

番木瓜果實成熟度與種子發芽能力

施佳宏¹⁾、郭華仁²⁾

¹⁾ 農委會動植物防疫檢疫局台中分局技正

²⁾ 國立台灣大學農藝學系教授 (通訊作者)

台北市羅斯福路四段1號

電話：02-33664770

傳真/電話：02-23652312

電子信箱：whjkuo@ntu.edu.tw

摘要：維持新鮮收穫和貯藏過的種子同樣具有高發芽率是種子技術的主要目的。本研究探討不同果實成熟度番木瓜(*Carica papaya* L.)種子的發芽能力和後熟表現，並於發芽試驗中觀察以GA₃浸潤處理是否可有效提高番木瓜種子的發芽率。品種‘日陞’的果實在不同成熟階段，所含種子休眠性不同，其中以溝熟期及黃熟期果實採收者，種子有最高的發芽力；各成熟階段採收之果實經進一步貯藏能誘導果內種子休眠，但該品種種子的休眠性可經由GA₃處理或將種子於37.5°C貯藏5天而克服。品種‘台農二號’果實於不同成熟期採收者，種子發芽率皆相當低，採收後果實若繼續後熟並無法有效提高發芽力，甚至會加深種子的休眠性，且GA₃處理對該品種種子發芽力的促進效果非常小，但該品種種子在果實採收後熟15天經乾燥一天後再以GA₃處理，卻有極明顯的發芽促進效果。此外，該品種的休眠性可由種子後熟而解除，其中以37.5°C貯藏5天的處理較佳，該種子於較低溫(20及5°C)下進行短期貯藏(15日)時，可能會誘導休眠性，但可藉由GA₃處理克服。

關鍵詞：番木瓜、種子、果實成熟度、休眠、後熟

前 言

番木瓜(*Carica papaya* L.)為原產熱帶美洲之多年生重要經濟果樹，台灣各地區亦廣泛栽植，其栽培方式通常採種子繁殖。然而新鮮採收的番木瓜種子常呈現程度不一的休眠性，推測可能是採種過程的環境或者程序所造成，在育苗時會造成發芽

收到日期：93年11月9日



率低落與不整齊。

關於番木瓜種子的研究報告中，早期仍認為以新鮮採收種子具有最高的發芽率，隨後即不耐久藏(王，1980)。然而由於番木瓜種子本身構造特徵為外層含有膠質性的假種皮(sacrotesta)(陳等，1995)，因此新鮮完整的種子可能具有很強的休眠性，發芽時間亦長。番木瓜果實採收後搓洗種子以去除假種皮，雖可使發芽率提高，但仍具休眠性(Lange, 1961；曾與黃，1991；曾，1992b)，因而易造成發芽試驗之誤差及育苗上的困擾。在番木瓜種子解除休眠的研究方面，許多學者認為GA₃可解除種子的休眠(Lange, 1961；Yahiro and Dryoji, 1980；Ellis *et al.*, 1985；曾，1991；陳，1994)，一般建議以500 ppm GA₃浸潤24小時為較佳的處理條件。王(1971)指出番木瓜果實採收後貯藏一段時期可促進種子的發芽能力，而曾(1992b)及曾與黃(1991)進行番木瓜果實採收後之假種皮去除、水洗、風乾後低溫貯存、GA₃處理及乾燥法等，以及Yahiro(1979)進行低溫及高溫之種子預措處理中發現，各種解除種子休眠的方法皆有不同效果，而以GA₃處理的表現最好。在番木瓜種子的發芽溫度方面，一般以25-30°C(黃，1954；王，1980)或27°C(曾，1992a)為最適發芽試驗條件；變溫處理亦可作為良好的發芽試驗環境(Bass, 1975；Ellis *et al.*, 1991)，而以30/25°C變溫的效果最佳(陳，1994)。

本研究即以日陞('Sunrise solo')及台農二號('TN2')兩種主要栽培品種之番木瓜種子為材料，探討不同果實採收成熟度、果實與種子後熟作用對種子發芽能力及休眠性之影響，並觀察以GA₃浸潤處理對不同品種番木瓜種子解除休眠的效果，以期增加發芽試驗及種子品質檢查之準確性。

材料與方法

試驗之番木瓜種子材料取自商業種子及自商品果實中所採收之種子兩類，包括純系品種'日陞'及'台農2號'單交種。取得之商業種子，先進行簡單的種子清理工作，再分別編號密封，貯存在5°C冷藏櫃中；自行採集果實取種者，採收時依各分不同成熟度採收。新鮮種子自果實取出後，先利用水選法去除上浮及白色未熟之種子及果肉等雜質，再將種子裝入尼龍網袋中搓洗以去除假種皮後，一部分即立刻進行試驗，其餘種子則收集於淺盤上，於室內以風扇風乾1天後(含水率約為10-11%)，以封口袋編號密封，置於密封罐內，貯存在5°C冷藏櫃中待用。



種子含水率之測定及調整方法依國際種子檢查規則(ISTA, 1993)，稱取種子2-3克(2重複)經研磨後迅速稱重，以低恆溫烘乾法在溫度 $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 烘箱內烘乾17小時，計算該批種子原始含水率，求得種子原始含水率後，即進行含水率之調整。整個調整含水率過程皆在 5°C 冷藏下，以防種子劣變。

進行發芽試驗之前，先將種子置於100 ml燒杯中，依不同處理條件分別倒入500 ppm GA_3 或蒸餾水，於 25°C 恆溫黑暗下浸潤24小時再倒出浸潤液，以蒸餾水洗淨種子後，置床進行發芽試驗。種子含水率若低於8%左右時，須事先經回溼處理，再行浸潤處理及發芽試驗，以避免乾燥種子產生浸潤傷害。

發芽試驗採用捲紙法，置於 $30/25^{\circ}\text{C}$ (8/16 h) (曾，1992a；陳，1994) 變溫照光之生長箱進行，每處理重複3-4次，每重複50粒種子。試驗期間保持吸水紙濕潤，以利種子發芽。每週調查發芽粒數(正常苗數)，發芽率的判定標準以下胚軸長達1.5 cm以上，子葉自種皮脫出，可判定為正常苗時視為發芽。置床期間為30天，結束後計算發芽百分率(GP)，其計算法為： $\text{GP} = (\text{試驗結束後發芽種子數} / \text{置床種子數}) \times 100$ 。

在果實成熟度及其貯藏處理方面，‘台農二號’及‘日陞’果實依青綠、綠熟、溝熟、黃熟及過熟等四至五個成熟階段，分別自母株採收。不同成熟階段果實的判斷準則如下，青綠期(green stage)：果皮外觀全為綠色，肉質堅硬尚未軟化而呈乳白色，種子已呈黑色並具發芽能力；綠熟期(green-ripen stage)：果皮外觀仍為綠色，但已有1-2條果溝略呈淡黃色，果肉尚未軟化但已呈淡橙色；溝熟期(groove-ripen stage)：果皮外觀已轉為黃綠色，果溝處則略為軟化，果肉呈橙黃色；黃熟期(yellow-ripen stage)：果皮外觀幾乎全為黃色，果肉已軟化且成橙色；過熟期(over-ripen stage)：果皮外觀已呈黃熟腐爛狀，果肉過軟而呈橙紅色。各成熟階段之果實採收後置於人工氣候室 $20/15^{\circ}\text{C}$ (12/12 hr)自然光照下經0、5、10、15天的貯藏後取出種子，每處理取2-3個果實，種子經水洗預措後，以 GA_3 或蒸餾水浸潤一天再進行發芽試驗，以試驗不同果實成熟度、後熟日數及 GA_3 處理對種子休眠及發芽的影響。

在種子後熟處理方面，以‘台農二號’及‘日陞’青綠至綠熟期的果實為材料，種子經水洗預措處理，再將種子乾燥至約10%含水率後，進行溫度 37.5 、 30 、 20 及 5°C 之三至四種密封貯藏試驗，於貯藏0、5、15、25天後分別取出種子，以 GA_3 或蒸



餾水浸潤一天後再進行發芽試驗，以探討不同種子後熟溫度及GA₃處理對種子休眠及發芽的影響。

結 果

一、果實成熟度、貯藏日數及GA₃處理對番木瓜種子發芽能力的影響

五種不同成熟階段所採收的‘台農二號’果實，其種子發芽率低，顯示該品種新鮮種子具有休眠性(表一)。新鮮種子以青綠至溝熟期種子休眠性最強，種子幾乎不發芽。黃熟及過熟期種子的發芽率略高，但仍具部分休眠性。溝熟期及更早的果實所採的新鮮種子，處理以GA₃，略可提高發芽率；但是GA₃對黃熟及過熟期新鮮種子則無作用。黃熟期前的‘台農二號’果實採收經貯藏5日可提高種子發芽率，但同一處理卻反使過熟期種子休眠性更強。果實再繼續貯藏至10-15日，除過熟期果實種子尚能維持少部分發芽率外，反而使各成熟期種子發芽率再下降，其中以黃熟期最為明顯。另外，貯藏15日之各成熟期果實種子若再經風乾一天後，則誘導種子進入很強的休眠狀態，幾乎不發芽。

發芽試驗前將種子施以GA₃處理者，GA₃解除休眠的能力在各個不同貯藏日數的表現極不相同(表一)；不經貯藏及貯藏5日者，GA₃處理可提高青綠至黃熟期種子的發芽率表現，但對過熟期種子則無明顯效果。果實繼續貯藏者，GA₃處理僅在黃熟及過熟期之貯藏10日下，發芽率才有明顯的提高；然而，果實貯藏15日之種子再經風乾一天者，以GA₃處理卻有明顯解除休眠性的效果，且在整個果實貯藏試驗中其發芽率表現亦最佳，尤以綠熟期之發芽率可達88.5%為最高。‘台農二號’果實貯藏試驗結果顯示，單獨以GA₃處理並無法有效解除該品種種子的休眠性，但種子經乾燥一天後則可明顯促進GA₃的處理效果(表一)。

‘日陞’果實在溝熟至黃熟期，種子本身休眠性雖較低，發芽率已可達80%以上，但青綠及綠熟期種子休眠性仍高(表二)。該品種各成熟期果實種子發芽率的表現比各個相同成熟期的‘台農二號’者都較佳，甚至在溝熟及黃熟期其發芽率已可達80%以上，顯示‘日陞’種子的休眠性較低。果實貯藏日數在不同成熟期中對種子休眠的解除程度呈現不一致情形：青綠期果實經貯藏後其種子其發芽率變化不大，溝熟及黃熟期果實經貯藏後其種子發芽率卻大致呈明顯下降，綠熟期的果實雖在貯藏15日後可提高種子發芽率，然而亦僅達53.5% (表二)。



‘日陞’果實經貯藏後其種子分別施以GA₃處理者，在不同果實成熟期及不同貯藏日數下，其種子皆呈明顯解除休眠的效果，僅青綠期及黃熟期貯藏15日之效果較差，顯示GA₃處理對該品種能有效提高發芽率(表二)。

二、種子後熟作用對番木瓜種子發芽能力的影響

‘台農二號’青綠至綠熟期果實採收、種子水洗預措再經風乾一天後的發芽率為30.7%，顯示其休眠性仍很高。種子在20°C下後熟5日，其發芽率可達87.3%，若置於37.5°C後熟5日其發芽率甚至可達91.3%(表三)，顯示台農二號種子在37.5°C下僅需後熟5日即可幾乎完全解除其休眠性。未經後熟的種子，GA₃處理亦可以提升發芽率，但是幅度略低；種子後熟配合GA₃處理可以確保種子高發芽率。

‘日陞’青綠至綠熟期果實種子經水洗風乾一天後，在各個不同溫度之後熟作用下的發芽率表現如表(四)。試驗結果顯示，‘日陞’在適當之種子後熟條件下(37.5-30°C種子後熟5-15日)，皆能逐漸提高其發芽率，若以GA₃處理則解除休眠的效果更佳。種子未經後熟時，發芽率僅39.3%，若以GA₃處理則可使發芽率提高至90.7%；種子進行後熟處理時，於37.5°C後熟5日其休眠性已大致解除，不需再加以GA₃處理。

討 論

前人研究顯示新鮮採收的番木瓜種子常具有休眠性(Lange, 1961；曾與黃，1991；曾，1992b)，種子經水洗去除假種皮等預措處理後休眠性仍存在。本試驗不但驗證上述的結論，更進一步發現，‘台農二號’及‘日陞’在各個不同果實成熟階段所採收的種子都具有程度不一的休眠性，尤以‘台農二號’果實更為明顯，其青綠至溝熟期的種子幾乎完全不發芽(表二)。王(1971)指出番木瓜果實採收成熟度及採收後貯藏日數對種子發芽力有顯著的影響。然而，本試驗結果發現，果實成熟度的影響頗為複雜；少數情況之下，如‘台農二號’的黃熟期、‘日陞’的青綠期採收後各5、10天之貯藏可以提高發芽率以外，其他的處理反而大都使得休眠性提高(表一、二)；此與王(1971)的研究結果並不一致。

由於供試的果實皆在自然光照下置於20/15°C的人工氣候溫室內後熟，與王(1971)在室溫下的處理方式不同，是否如番茄、胡瓜等因果實在光照下後熟期間由



於日照長短而影響種子發芽率(Guterman, 1978, 引自郭 1985), 抑或因果實後熟溫度不夠高, 反而進一步有誘導種子休眠發生的可能, 甚至係供試品種的來源不同或其休眠本性不一, 因而造成試驗結果有所不同, 都需進一步證實。無論如何, 番木瓜果實後熟效果的影響因素可能頗為複雜, 有必要進一步釐清。

試驗結果亦發現, ‘台農二號’果實經後熟15日再乾燥一天者, 休眠性並不因此而消失, 反而誘導休眠甚至呈完全休眠狀態, 種子幾乎不發芽(表二), 此與Wood等(2000)的研究結果相符合, 顯示番木瓜種子的休眠性並不因果實後熟及隨後之種子乾燥作用而消失, 反而誘導種子休眠, 但此種乾燥作用卻可使GA₃處理達到促進該種子發芽的明顯效果; Wood等(2000)則指出種子乾燥作用的誘導休眠特性可藉由短暫的熱衝擊(heat shock)來克服。‘日陞’則在果實後熟試驗中, 種子預措後並不須經乾燥作用, 直接以GA₃處理即可達到解除休眠之效果(表四), 這種差異是否係因品種特性不同所致, 有待進一步了解。

‘台農二號’及‘日陞’青綠至綠熟期果實採收之種子經乾燥後, 其發芽率仍相當低, 此與曾(1992b)的結果相同, 顯示種子休眠性並不因去除假種皮及乾燥作用而消失。試驗結果顯示, ‘台農二號’及‘日陞’種子後熟處理確有解除休眠、促進發芽率的效果, 後熟溫度愈高, 效果愈顯著(表三、四); 曾(1992b)及曾與黃(1991)亦認為番木瓜種子在35-38°C下風乾處理亦可促進發芽率, 高溫風乾後加以GA₃處理, 則發芽率更高。惟供試兩品種種子若在較高溫(47.5°C)下後熟雖可使種子快速達到解除休眠之效果, 但後熟日數若達15日以上, 其發芽率已驟降至20%以下, 甚至不發芽(數據未顯示), 經TEZ法(施和郭, 1999)檢查種子幾無活力表現, 可知高溫下後熟過久易導致種子加速老化劣變; 若種子本身水分含量亦高, 則其劣變速率愈快, 因此, 宜避免採用此種後熟條件, 建議以37.5°C種子後熟5日之處理較為安全, 其效果亦最好, 可有效解除番木瓜種子的休眠性。

此外, ‘台農二號’於較低溫(20°C及5°C)下種子進行短期後熟貯藏(15日)時發現, 低溫後熟可能會誘導種子休眠, 但卻可藉由GA₃處理所克服, 若繼續後熟(25日)其休眠性則幾乎完全解除(表三)。此種誘導休眠現象在供試之‘日陞’中並未發生(表四), 是否係因品種特性所致, 仍待進一步證實。



表1. '台農二號'番木瓜果實成熟度與採收後貯藏對種子發芽率之影響

Table 1. Effect of fruit stage and fruit post-harvest storage on percentage germination of 'TN2' papaya seeds

Fruit stage	Days after harvest, + water					Days after harvest, + GA ₃ ^y				
	0	5	10	15	15 +dried ^x	0	5	10	15	15 +dried ^x
青綠期 green stage	0 ^c	3.5 ^b	7.5 ^b	7.0 ^b	1.5	24.0	36.5 ^b	1.5 ^b	0.5 ^b	34.0 ^d ^z
綠熟期 green-ripen stage	2.0 ^c	11.5 ^b	7.0 ^b	5.0 ^b	1.5	20.5	26.0 ^{bc}	5.5 ^b	6.0 ^a	88.5 ^a
溝熟期 groove-ripen stage	3.5 ^c	16.5 ^b	10.5 ^b	3.5 ^b	0	44.0	40.5 ^b	12.0 ^b	0 ^b	72.5 ^b
黃熟期 yellow-ripen stage	26.5 ^b	57.5 ^a	11.0 ^b	12.5 ^b	0.5	38.0	76.5 ^a	56.0 ^a	6.0 ^a	53.0 ^c
過熟期 over-ripen stage	57.5 ^a	6.5 ^b	30.0 ^a	24.0 ^a	1.5	36.5	8.5 ^c	54.5 ^a	7.5 ^a	54.0 ^c

^z Means in each column with different letters are significantly different at the 5% level by the Duncan's multiple range test.

^y The seeds were treated with GA₃ prior to the germination test.

^x The seeds were dried further for one day.

表2. '日陞'番木瓜果實成熟度與採收後貯藏對種子發芽率之影響

Table 2. Effect of fruit stage and fruit post-harvest storage on percentage germination of 'Sunrise Solo' papaya seeds

Fruit stage	Days after harvest, + water				Days after harvest, + GA ₃ ^y			
	0	5	10	15	0	5	10	15
青綠期 green stage	48.5 ^b	38.0 ^b	70.0 ^a	51.5 ^a	76.5 ^b	83.0 ^b	86.0	68.5 ^b ^z
綠熟期 green-ripen stage	30.0 ^b	24.0 ^{bc}	21.5 ^c	53.5 ^a	81.5 ^b	82.0 ^b	82.0	86.0 ^a
溝熟期 groove-ripen stage	88.0 ^a	17.0 ^c	40.0 ^b	27.0 ^b	93.5 ^a	88.5 ^b	92.5	81.5 ^a
黃熟期 yellow-ripen stage	81.3 ^a	82.8 ^a	10.3 ^c	14.9 ^c	94.5 ^a	95.0 ^a	86.5	63.0 ^b

^z Means in each column with different letters are significantly different at the 5% level by the Duncan's multiple range test.

^y The seeds were treated with GA₃ prior to the germination test.

表3. '台農二號'番木瓜種子後熟日數與溫度處理對發芽率之影響

Table 3. Effects of days and temperatures of after-ripening on percentage germination of 'TN2' papaya seeds

Temperature	After ripening days + water				After ripening days + GA ₃ ^y			
	0	5	15	25	0	5	15	25
37.5°C	30.7	91.3	94.0a ^z	97.3	64.0	86.0	96.0	95.3
20°C	30.7	87.3	42.0b	97.3	64.0	91.3	91.3	99.3
5°C	30.7	66.0	22.0c	91.3	64.0	76.7	94.0	95.3

^z Means in each column with different letters are significantly different at the 5% level by the Duncan's multiple range test.

^y The seeds were treated with GA₃ prior to the germination test.

表4. '日陞'種子後熟作用日期與溫度對發芽率之影響

Table 4. Effects of days and temperatures of after-ripening on percentage germination of 'Sunrise Solo' papaya seeds

Temperature	After ripening days + water				After ripening days + GA ₃ ^y			
	0	5	15	25	0	5	15	25
37.5°C	39.3	82.7a ^z	78.0	73.3	90.7	88.7	87.3	87.3
30°C	39.3	65.3b	78.0	86.7	90.7	89.3	81.3	86.0
20°C	39.3	74.7ab	75.3	76.7	90.7	90.0	82.0	78.0
5°C	39.3	50.0c	58.0	68.7	90.7	85.3	76.7	82.7

^z Means in each column with different letters are significantly different at the 5% level by the Duncan's multiple range test.

^y The seeds were treated with GA₃ prior to the germination test.

誌 謝

本試驗承行政院農業委員會計畫經費補助，復承屏東縣泰和農場歐東坡經理及台南縣玉井鄉陳來明先生協助提供試驗果實與種子，僅此一併申謝。



參考文獻

- 王德男。 1971。 木瓜果實成熟度及其後熟作用對種子發芽之影響。 中國園藝 17(6)：320-322。
- 王德男。 1980。 木瓜。 台灣農家要覽(下冊)。 豐年社，台北，p. 750-755。
- 施佳宏、郭華仁。 1999。 木瓜種子的TTC檢查法。 植物種苗1(1)：47-56。
- 郭華仁。 1985。 充實期環境因素與成熟種子發芽能力。 科學農業 33(1-2)：9-13。
- 陳威臣。 1994。 木瓜種子微細構造及發芽試驗法之探討。 台灣大學農藝學研究所碩士論文，台北。
- 陳威臣、蔡養正、曾美倉。 1995。 木瓜種子構造與特性之探討。 中國園藝 41(3)：191-200。
- 曾美倉。 1991。 GA₃濃度及處理時間對木瓜種子發芽促進之影響。 台灣大學農學院研究報告 31(4)：30-39。
- 曾美倉。 1992a。 溫度對木瓜種子發芽之影響。 中華農學會報(新)158：29-45。
- 曾美倉。 1992b。 去除假種皮、GA₃處理及乾燥法對木瓜種子發芽之影響。 中華農學會報(新) 158：46-54。
- 曾美倉、黃懿秦。 1991。 種子預措對木瓜發芽之影響。 中華農學會報(新)156：1-6。
- Bass, L. N. 1975. Seed storage of *Carica papaya* L. HortScience 10: 232.
- Ellis, R. H., T. D. Hong, and E. H. Roberts (eds.). 1985. Handbook of Seed Technology for Genebanks, Vol. 2, Compendium of Specific Germination Information and Test Recommendations, p. 264-265. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.
- Ellis, R. H., T. D. Hong, and E. H. Roberts. 1991. Effect of storage temperature and moisture on the germination of papaya seeds. Seed Science Research 1: 69-72.
- International Seed Testing Association 1993 International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology, 21, Supplement.
- Lange, A. H. 1961. Effect of the sarcotesta on germination of *Carica papaya*. Botanical Gazette 122: 305-311.



- Wood, C. B., H. W. Pritchard, and D. Amritphale. 2000. Desiccation-induced dormancy in papaya (*Carica papaya* L.) seed is alleviated by heat shock. *Seed Science Research* 10: 135-145.
- Yahiro, M. 1979. Effects of seed-pretreatments on the promotion of germination in papaya, *Carica papaya* L. *Memoir of the Faculty of Agriculture Kagoshima University* 15: 49-54.
- Yahiro, M. and Y. Dryoji. 1980. Effects of gibberellin and cytokinin treatments on the promotion of germination in papaya, *Carica papaya* L. seeds. *Memoir of the Faculty of Agriculture Kagoshima University* 16: 45-51.



Germinability of Papaya Seeds Extracted at Different Fruit Maturity

Chia-Hung Shih¹⁾、Warren H. J. Kuo²⁾

¹⁾Technical specialist, Taichung Branch Office, Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Council of Agriculture.

²⁾Professor, Department of Agronomy, National Taiwan University, Taipei 10617, Taiwan.
(corresponding author)

Summary: This research was intended to study the germination, the dormancy and the after-ripening of papaya (*Carica papaya* L.) seeds harvested from different fruit maturity stages. The seeds of 'Sunrise Solo' papaya showed irregular dormancy characteristics between different fruit maturity stages, and they reached highest germination at the groove-ripening stage and yellow-ripening stage of the fruit. Further storage of the fruits harvested from different fruit maturity stages can induce seed dormancy. The seed dormancy of this cultivar can always be overcome by GA₃ treatment or by storing the seeds at 37.5°C for 5 days. The seeds of 'TN2' papaya showed fairly low germination percentage in all fruit stages, and post-harvest storage of the fruit cannot promote the germination effectively, sometimes even deepening the seed dormancy. The promotion effect of GA₃ was much smaller for the seeds of this cultivar, but drying the seeds of fruit stored for 15 days, followed by GA₃ treatment promoted the germination percentage. The dormancy of 'TN2' papaya seeds can be released by seed after-ripening, and the treatment of storing the seeds at 37.5°C for 5 days can reach high germination safely. Storing the seeds under lower temperature (20 and 5°C) during a short-period (15 days) sometimes unexpectedly induced dormancy that can be recovered by GA₃.

Key words : *Carica papaya* L., seed germination, fruit maturity, dormancy, after-ripening.