

果實成熟度、種子含水量、發芽介質及化學處理對番木瓜種子發芽的影響

阮氏暄¹⁾ 張武男²⁾ 宋好³⁾ 王秋雁⁴⁾

關鍵字：番木瓜、種子、發芽率

摘要：不同成熟度之木瓜果實，經貯藏後可以提高種子發芽率，以 35°C 乾燥種子經 3 個月貯藏，發芽率為 45% 顯著高於 26°C 下乾燥種子的 35%。‘台農二號’種子發芽最適溫度為 30°C，但 25/30°C 與 25/35°C 變溫下，以捲紙法進行者發芽率達 88.8 與 96.6%。種子以 GA₃ 與 KNO₃ 處理均可提高種子發芽率，但以 GA₃ 與 KNO₃ 混合藥劑處理較單一藥劑處理顯著提高發芽率。

前 言

番木瓜為熱帶與亞熱帶地區重要栽培果樹，台灣地區栽培面積達 2,909 公頃，產量為 92,914 公噸(台灣農業年報，2008)。由於番木瓜雖有利用嫁接苗或組培苗的栽培，但一般栽培均以種子繁殖為主，其種子特性為介於正儲與異儲型之間的中間型種子(林，2009)，因此在種子乾燥過程中，種子含水量(Badek *et al.*, 2006)、乾燥溫度(曾，1992; Yahiro, 1979)，以及貯藏溫度(施，1995; 郭，1988)等，都會顯著影響種子活力。種子發芽易受發芽環境條件影響，如溫度、光線、介質種類等。新鮮木瓜種子又具有極高之休眠性，種子構造及休眠性的研究證明(林，2009; 陳，1994; Chow and Lin, 1991)，外種皮與種皮的去除，可以提高種子的發芽率。其他研究指出木瓜果實的成熟度與果實的後熟處理，亦可以提高種子活力(王，1971; 邱等，1997; 施和郭，2004; 曾，1991)。除了增加種子貯藏間可以有效增加種子發芽率，利用外加的藥劑與生長素(Furutani *et al.*, 1993; Furutani and Nagao, 1989)能顯著提高種子發芽率。試驗目的在研究(1)不同成熟度木瓜果實經不同種子乾燥溫度與貯藏期對種子發芽之影響，(2)最適種子發芽環境條件及(3)外加化學處理對種子活力提升之研究。

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2, 3, 4) 國立中興大學園藝學系兼任教授、教授(通訊作者)及研究助理。

材料與方法

一、試驗材料

研究發芽條件及化學藥劑打破休眠方法之供試木瓜品種為‘台農二號’與‘日陞’二品種，種子購自農友種苗公司。分析果實成熟度與種子乾燥方法對種子品質影響的木瓜果實，為購自木瓜農戶栽培的‘台農二號’。

二、試驗方法

(一)、果實成熟度、種子含水量及發芽介質對種子發芽的影響

- 1.將‘台農二號’四個不同成熟度 L1 溝熟轉色、L2 溝熟、L3 綠熟轉色與 L4 綠熟果實的種子室溫乾燥至含水量為 8~12%，經 0、1、2 及 3 個月貯藏後，進行發芽試驗。
- 2.將‘台農二號’木瓜種子洗淨後，置於室溫(27°C)與 35°C 乾燥箱，乾燥至種子含水量到 8% 與 12%時取出。再將種子置於鋁箔袋，經 0、1、2 及 3 個月的貯藏後，於 30°C 下進行發芽試驗。
- 3.農友種苗公司的‘台農二號’及‘日陞’品種，種子分別以培養皿、捲紙法、砂土及泥炭土，於 20、25、30、35°C 及 25/30、25/35°C 的變溫下進行發芽試驗，調查其發芽率。
- 4.種子發芽試驗：將 30 粒處理種子，置於培養皿中，上下各置一張濾紙，種子置於二層濾紙中用蒸餾水浸溼，每日調查一次發芽數。以外種皮破裂，胚根露出為發芽，每二日並更換一次濾紙，進行調查至第 15 天止。共三重複，一重複三個培養皿。

(二)、化學處理對促進種子的影響

- 1.化學處理：將‘台農二號’30 粒種子
 - (a) 以 100、150、200、250 ppm GA₃ 200 ml 浸潤 24 小時後。
 - (b) 以 1、2、3、4%的 KNO₃ 200ml 浸潤 24 小時後，取出洗淨再進行發芽試驗。
- 2.混合化學溶液處理：將‘台農二號’木瓜種子 30 粒
 - (a) 以 200 ppm GA₃ 100ml + 1% KNO₃ 100ml 共 200ml 浸潤 2、4 與 24 小時
 - (b) 以 100 ppm GA₃ 100ml + 1% KNO₃ 100ml 共 200ml 浸潤 2、4 與 24 小時
 - (c) 以 50 ppm 6 BA 100ml + 1% KNO₃ 100ml 共 200ml 浸潤 1 小時
 - (d) 以 0.7% KNO₃ 100ml + 33.3 ppm GA₃ 100ml + 33.3 ppm 6-BA 100ml 共 300ml 浸潤 1 小時，將種子洗淨後進行發芽試驗。
- 3.種子發芽試驗，方法同試驗(一)。

三、統計分析

以上試驗數據採用 SAS 套裝軟體(SAS Insbitue, Cary, NC)中的 PROC ANOVA (analysis of variance procedure) 進行變方分析($\alpha = 0.05$)，以 Fisher's LSD 進行各處理間平均值的比較。

結 果

35°C 乾燥之番木瓜種子經 3 個月的貯藏後發芽率由 5.6 % 顯著提高至 45 %，26°C 乾燥者則由 2.8 % 顯著提高至 30 % (圖 1)，種子經三個月貯藏後，以 35°C 乾燥者之發芽率極顯著高於以 26°C 乾燥種子。

調查不同果實成熟度 L1 溝熟轉色、L2 溝熟、L3 綠熟轉色與 L4 綠熟經不同貯藏時間對種子發芽率的影響，結果如表一。不同成熟度果實，在 8°C 下貯藏，隨貯藏時間的增加發芽率亦可提高，唯至貯藏 3 個月後，不同成熟度果實種子發芽率呈顯著差異 (表 1)。

‘台農二號’及‘日陞’番木瓜的種子分別放置於培養皿、捲紙法、砂土及泥炭土，於 20、25、30、35°C 及 25/30、25/35°C 的變溫下進行發芽試驗，結果如表 2。二品種番木瓜種子發芽率均隨溫度的增加，種子的發芽率顯著提高，但溫度超過 35°C 下則會降低發芽率，番木瓜種子在溫度 30°C 下發芽率最佳為最適發芽溫度。‘台農二號’種子於 30°C 下捲紙法和培養皿的發芽率分別為 81.1 和 75.5 %，顯著高於砂土和泥炭土處理。‘日陞’種子則以捲紙法的發芽率 76.6 % 顯著高於培養皿 54.4 %，但與砂土和泥炭土處理間無顯著差異。二品種番木瓜種子於 25/30 和 25/35°C 變溫下都可提高發芽率，以‘台農二號’促進發芽率效果高於‘日陞’，所有處理的種子發芽率均達 50 % 以上，‘台農二號’在 25/35°C 變溫下置於培養皿發芽率可達 96.6 %。

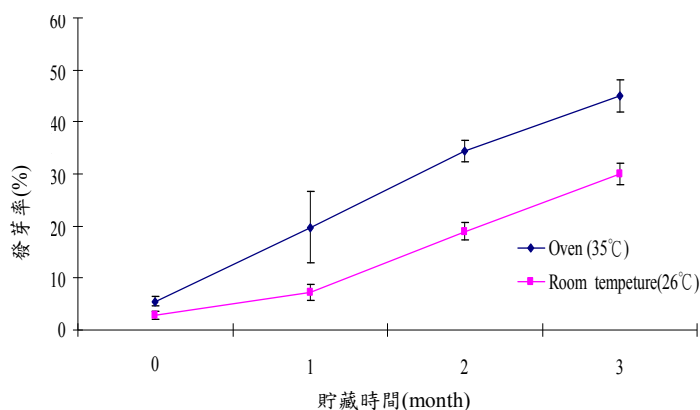


圖 1. 二種溫度乾燥之種子於貯藏期間之發芽率變化情形

Fig 1. Effect of seed storage time on germination of papaya seeds dried by oven (35°C) and room temperature (26°C). Bars represent standard error of the mean of three replicates.

表 1. 不同果實成熟度及貯藏時間對番木瓜種子發芽率的影響^z

Table 1. Effect of seed storage month and maturity on papaya seed germination.

成熟度	貯藏時間 (month)			
	0	1	2	3
L1 ^y	1.1 a ^x	3.7 b	18.4 a	28.8 a
L2	0.0 a	4.0 b	14.8 a	22.9 bc
L3	0.0 a	4.0 b	19.2 a	19.9 c
L4	1.1 a	6.9 a	15.9 a	28.1 ab
LSD	2.5	2.6	7.1	5.7

^z貯藏溫度為 8°C

^yL1 溝熟轉色、L2 溝熟、L3 綠熟轉色與 L4 綠熟

^xMeans within the same letters in a column are not significantly different by Fisher's LSD test at 5% level.

二、化學處理對種子活力的影響

利用不同 GA₃ 濃度處理番木瓜種子對種子發芽率的影響，結果如表 3，指出 GA₃ 濃度明顯影響種子發芽率，種子發芽率隨 GA₃ 濃度之增加即提高。種子以和 250 ppm GA₃ 處理後，可提高發芽率達到 50%，並顯著高於 150 和 200 ppm GA₃ 處理之 14.4、16.6 與 27.7%。

利用 1、2、3 和 4% KNO₃ 濃度浸潤 24 小時番木瓜種子，調查不同濃度對種子發芽率的影響(表 4)，指出 KNO₃ 濃度有顯著影響，KNO₃ 濃度由 1% 提高至 4%，可顯著將發芽率由 10% 提高至 17.8%。

單用 GA₃ 或 KNO₃ 對番木瓜種子的發芽率效果不高，但利用混合 200 ppm GA₃ 加 1% KNO₃ 及 100 ppm GA₃ 加 1% KNO₃ 浸潤 2、4 及 24 小時發芽率都提高可以達到 71.1~83.3%(表五)，並顯著較僅以 GA₃ 或 KNO₃ 處理者高。

表 2. 不同介質及溫度對番木瓜種子發芽率的影響

Table 2. Effect of media and temperature on germination of papaya seeds.

品種	介質	溫度 (°C)					
		20	25	30	35	25/30	25/35
台農二號	培養皿	18.8 ab ^z	31.1 bc	75.5 a	10.0a	78.8 ab	83.3 ab
	捲紙法	30.0 a	41.1 ab	81.1 a	11.1 a	88.8 a	96.6 a
	砂土	10.0 c	48.8 a	55.5 b	8.8 a	50.0 b	65.0 b
	泥炭土	11.1 bc	26.6 c	46.6 b	13.3 a	60.0 ab	73.3 ab
LSD		11.7	12.5	11.3	6.0	32.2	27.7
日陞	培養皿	26.6 b	30.0 b	54.4 b	7.7 b	58.8 b	60.0 b
	捲紙法	42.2 a	33.3 b	76.6 a	8.8 b	68.8 a	77.7 a
	砂土	28.8 b	30.0 b	58.8 ab	35.5 a	73.3 a	68.8 ab
	泥炭土	33.3 ab	61.1 a	66.6 ab	33.3 a	71.6 a	73.3 a
LSD		17.0	13.4	18.4	8.3	9.9	11.6
品種				* ^y			
介質				**			
溫度				**			
品種×介質				**			
品種×溫度				**			
介質×溫度				**			
品種×介質×溫度				**			

^zMeans within the same letters in a column are not significantly different by Fishers LSD test at 5% level.

^yn.s.,*,** indicated nonsignificant or significant at p=0.05 or 0.01, respectively.

表 3. 番木瓜種子浸於不同濃度 GA₃ 24 小時後對發芽率的影響Table 3. Germination of papaya seed after soaking 24 hours in different concentration of GA₃.

處理	濃度 (ppm)	發芽率 (%)
GA ₃	100	4.4 bc ^z
	150	16.6 bc
	200	27.7 b
	250	50.0 a
H ₂ O (CK)		1.0 c
LSD		18.3

^zMeans within the same letters in a column are not significantly different by Fishers LSD test at 5% level.

表 4. 番木瓜種子浸於不同濃度硝酸鉀 24 小時後對發芽率的影響

Table 4. Germination of papaya seed after soaking 24 hours in different concentration of KNO₃.

處理	濃度 (%)	發芽率(%)
KNO ₃	1	10.0 b ^z
	2	15.5 ab
	3	16.6 ab
	4	17.8 a

H ₂ O (CK)		1.0c
LSD		7.5

^zMeans within the same letters in a column are not significantly different by Fishers LSD test at 5% level.

表 5. 不同濃度藥劑結合處理與浸種時間對番木瓜種子發芽率的影響

Table 5. Effect of different combination chemical concentration and soaking time on germination of papaya seeds.

處理	浸種時間 (hours)	發芽率 (%)
200 ppm GA ₃ + 1% KNO ₃	2	76.6 a ^z
200 ppmGA ₃ + 1% KNO ₃	4	81.1 a
100 ppm GA ₃ + 1% KNO ₃	2	71.1 a
100 ppm GA ₃ + 1% KNO ₃	4	76.6 a
200 ppm GA ₃ + 1% KNO ₃	24	83.3 a
100 ppm GA ₃ + 1% KNO ₃	24	78.3 a
50 ppm 6-BA + 1% KNO ₃	1	32.2 b
50 ppm GA ₃ + 100 ppm 6-BA	1	61.1 a
0.7% KNO ₃ + 33.3 ppm GA ₃ + 33.3 ppm 6-BA	1	57.7 a
LSD		23.9

^zMeans within the same letters in a column are not significantly different by Fisher's LSD test at 5% level.

討 論

一、種子成熟度、含水量及發芽介質對種子發芽的影響

試驗檢測‘台農二號’不同熟度果實之種子置放於 8°C 低溫下貯藏之發芽率，綠熟至溝熟轉色之四種熟度果實間差異亦不顯著，但種子發芽率隨貯藏時間之增加而顯著提高，發芽率的提高主要受貯藏時間的影響較大。8-12%含水量應為適當之種子含水量新鮮種子，經水洗乾燥後，其休眠性仍較高，但隨貯藏時間的增加，種子休眠抑制物質的降低，而提高其發芽率。木瓜種子屬於中間性種子，乾燥溫度與種子含水量均會影響種子品質與發芽率，並較正貯型種子有較短的貯藏壽命。木瓜種子分別以 35°C 乾燥箱及以 26°C 室溫下乾燥種子至 8-12%含水量，經貯藏後，隨貯藏時間的增加，而提高其發芽率。種子含水量為 8%者與 12%者有略佳之發芽率，但經三個月貯藏後，二者間之差異則漸減，以 35°C 乾燥之種子，經三個月貯藏後，種子含水量 12%者反有較高之發芽率，此一結果說明 35°C 之溫度乾燥種子可以較在 26°C 室溫乾燥者，較快達到 8-12%含水量，可較快降低種子之呼吸作用，並減少養分消耗，但是否為造成 35°C 乾燥種子較 26°C 者有較高發芽率之原因，仍需進一步証實。許多研究(曾，1992; Christopher *et al.*, 2000)指出熱處理可以打破許多種子的休眠性，試驗結果並指出較高溫度的浸潤，可以提高種子的發芽，因此木瓜以較高溫度與 35°C 行乾燥，而有較高之發芽率。

種子發芽均有其最適溫度，曾探討木瓜最適發芽溫度，指出 19-29°C 可得最佳胚根萌芽率，27-31°C 為最短發芽日數，因此在 21-27°C 可得最大發芽率。試驗利用培養皿、捲紙法、砂土與泥炭土不同介質在不同溫度下進行的發芽試驗，指出在單一溫度下‘台農二號’與‘日陞’二品種皆在 30°C 有最高之發芽率，低於或高於 30°C 發芽率均顯著降低。但以 25/30°C 或 25/35°C 變溫，則可得到最高之發芽率，尤以‘台農二號’以捲紙法在 25/35°C 下進行之發芽試驗，其發芽率可達到 96.6%。因此變溫處理亦顯著提高木瓜種子發芽率。

二、化學處理對種子活力的影響

Nikolaeva (1977) 將種子休眠分為外在休眠(exogenous dormancy)、內在休眠(endogenous dormancy)與二者皆具的組合休眠(combined dormancy)。外在休眠屬於由種皮等外在結構形成之休眠，內在休眠則係由胚本身引起的休眠。其又可分為生理休眠、形態休眠與生理形態休眠。林氏(2009)將番木瓜種子去除外種皮其發芽率仍極低，但將外種皮其發芽率與內種皮合併去除後，發芽第 10 天，發芽率達 65 %。證明木瓜種子之種皮為影響種子發芽之原因，可能肇因於種子之構造影響水份之吸收或種皮上具有之休眠物質影響種子之發芽率。

GA₃ 為植物生長素廣泛分布在植物體並調控植物的生長發育與休眠，包括種子發育與種子發芽。GA₃ 在種子發芽之作用主要為增加胚的生長勢與誘導水解酵素的生成，進行種子代謝物的運轉及分解胚根外圍組織，促進胚根的伸長。試驗利用 250 ppm GA₃ 浸種處理，種子發芽率由未添加處理的 1 % 提高到 50 %，證明外加 GA₃ 處理，可以提高種子發

芽率。但外加 GA₃ 濃度的降低，其發芽率亦隨之降低，僅以 100 ppm 處理其效果不佳，發芽率僅及 4.4%，顯示 GA₃ 會增加細胞溶質濃度，誘導水解酵素的生成而提高種子發芽能力。提高 GA₃ 濃度高於 250 ppm 是否能再提高種子之發芽率，仍可進一步探討(Yahiro and Oryoji, 1980)。

Furutari 等人(1993)與 Naguo 等人(1986)均指出以 KNO₃ 處理可以提高種子之發芽率。試驗以 1~4%KNO₃ 濃度浸種 24 小時後，隨濃度之提高，發芽率亦可提高至 17.8%，KNO₃ 處理雖可解除番木瓜種子之休眠抑制物質，但其效果並不如 GA₃ 處理者。將番木瓜種子以 GA₃ 與 KNO₃ 二種或 GA₃、KNO₃ 與 6-BA 三種混合液浸潤 24 小時後，種子發芽率可顯著提高，以 200 ppm GA₃ 加 1% KNO₃ 浸潤 4 小時即達 81.1%，浸潤 24 小時處理者為 83.3%。顯示經 GA₃ 與 KNO₃ 二者溶液混合後之浸種僅需 2 小時，可快速解除木瓜休眠機制，促進種子之發芽。至於添加 6-BA 其效果並不如 GA₃ 與 KNO₃ 混合處理。

參 考 文 獻

- 王德男。1971。木瓜果實成熟度及其後熟作用對於種子發芽之影響。中國園藝 17:320-322。
- 邱展台、廖公益、柯天雄、戴壅發。1997。木瓜不同採收成熟度與種子貯藏時期影響種子品質及產量之研究。提升果樹產業競爭力研討會專集Ⅲ。台灣省農林廳及行政院委員會編印。P.39-44。
- 台灣農業年報。2008。行政院農業委員會農業統計刊物。
- 林亞萱。2009。番木瓜種子休眠機制與解除方法之探討。國立臺灣大學生物資源暨農學院園藝系。台北。
- 林美華。1998。木瓜種子活力測驗與儲藏行為再檢討。國立台灣大學農藝學研究所碩士論文。台北。
- 施佳宏。1995。木瓜種子休眠貯藏及活力測定法之探討。國立台灣大學農藝學研究所碩士論文。台北。
- 施佳宏、郭華仁。2004。番木瓜果實成熟度與種子發芽能力。植物種苗 6:43-53。
- 郭華仁。1988。木瓜種子的休眠、貯藏壽命與活力檢驗。園藝種苗產銷技術研討會專刊。種苗改良繁殖場。台中市。P.31-40。
- 陳威臣。1994。木瓜種子微細構造及發芽試驗法之探討。國立台灣大學農藝學研究所碩士論文。台北。
- 曾美倉。1991。GA 濃度及處理時間對木瓜種子發芽促進之影響。國立台灣大學農學研究院報告 31:31-39。
- 曾美倉。1992。溫度對木瓜種子發芽之影響。中華農學會報 158:29-45。
- Badek, B., B. Duijn, and M. Grzesik. 2006. Effects of water supply methods and seed moisture

- content on germination of China aster (*Callistephus chinensis*) and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds. *Europ. J. Agronomy* 24 : 45-51.
- Christopher B. W., H. W. Pritchard, and D. Amritphale. 2000. Desiccation-induced dormancy in papaya (*Carica papaya* L.) seeds is alleviated by heat shock. *Seed Sci. Res.* 10: 135-145.
- Chow, Y. J. and C. H. Lin. 1991. p-Hydroxybenzoic acid as the major phenolic germination inhibitor of papaya seed. *Seed Sci. Tech.* 19: 167-174.
- Furutani, S. C., M. A. Nagao, and F. Zee. 1993. Improvement of papaya seedling emergence by KNO₃ treatment and afterripening. *J. Haw. Pac. Agric.* 4: 57-61.
- Furutani, S. C. and M. A. Nagao. 1989. Influence of preconditioning temperatures on papaya seed germination. *J. Haw. Pac. Agric.* 2: 22-23.
- Nagao, M. A. and S. C. Furutani. 1986. Improving germination of papaya seed by density separation, potassium nitrate, and gibberellic acid. *Hort Sci.* 21: 1439-1440.
- Nikolaeva, M.G. 1977. Factors controlling the seed dormancy pattern. p. 51-74. *In* A.A. Khan (ed.) *The Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination*. North Holland Publishing, Amsterdam, The Netherlands.
- Roberts, E. H. 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed Sci. Tech.* 1: 499-514.
- Yahiro, M. 1979. Effects of seed-pretreatments on the promotion of germination in papaya, *Carica papaya* L.. *Mem. Fac. Agric. Kagoshima Univ.* 15 : 49-54.
- Yahiro, M. and Y. Oryoji. 1980. Effect of gibberellin and cytokinin treatments on the promotion of germination in papaya, *Carica papaya* L., seeds. *Mem. Fac. Agric. Kagoshima Univ.* 16: 45-51.

Effect of Fruit Maturity, Seed Moisture Content, Medium and Chemicals on Papaya (*Carica papaya* L.) Germination

Thi-Huyen Nguyen¹⁾ Woo-Nang Chang²⁾ Yu Sung³⁾ Chiu-Yen Wang⁴⁾

Key words: Papaya, Seed moisture content, Germination

Summary

The germination of papaya seed was significantly affected by fruit maturity and was significantly improved by increasing seed storage period. Seeds dried by 35°C with 3 months storage had 45% germination which was significant higher than 35% of seed dried by 26°C. However, the optimum temperature in seed germination was 30°C, the germination percentage of 'Tainong 2' could be raised to 88.8 and 96.6% at 25/30°C and 25/35°C, respectively. Seeds incubating at 37°C and using GA₃, KNO₃ could improve seed germination percentage. It showed that mixture of GA₃ and KNO₃ solution had great germination percentage compared to use GA₃ and KNO₃ alone.

1) Graduate student, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Adjunct professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

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

4) Research assistant, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.