很大的差異，其中冷子番荔枝原產於南美秘魯及厄瓜多爾等安地列斯山脈海拔約1,500-2,000公尺之中、高海拔地區<sup>(17)</sup>，對低溫較有耐受性，成株可忍受-5°C之短暫低溫<sup>(13)</sup>；而另一親本番荔枝則原產於熱帶美洲，廣泛分佈於熱及亞熱帶地區<sup>(17)</sup>，對高溫較有耐受性，卻不耐低溫，當果實近成熟期時，遭遇15°C以下低溫時，會因鱗溝細胞凍傷褐化，產生裂果，而喪失商品價值<sup>(1)</sup>。鳳梨釋迦之生育特性介於兩親本間，營養生長期低溫下限為10-20°C，高溫上限為22-32°C；果實發育階段之低溫下限為13-17°C，高溫上限為22-26°C<sup>(12)</sup>。臺灣於1965年由以色列引進 'Gefner' 品種試種，在臺東地區於3至5月開花，於7至11月採收，然果實採收後容易裂果，缺乏商品價值，因此未加以推廣。直至1993年本場將番荔枝產期調節應用於鳳梨釋迦後，將產期調整為12月至翌年4月之間，因冬期果採後裂果率低，產業才開始形成<sup>(6,7,9)</sup>。除

採後裂果外，鳳梨釋迦於3月中旬至4月中旬的產季末期也會有落果發生，其原因可能與高溫逆境使果樹產生乙烯賀爾蒙有關<sup>(10)</sup>。近年於鳳梨釋迦冬期果採收期在11月至3月間，常有大量裂果及落果現象發生，造成農友嚴重損失，為生產上相當不確定之因素，其原因常被認為與氣候變遷造成之溫度、相對濕度或雨量等環境因子之劇烈變化有關。本研究擬藉由不同地區及時期之產期調節處理，探討鳳梨釋迦異常落果發生與氣象因子之關係，希望能作為研發相關改善措施之參考。

## 二、材料與方法

### (一) 試區

本試驗於2015-2016年產季於臺東縣太麻里鄉華源村、東河鄉都蘭村及鹿野鄉瑞源村之鳳梨釋迦果園進行。2016-2017年產季於臺東縣卑南鄉美農村(共2試區)及鹿野鄉瑞源村之鳳梨釋迦果園進行(圖1)。



圖1. 鳳梨釋迦落果指標建立試驗果園地點分布圖

### (二) 處理方法

2015-2016年3各試區分別進行4次產期調節處理，以生產不同生育階段之果實，每處理共5重複，每株一重複。各產調處理如下：處理1於7月22日至24日完成產調修剪，並於8月17日至21日完成人工授粉；處理2於8月10日至12日完成產調修剪，並於9月7日至10日完成人工授粉；處理3於8月24日至26日完成產調修剪，並於9月17日至21日完成人工授粉；處理4於9月1日至3日完成產調修剪，並於10月3日至7日完成人工授粉作業。

2016-2017年各試區分別進行2次產期調節處理，單株重複，每處理10重複，各產調處理如下：卑南A試區處理1於7月23日進行產期調節修剪，於8月22日完成人工授粉作業；處理2於8月6日完成產期調節修剪，於9月8日完成人工授粉工作。卑南B試區處理1於7月22日完成產期調節修剪，8月26日完成人工授粉工作；處理2於9月10日完成產期調節修剪，10月18日完成人工授粉工作。鹿野試區處理1於7月19日完成產期調節修剪，8月16日完成人工授粉；處理2於8月9日完成產期調節修剪，9月8日完成人工授粉工作。

### (三)落果調查方法

於授粉後2-4週著果確定後開始標定全株果實數量，試驗期間每7-14日進行例行性落果調查，若有氣溫快速變化或強降雨、連續降雨發生，則增加落果調查次數。疏果作業完成後之單株果數為總果數，單次落果率計算為(前次調查果實數-本次調查果實數)÷單株總果數×100%；總落果率計算為(單株總果數-採收時果數)÷單株總果數×100%。

### (四)氣象資料蒐集

2015年至2016年產季於各試區果園露地搭設小型氣象站(HOBO U30 Station, U30-NRC)記錄試驗處理期間氣溫、濕度與土壤溫度，並於氣象站上方架設傾覆式雨量桶(Spectrum Tipping Bucket Rain Collector, 3665R)與雨量紀錄器(Spectrum WatchDog Model 1115 Rain Logger, 3635WD1)記錄降雨量。2016年至2017年產季於各試區果園陸地搭設小型氣象站(Spectrum WatchDog 2900ET Weather Station, 3350WD2)記錄溫度、濕度、雨量及土溫等氣象資料。

### (五)落果發生時間之計算

將總落果率大於10%之產調處理，依授粉時間分為，8月下旬(2015-2016年東河試區處理1、太麻里試區處理1、2016-2017年



卑南A區處理1、卑南B區處理1)、9月上旬(2015-2016年東河試區處理2、太麻里試區處理2)、9月下旬(2015-2016年東河試區處理3、太麻里試區處理3)、10月上旬(2015-2016年東河試區處理3、太麻里試區處理3)及10月下旬(2016-2017年卑南B區處理2)等5個授粉時間組，並以處理間落果率之算術平均代表該週之落果率。

### 三、結果與討論

#### (一)不同產調處理之果園氣象資料

試驗期間有個2年度x3試區，共計6個不同年度-試區組合之氣象觀測值，月均溫由高至低可劃分為3組，溫度最高與次高的2015-2016年東河試區及太麻里試區為第1組，此2區域雖在緯度上有所差異，但其氣溫與土溫之觀測值卻相當接近，與同年度的鹿野試區有較大差異，可能與兩試區近海，且海拔及地形相近有關；第2組為2016-2017年之卑南A與卑南B試區，因年度相同且地理位置接近故氣溫較為相近，與同年度鹿野試區有較大差異，惟卑南A區之海拔較卑南B區略高，推測為其氣溫、土溫稍低之原因；2015-

2016年鹿野試區及2016-2017年鹿野試區雖分屬不同年度，其觀測值略有差異，但皆為2試驗年度最低溫之試區，劃分為第3組(圖2)。雨量部分則可依年度別劃分為2組，相同年度內，各

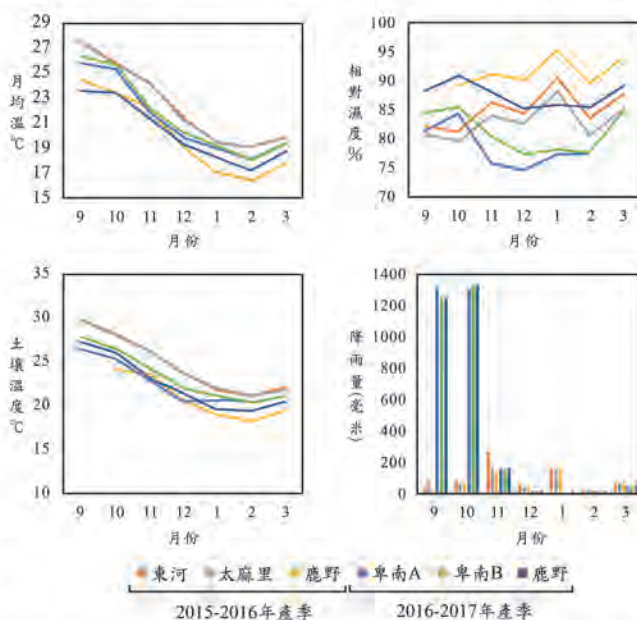


圖2. 2015-2017年產季各試區之氣溫、相對濕度、土溫及降雨量

試區雨量變化趨勢一致，差異小，不同年度間之差異則大。此與汪(2004)指出臺灣年際雨量及年際降雨日變化非常大的看法相符。相對濕度依地理特性分成3組，但受到雨量或其他因素影響，地點相近的鹿野試區，於2試驗年度間之變化趨勢並不一致。整體而言，試驗期間不同試區氣溫的差異受地理位置特性影響較明顯，而雨量則以不同年度間的差距較為明顯，相對濕度可能同時受到地理位置及年度間如雨量等氣象因子的差異共同的影響，變化較不規則。

## (二)落果形態與發生時間

落果之形態以果心與果肉分離之抽心落果為主，占93.9%，自果蒂或果柄處斷裂者占6.1%，落果之果心常完整保留於樹上。落果近果蒂處有放射狀開裂痕跡，果實有部分或完全軟熟現象，與春季裂果及夏季採收後裂果樣態相似<sup>(10)</sup>。落果之種子顏色，全部轉為黑色者占92.4%，黑褐色者占7.6%，沒有種子發芽現象發生(圖3)。楊(2000)指出鳳梨釋迦果實近果梗之果心與果肉細胞之大小及形狀不同，且交界處之細胞明顯排列緊密而細狹，當果實發生裂果時，由此交界處分開<sup>(8)</sup>，與本試驗觀察之落果現象符合。



圖3. 鳳梨釋迦抽心落果之樣態與果實縱剖面圖



將總落果率大於10%的處理，依授粉時間分為5個群組，統計自授粉後之累積落果率，結果顯示幼果期及中果期並無明顯落果發生，8月下旬及9月上旬處理者直至授粉16週後才開始有明顯落果現象(圖4)。且各試區之落果僅發生於授粉16週後之處理，相同地理位置及氣象條件下，未達16週之處理則無落果發生(表1)。江和盧(2011)指出臺東地區鳳梨釋迦冬期果，於授粉15週後，種子開始轉為黑褐色，授粉16週後採收之果實始可正常軟熟。本試驗調查之落果皆有軟熟現象，且種子已轉為黑褐色，發生時間亦與前人之研究符合，顯示鳳梨釋迦採收前抽心落果主要發生於具

後熟能力之果實。較晚產期調節處理者，其首次落果發生時間亦隨之延後，其原因可能與果

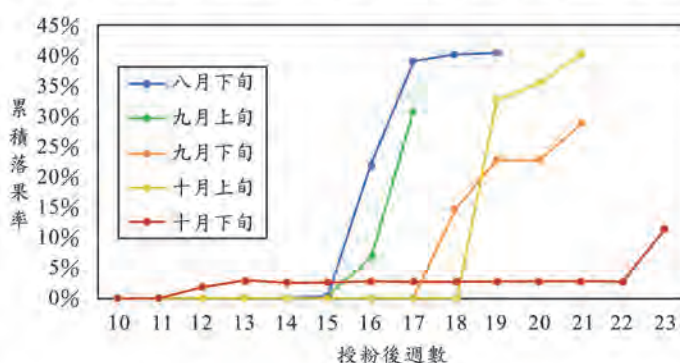


圖4. 鳳梨釋迦落果發生時間

表1. 鳳梨釋迦落果率與落果發生時間

試區	日期	落果率(授粉後週數)			
		產調處理			
		1	2	3	4
東河試區	2015/12/15	39.6% (16)	0% (13)	0% (12)	0% (9)
	2016/01/05	已採收	25.0 (17)	0% (15)	0% (12)
	2016/01/22	已採收	已採收	12.0 (17)	0% (15)
	2016/02/19	已採收	已採收	已採收	28.3% (19)
太麻里試區	2015/12/15	44.3% (16)	0% (13)	0% (12)	0% (9)
	2016/01/05	已採收	13.7% (16)	0% (15)	0% (12)
	2016/01/22	已採收	已採收	17.3% (17)	0% (15)
	2016/02/19	已採收	已採收	已採收	36.8 (19)
卑南 A 試區	2016/12/22	26.0% (17)	0.2% (15)	-	-
卑南 B 試區	2016/12/22	20.4% (16)	0% (9)	-	-

實發育期的氣溫較低，果實發育較慢有關。鳳梨釋迦果實生長速度受到氣溫影響，較高的溫度會縮短生育日數<sup>(4)</sup>。因落果發生於採收前4週內，屬果樹之採收前落果，此現象常見於蘋果、油桃及柑橘等果樹上，為果樹生產上需面對之挑戰<sup>(11,14)</sup>。

各產調處理之總落果率間有顯著差異，以2015-2016年太麻里試區第4次產調處理為最高，總落果率達52.6%；2016-2017年鹿野試區第2次產調處理落果率最低，為0.3%(表2)。另將同一“年度-試區”組合內之所有參試植株之落果率資料合併，並繪製成盒鬚圖，可將落果率分為高、中及低3群組，落果率最高的為

表2. 各試區產期調節處理之落果率

產季	試區-處理	授粉至採收日數	總落果率	主要落果時間與落果率
2015-2016 年	太麻里試區-1	123	51.0% <sup>ab</sup>	12/13-12/15 (44.3%)
	太麻里試區-2	124	26.2% <sup>bc</sup>	1/5-1/9 (13.7%)
	太麻里試區-3	147	39.0% <sup>ab</sup>	1/18-1/22 (17.3%)
	太麻里試區-4	153	52.6% <sup>a</sup>	2/15-2/19 (36.8%)
	東河試區-1	123	48.8% <sup>ab</sup>	12/13-12/15 (39.6%)
	東河試區-2	124	38.0% <sup>ab</sup>	1/5-1/9 (24.9%)
	東河試區-3	147	11.4% <sup>c</sup>	1/18-1/22(11.5%)
	東河試區-4	153	34.7% <sup>b</sup>	2/15-2/19 (28.3%)
	鹿野試區-1	130	7.4% <sup>c</sup>	12/19-12/22 (7.3%)
	鹿野試區-2	137	3.6% <sup>c</sup>	-
	鹿野試區-3	176	7.9% <sup>c</sup>	3/8-3/10 (6.9%)
	鹿野試區-4	174	7.0% <sup>c</sup>	-
2016-2017 年	卑南 A 試區-1	126	28.7% <sup>b</sup>	12/20-12/22 (26.1%)
	卑南 A 試區-2	119	6.8% <sup>c</sup>	-
	卑南 B 試區-1	132	21.8% <sup>bc</sup>	12/20-12/22(20.7%)
	卑南 B 試區-2	160	8.7% <sup>c</sup>	3/20-3/27(8.7%)
	鹿野試區-1	111	3.5% <sup>c</sup>	-
	鹿野試區-2	124	0.3% <sup>c</sup>	-



2015-2016年度之太麻里與東河兩試區，平均落果率為37.4%；落果率中等的為2016-2017年度之卑南A與卑南B試區，平均落果率為15.2%；而兩年度之鹿野試區落果率最低，平均落果率為4.6%（圖5）。以上依落果嚴重程度之分組方式，與依氣溫高低所分之3組別一致，月均溫較高之組別有較高之總落果率，顯示氣溫可能為鳳梨釋迦生理落果之重要影響因子。

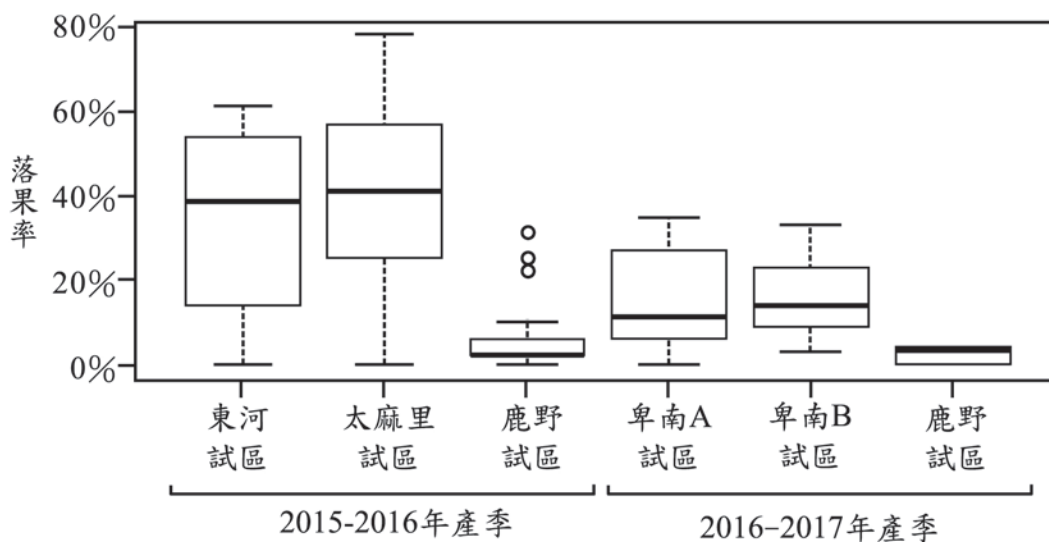


圖5. 各“年度-試區”處理之落果率

### (三)主要落果事件與氣象因子之關係

為進一步探討氣象因子對落果之影響，將各產期調節處理首次發生大量落果(單次落果率5%以上，且60%以上植株有發生落果)之落果率與氣象因子進行相關分析。分析結果顯示，落果前7日之累積雨量、平均相對濕度及平均溫度之相關係數分別為-0.21、-0.36及0.45，在0.05的顯著水準下，未達顯著水準；而最高溫之相關係數為0.761， $p$ -value<0.01，顯示高溫與落果率間呈極顯著之正相關（圖6）。為探討落果之可能臨界溫度，分別將最高溫當日時均溫達26°C、27°C、28°C及29°C之小時數進行累加，再與落果率進行相關分析，結果顯示時均溫達28°C以上之小時數與落果率間之相關係數最高，為0.864， $p$ -value<0.001，呈極顯著之正相關（圖7）。



環境因子對落果的影響，在果樹研究上具有相當的困難性，因此其關係，鮮少被明確的界定<sup>(11)</sup>。仍有學者認為適應於冷涼氣候之果樹，於溫度較高的生育環境容易產生嚴重的採收前落果現象<sup>(16)</sup>。蘇(2004)亦指出經過溫度高或濕度高的天氣數日後，鳳梨釋迦春季落果的情形較為嚴重<sup>(10)</sup>。採後處理與貯藏特性的相關研究相對較多。由鳳梨釋迦採後呼吸率之調查結果可知，鳳梨釋迦為高呼吸率之更年性水果，且呼吸率及乙烯產量的增加隨儲藏溫度提高而增加<sup>(5)</sup>。透過掃描式電子顯微鏡觀察，可發現鳳梨釋迦果肉細胞內之澱粉粒，隨果實之後熟而逐漸消失，且果實內澱粉水解成可溶性糖之速率，隨溫度升高而增加<sup>(8)</sup>。在蘋果上之研究指出，在開花100天後，蘋果之澱粉含量開始下降，並產生各種果實發育上的變化，包括採收前落果<sup>(15)</sup>。以上現象與本研究之調查結果符合，因此推測鳳梨釋迦於授粉16週後，因種子成熟果實已具有後熟之能力，於樹體上遭遇較高溫的溫度，便可能啟動其後熟機制，產生澱粉水解及果肉軟化現象，且其速率隨溫度增加而提升，進而導致較嚴重之抽心落果現象。本試驗結果顯示28°C為鳳梨釋迦果實發育後期異常落果之臨界溫度及預警指標。

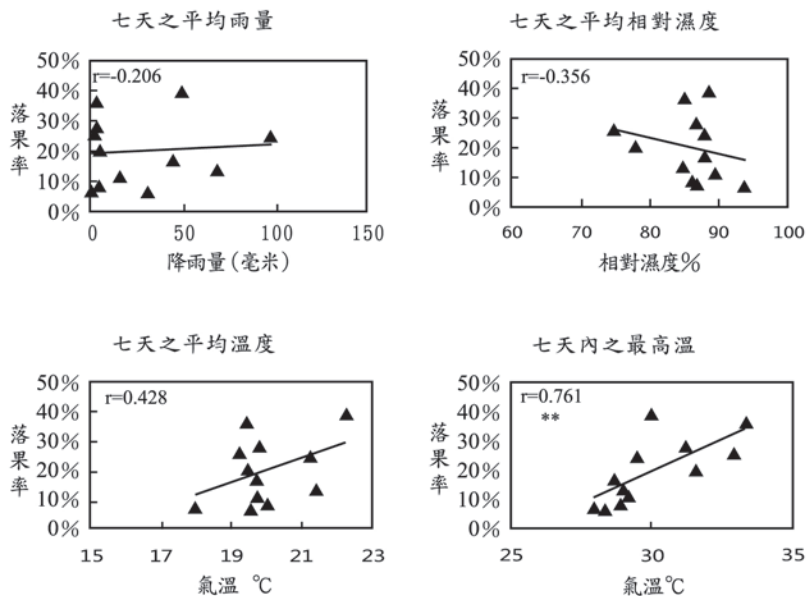


圖6. 落果率與氣象因子之相關分析

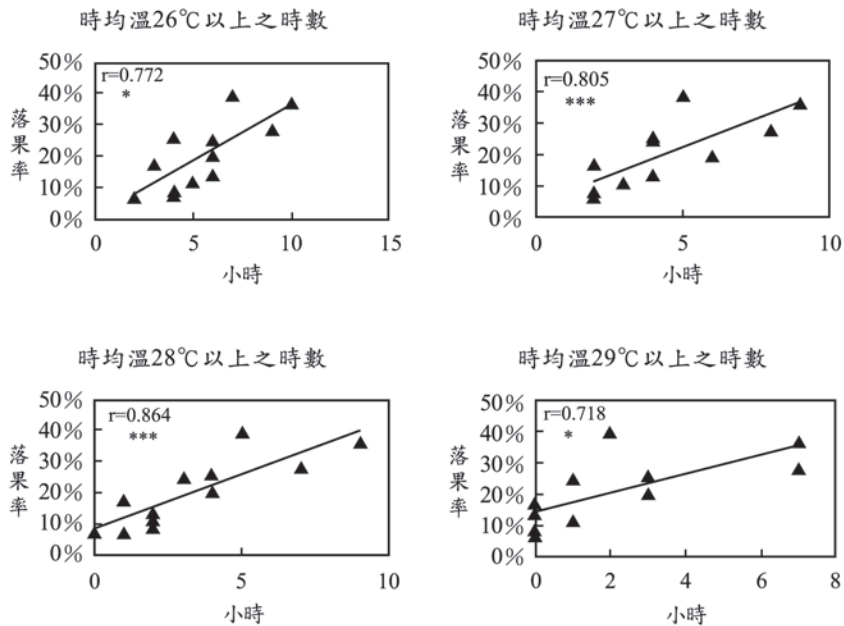


圖7. 落果率與高溫累積時間之相關分析

#### 四、結論

本試驗結果顯示，鳳梨釋迦採收前落果主要發生於授粉16週後之果實，且隨果實發育期溫度下降，落果發生有延後之現象。落果形態以抽心落果為主，且果實部分或完全軟熟，果實內種子已成熟並轉為黑褐色。落果強度與落果前7日之雨量、相對濕度及日均溫皆無顯著相關，而與最高溫呈極顯著正相關。進一步當日時均溫大於26、27、28及29°C之小時數，結果顯示28°C以上之累計小時數與落果率之相關係數最高，達0.864，顯示28°C為鳳梨釋迦果實發育後期異常落果之預警指標。

#### 參考文獻

1. 江淑雯、盧柏松。2013。番荔枝(釋迦)防範低溫裂果栽培技術。臺東區農技報導第12期。
2. 江淑雯、盧柏松。2011。鳳梨釋迦在臺東地區之果實生長與特性。臺灣園藝57(1): 9-17。
3. 汪中和。2007。臺灣降雨的長期變化及對環境的衝擊。自然與文化研討會。行政院農業委員會林業試驗所。三月。臺北。50-54。



4. 李建勳。2002。不同修剪期對鳳梨釋迦果實生育之影響。臺東區農業改良場研究彙報13：69-79。
5. 李建勳、楊正山、柯立祥。2003。鳳梨釋迦後熟生理與貯藏特性。臺東區農業改良場研究彙報14：81-96。
6. 陳勃聿、吳昌祐。2013。鳳梨釋迦產業之現況與展望。臺東區農業專訊83：2-10。
7. 楊正山。2003。鳳梨釋迦產業。臺東區農業專訊46：5-9。
8. 楊欣怡。2000。鳳梨釋迦及數種番荔枝果實採收後生理與貯藏之研究。屏東科技大學熱帶農業研究所碩士論文。
9. 盧柏松、江淑雯。2016。臺灣番荔枝的產期調節技術。科學發展526：22-27。
10. 蘇德銓。2004。春季鳳梨釋迦落果原因之探討。臺東區農業改良場研究彙報15：41-54。
11. Arseneault M.H. and J.A. Cline. 2016. A review of apple preharvest fruit drop and practices for horticultural management. *Sci. Hortic-Amsterdam* 211:40-52.
12. George, A.P. and R.J. Nissen. 1985. The custard apple-part I. Species, varieties and rootstock selection. *Aust. Hort.* October, 100-111.
13. Gomez, M.C. 1983. The cherimoya. *California Rare Fruit Growers Yearbook*, 5-43.
14. Ibrahim, M., N.A. Abbasi, Hafeez-ur-Rehman, Z. Hussain, and I.A. Hafiz. 2011. Phenological behavior and effect of different chemicals on pre-harvest fruit drop of sweet orange cv. 'Salustiana'. *Pak. J. Bot.* 43(1):453-457.
15. Janssen, G.J., K. Thodey, R.J. Schaffer, R. Alba, L. Balakrishnan, R. Bishop, J.H. Bowen, R.N. Crowhurst, A.P. Gleave, S. Ledger, S. McCartney, F.B. Pichler, K.C. Snowden, and S. Ward. 2008. Global gene expression analysis of apple fruit development from the floral bud to ripe fruit. *BMC Plant Biol.* 8:1-29.
16. Racsko, J., G. Lieite, J. Petri, S. Zhongfu, Y. Wang, Z. Szabó, M. Soltesz,

- and J. Nyeki. 2007. Fruit drop: The role of inner agents and environmental factors in the drop of flowers and fruits. *Int. J. Hortic. Sci.* 13:13-23.
17. Sanewski, G.M. 1991. Classification and cultivars. p. 2-11. In: G.M. Sanewski (ed.) *Custard Apple, Cultivation and Crop Protection*. Queensland Department of Primary Industries, Brisbane, Australia.