

四品種辣椒果實成熟過程種子之生長情形

西志村彩¹⁾ 宋好²⁾

關鍵字：辣椒、種子乾重、種子發芽率、導電度、澱粉含量

摘要：‘麗香’、‘朱雀’、‘黃金’辣椒及‘黃果’朝天椒為本試驗材料，果實具不同生長方向(向上或向下)及顏色，調查辣椒果實生長過程中種子活力變化情形，以確定採收條件，生產高品質辣椒種子。四品種辣椒種子乾重於開花後 30~60 天顯著增加，種子含水量於開花後 50~60 天顯著下降，生理上最高成熟期為開花後 60 天，其後進入乾燥階段。於開花後 60 天種子發芽率顯著增加為 90% 以上，開花後 70~80 天種子者則無顯著差異。開花後 60 天種子之導電度值顯著高於開花後 70~80 天者。由本試驗了解，四品種辣椒開花後 70 天採收(果實完全轉色後 10 天)之種子才能達到最高活力，生產高品質種子。

前 言

番椒(*Capsicum annuum* L.)屬茄科，一年生草本植物，原產於中南美洲熱帶地區。番椒包括甜椒及辣椒，不同品種辣椒有不同程度辣味，為重要香辛類蔬菜，可供生食、加工製成辣椒醬等。辣椒果實為圓錐形或長圓形，果實生長方向有向上及向下之分，成熟後呈紅色、橘色、黃色或紫色等。

番椒為連續開花結果作物，所以同一個植體中可看到不同成熟度的果實，採收果實時可採收不同成熟度之果實，使同一批中收穫種子有不同的品質(Vidigal *et al.*, 2009)。種子品質直接影響種苗生產，活力低的種子因發芽率低，導致單位栽培面積內種子使用量增加。了解果實成熟過程中種子何時達到最高活力，以決定適當採收時間為種子生產上重要之關鍵，建立農業生產基礎。

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。
2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

本試驗研究以紅色辣椒品種‘麗香’、‘朱雀’及黃色辣椒品種‘黃金’、‘黃果’朝天椒為研究材料，且相同顏色品種果實生長方向不同，故需瞭解不同果皮顏色及果實生長方向之辣椒果實成熟過程生理上變化及其對種子活力之影響，以確定採收的最佳條件，生產高品質辣椒種子。

材料與方法

一、試驗材料

供試辣椒(*Capsicum annuum* L.)為‘麗香’、‘朱雀’(農友種苗公司)‘黃金’(生生種子公司)與‘黃果’朝天椒‘HV-149’(農友1210)(農友種苗公司)等四品種，其中果實顏色紅色的品種為‘麗香’辣椒及‘朱雀’辣椒，‘麗香’辣椒生長方向向下，‘朱雀’辣椒之生長方向為向上。果實顏色黃色的品種為‘黃金’辣椒及‘黃果’朝天椒，而‘黃金’辣椒生長方向向下，‘黃果’朝天椒之生長方向為向上。

二、植株栽培

1. 育苗

將供試驗辣椒種子播於72格PE圓孔穴盤，穴盤大小為54×28×4 cm，每格穴盤播種2粒種子。介質採用泥炭土(Bio-Mix Potting substrate 110 B, Tref, The Netherlands)、蛭石及真珠石(南海3號，購自振詠興業有限公司)以8:1:1比例混拌均勻裝填於穴盤中，育苗於中興大學園藝學系蔬菜室溫室內進行培育。幼苗期每週施用1500倍尿素，於達2片本葉時進行間拔留1株，育苗期間依照植物保護手冊推薦方式適時施用藥劑防治病蟲害。

2. 定植及栽培

於2010年10月於溫室內6到8片本葉幼苗移植至八寸黑軟盆中，每一品種15株。介質採用泥炭土(Bio-Mix Potting substrate 110 C, Tref, The Netherlands)、蛭石及真珠石(南海3號，購自振詠興業有限公司)以8:1:1比例混拌均勻。定植前施用台肥43號肥料為基肥，生長期間每週施用1000倍尿素或Peters(20-20-20)(Scotts-Sierra Horticultural Products Company, U.S.A.)，以葉面噴施作為追肥。植株於2010年11月~2011年5月開始開花，將第一及第二分叉之果及以下側芽全部摘除，植株第三分叉花開花當日掛花牌，於辣椒果實生長不同天數採收，供試驗使用。

三、辣椒果實處理

於開花後30天到70天，每10天分別採收辣椒果實，直接剖取種子，每品種每處理隨機採收12個辣椒，共三重覆。種子乾燥至含水量約9%，供試驗使用。成熟度外觀分別為(1)綠熟果: 果皮呈綠色的階段(開花後30到40天)，(2)轉色果: 果皮由綠色到紅色或黃色的轉色階段(開花後50天)，(3)紅或黃熟果: 果皮呈紅或黃色的成熟階段(開花後60到

70 天)，(4)紅或黃熟果乾燥階段：果皮呈紅或黃色、開始乾燥的階段(開花後 80 天)。

四、調查項目及方法

(一)果實生長過程中果實及種子生長情形調查

取果實及其內種子分別秤重，每處理取樣 6 個果實，每處理三重覆。

(1)果實大小：測果實長度及果徑，單位為 mm。秤果實鮮重，單位為 g。

(2)種子重量：秤其種子乾重，單位為 mg。

(3)種子含水量：以國際種子檢查規則 (International Rules for Seed Tasting, 2003) 將 0.1 g 種子秤重後，置於 $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 之烘箱中，烘乾 17 ± 1 小時後取出，秤其乾重、計算含水量。

(二)種子活力之檢測

(1)發芽試驗

取 20 粒種子置於內置濕濾紙(55 mm, Advantec)之 5.5 cm 培養皿內，加 2 ml 去離子水，於 25°C 生長箱中黑暗下進行發芽試驗。試驗期間保持濾紙濕潤，每日計算發芽粒數(胚根突破種皮即視為發芽)，期間為 14 天，每處理三重覆，每重覆 20 粒種子。調查項目包括最終發芽百分率及平均發芽天數，計算公式如下：

最終發芽百分率(final germination percentage, FGP)

$$\text{FGP}(\%) = (\sum \text{GN}_i / \text{GN}) \times 100$$

GN_i ：第 i 天發芽之種子數

GN ：試驗種子數

I ：1、2... 至發芽調查結束日

平均發芽天數(mean days to germination, MDG)

$$\text{MDG}(\text{days}) = \sum (i / \text{GN}_i) / \sum \text{GN}_i$$

GN_i ：第 i 天發芽之種子數

I ：1、2... 至發芽調查結束日

(2)導電度

取 10 粒種子放入試管(15×105 mm，直徑×高)中，加入 5 ml 去離子水，於 25°C 下浸潤 4 天，以電導度計(conductivity meter model SC-170, Suntex, Taipei, Taiwan)讀取電導度值，每處理六重複，一重覆十粒種子，計算種子之滲漏量。

(三)種子內含物測定

1.碳水化合物

將種子取出烘乾磨粉，取 0.1 克置於 30 ml 離心管中，加入 10 ml 蒸餾水以 30°C 恆溫水浴振盪 3 小時，以 15,000 rpm 25°C 下離心 20 分鐘，取上清液測定全可溶性糖含量；離心下層之沉澱物，置於 70°C 烘箱過夜，以供澱粉含量測定 (Yoshida *et al.*, 1976)。每處理三重覆。

(1)全可溶性糖之測定

取上述離心後的上清液 5 ml，加入 1 ml 6N HCl，放入 70°C 水浴振盪 15 分鐘，取出

後迅速冷卻。取 0.1 ml 加入取離子水 1.9 ml 後振盪均勻，取 2 ml 混合液加入 0.1 ml 液態石碳酸(liquid phenol)及 6 ml 濃硫酸，振盪均勻。靜置 30 分鐘後，利用分光光度計(U-2900, HITACHI)測定 490 nm 波長吸光值。以 0.5 $\mu\text{mole/ml}$ D-glucose 為標準液，計算樣品全可溶性糖含量。每處理三重覆。

(2)澱粉之測定

取上述烘乾之樣品粉末，加入 2 ml 離子水，放入 100°C 水浴振盪 15 分鐘，取出後迅速冷卻。加入 2 ml 9.2N HClO_4 振盪 15 分鐘後加入 6 ml 取離子水，定量至 10 ml。於 25°C 以 15,000 rpm 離心 10 分鐘後，取上層液 0.1 ml 加入 1.9 ml 去離子水。將 2 ml 混合液加入 0.1 ml 液態石碳酸(liquid phenol)及 6 ml 濃硫酸，振盪均勻。靜置 30 分鐘後，利用分光光度計(U-2900, HITACHI)測定 490 nm 波長吸光值。以 0.5 $\mu\text{mole/ml}$ D-glucose 為標準液，計算樣品澱粉含量。每處理三重覆。

2.蛋白質含量

將 Lowry(1951)之方法加以修改，將 0.1 克種子取出烘乾磨粉，取置於 30 ml 離心管中，加入 5 ml 萃取液(內含 40 mM Tris-HCl, 1mM ethylenediaminetetraacetic acid disodium salt-2-hydrate(EDTA), 0.5 mM 1,4-dithiothreitol(DTT), 100 mM MgCl_2 , 2-13-mercaptoethanol, 0.2% polyvinylpyrrolidone-40(PVP))，以 15,000 rpm 4 °C 下離心 20 分鐘，取 50 μl 上清液，加入 5 ml 蛋白質染劑 (Bio-red) (稀釋 4 倍)，振盪均勻。靜置 30 分鐘後，利用分光光度計(U-2900, HITACHI)測定 595 nm 波長吸光值。每處理三重覆。

五、統計分析

試驗數據採用 SAS 套裝軟體 9.1 版(SAS Insbitue, Cary, NC)中的 PROC ANOVA (analysis of variance procedure)進行變方分析($\alpha = 0.05$)，各處理間平均值的比較以 \pm SE 表示。

結 果

(一)不同成熟度對辣椒果實形態及種子品質影響

‘麗香’辣椒開花後每十天調查果實生長情形，果實形態、種子重量及種子品質如圖 1，果長(A)以開花後 30~70 天顯著增加，70 天達顯著最高以後維持穩定。果實重量(B)以開花後 30~40 天顯著上升，40 天以後較穩定。種子乾重(C)於開花後 30~50 天顯著增加，開花後 60 天達顯著最高，以後顯著差異，種子含水量(SMC)於開花後 30 天含水量為 64.8%，開花後 40~50 天顯著下降，到開花後 50 天達顯著最低，含水量為 37.0%，之後無顯著變化。發芽率(D)方面，於開花後 50 天種子發芽率為 53.3%，還未達到最高發芽率，開花後 60 天種子發芽率顯著增加為 91.7%，開花後 70~80 天種子無顯著差異。種子浸水觀察水

溶液導電度(EC)，於開花後 30 天為 273.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，開花後 40 天顯著增加至 467.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，以後至開花後 70 天顯著下降為 45 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 達最低種子 EC 值，之後無顯著變化。

‘朱雀’辣椒開花後每十天調查果實生長情形，果實形態及種子品質如圖 2，果長(A)於開花後 50 天達顯著最高為 74.0 mm，到開花後 70~80 天顯著下降為 63.1 及 62.7 mm。果實重量(B)以開花後 50 天最高，開花 50~80 天顯著下降分別為 4.9 及 3.2 g。種子乾重(C)依開花後天數增加種子乾重顯著增加，直到開花後 60 天達顯著最高為 7.9 mg，之後開花後 60~70 天則顯著下降，種子含水量(SMC)於開花後 30 天為 65.8 % 顯著高於其他開花天數，到開花後 50 天顯著下降為 39.2 %，之後無顯著變化。發芽率(D)於開花後 30~40 天種子還無發芽能力，開花後 50~60 天則顯著增加 29.1 至 98.3 % 達顯著最高，其後開花後 70~80 天則與 60 天相同無顯著差異。種子浸水導電度(EC)於開花後 30 天顯著最高為 520.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，開花後 30~60 天則有顯著下降趨勢，以開花後 70~80 天達顯著最低分別為 63.2 及 69.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。

‘黃金’辣椒開花後每十天調查果實生長情形，果實型態及種子品質如圖 3，果長(A)隨開花後天數增加皆有顯著增加，以開花後 80 天達顯著最高為 102.0 mm。果實重量(B)以開花後 30~50 天顯著上升，以後較穩定。種子乾重(C)以開花後 30 天為 2.8 mg 顯著最低，開花後 50 天顯著增加為 7.5 mg，其後 50~80 天無顯著變化，以開花後 80 天種子乾重最重達 8.3 mg，種子含水量(SMC)於開花後 30 天顯著最高為 73.1 %，開花後 60 天顯著下降至 37.4 %，之後 70~80 天無顯著變化。發芽率(D)於開花後 30~40 天種子還無發芽能力，於開花後 50 天顯著增加為 78.3 %，開花後 60~80 天種子發芽率達顯著最高，於 96.7 % 附近，無顯著差異。種子導電度(EC)於開花後 30~50 天有顯著上升再下降變化，直到開花 70~80 天達顯著最低其種子 EC 質維持在 102.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。

‘黃果’朝天椒開花後每十天調查果實生長情形，果實形態及種子品質如圖 4，果實長度(A)開花後 30 到 40 天顯著增加，分別為 59.7 及 64.4 mm，開花後 40 天達顯著最高其後開花天數 50~80 天無顯著變化。果實重量(B)變化趨勢與果實長度相同，而果徑則依開花後天數增加，有顯著增加趨勢，以開花後 80 天達顯著最高為 12.4 mm。種子乾重(C)隨開花後天數增加種子乾重顯著增加，開花後 60 天達顯著最高為 7.4 mg，之後開花後 60~70 天則顯著下降。種子含水量(SMC)於隨開花後天數增加有顯著下降趨勢，開花後 60~80 天達顯著最低皆維持在 38.3 % 附近無顯著差異。種子發芽率(D)部分，開花後 50 天種子開始有發芽能力，其中開花後 60 天達顯著最高為 98.3 %，開花後 60~80 天維持相對較高無顯著差異，種子導電度(EC)以開花後 30~40 天達顯著最高分別為 399.4 及 506.9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，開花後 40~60 天顯著下降，以開花後 70~80 天達顯著最低為 63.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，之後無顯著變化。

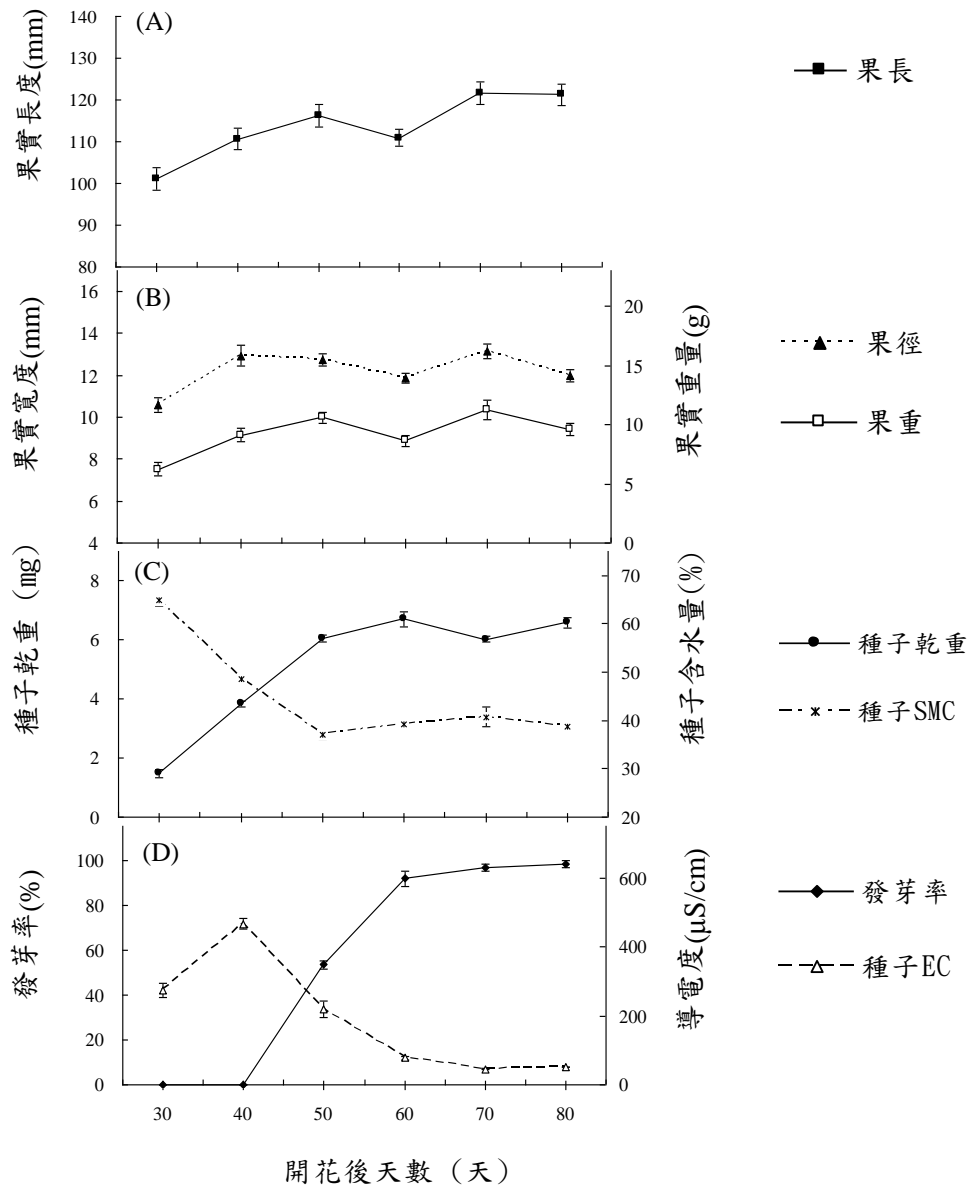


圖 1. ‘麗香’ 辣椒開花後不同天數果實之果長(A)、果徑及果重(B)、種子乾重及含水量(C)、發芽率及導電度(D)

Fig. 1. The fruit length(A), fruit width and fresh weight(B), seed dry weight and moisture content(C), germination rate and electrical conductivity of seed(D) of ‘Beauty zest’ pepper fruit after flowering 30 to 80 days. Vertical bars represent ± SE(N=6)

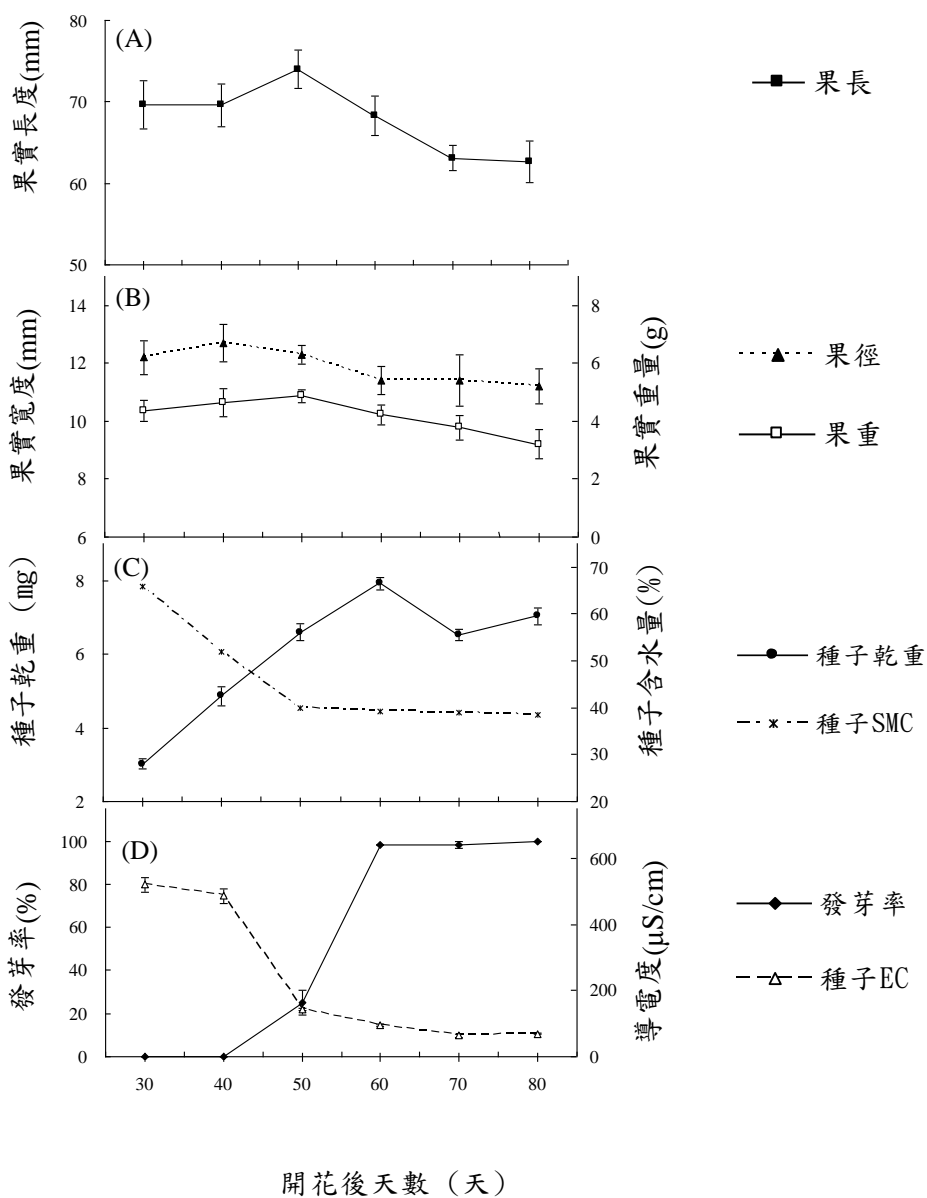


圖 2. ‘朱雀’ 辣椒開花後不同天數果實之果長(A)、果徑及果重(B)、種子乾重及含水量(C)、發芽率及導電度(D)

Fig. 2. The fruit length(A), fruit width and fresh weight(B), seed dry weight and moisture content(C), germination rate and electrical conductivity of seed(D) of ‘KY Chivalry’ pepper fruit after flowering 30 to 80 days. Vertical bars represent \pm SE(N=6)

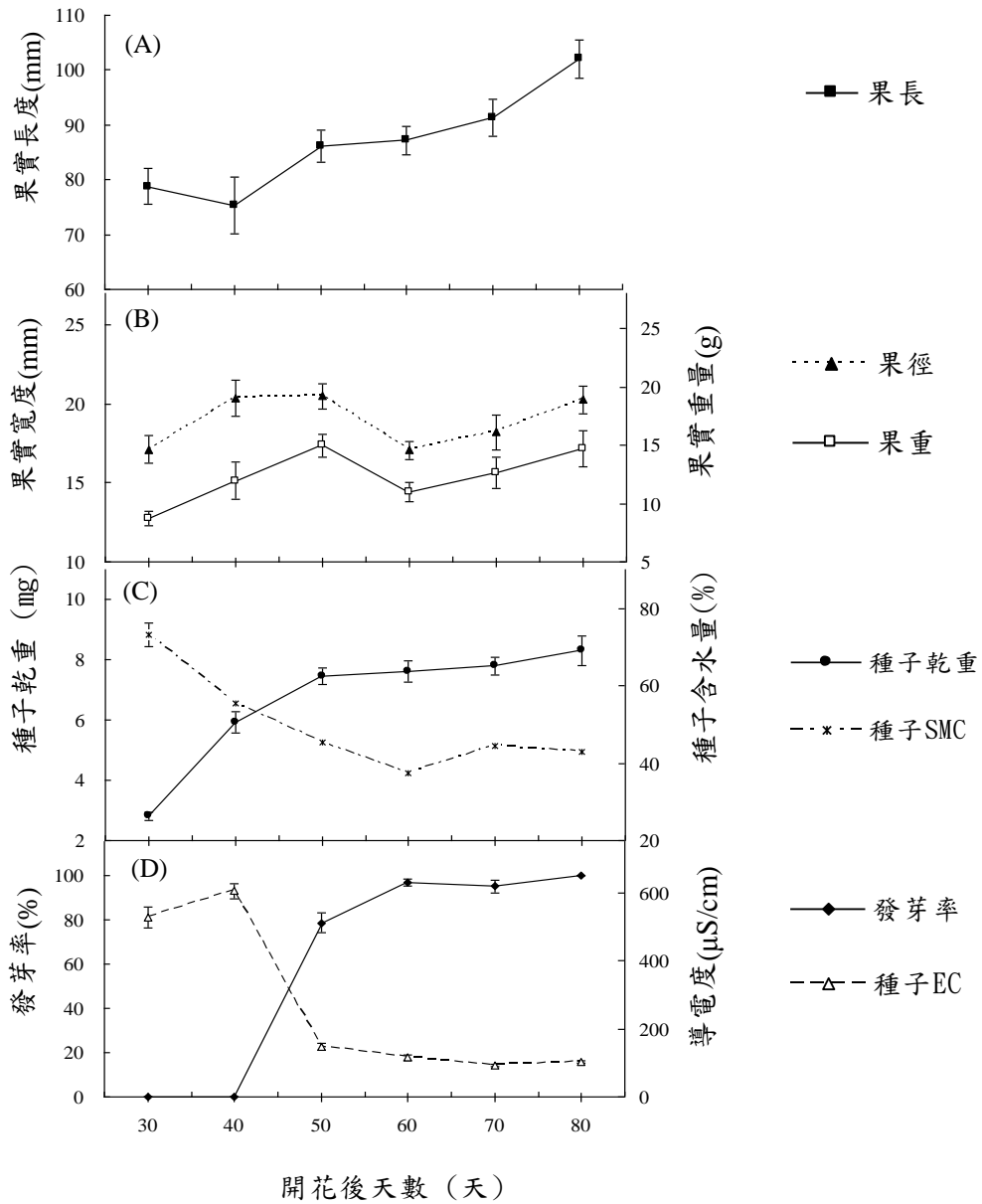


圖 3. ‘黃金’ 辣椒開花後不同天數果實之果長(A)、果徑及果重(B)、種子乾重及含水量(C)、發芽率及導電度(D)

Fig. 3. The fruit length(A), fruit width and fresh weight(B), seed dry weight and moisture content(C), germination rate and electrical conductivity of seed(D) of ‘Golden heat’ pepper fruit after flowering 30 to 80 days. Vertical bars represent ± SE(N=6).

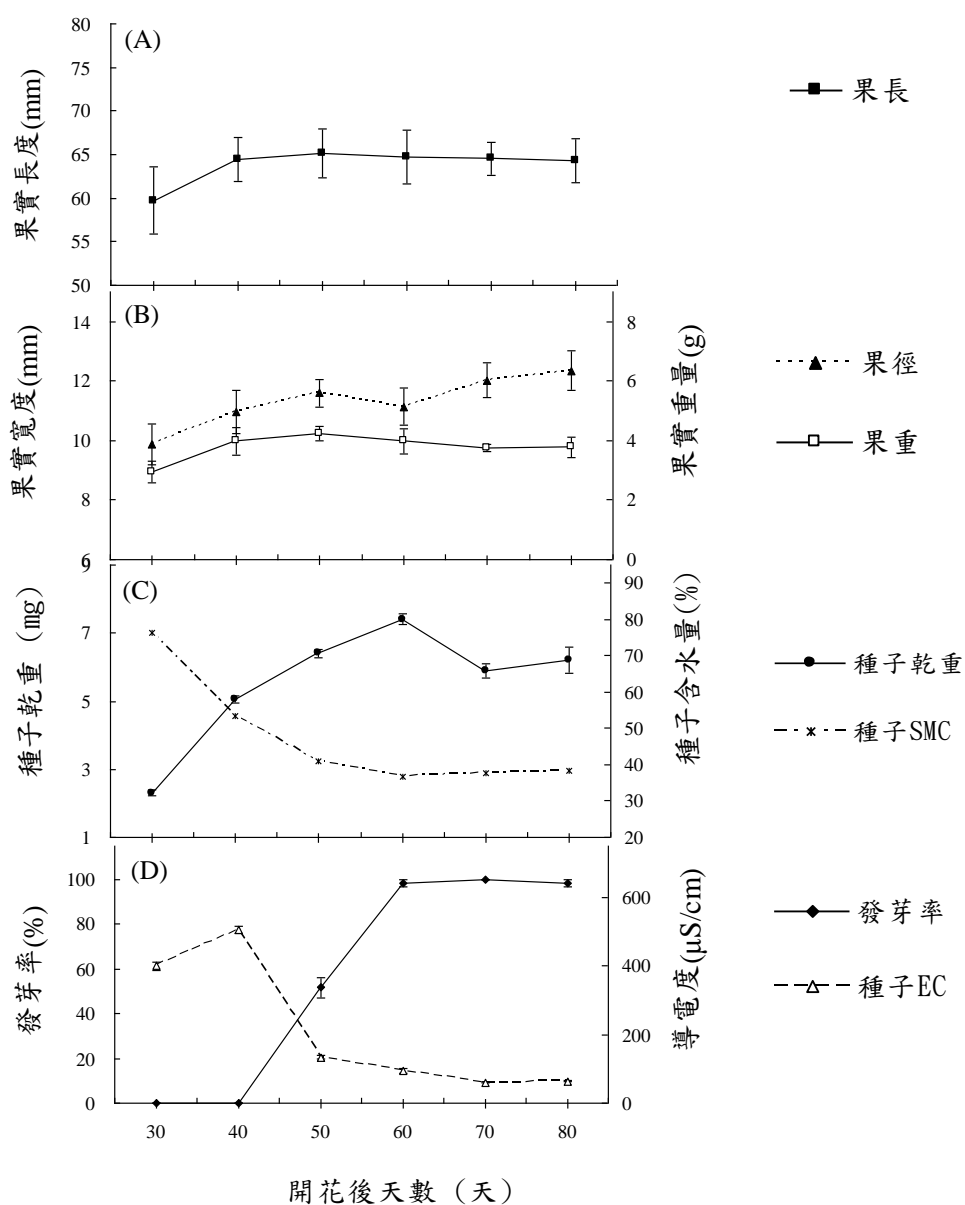


圖 4. ‘黃果’ 辣椒開花後不同天數果實之果長(A)、果徑及果重(B)、種子乾重及含水量(C)、發芽率及導電度(D)

Fig. 4. The fruit length(A), fruit width and fresh weight(B), seed dry weight and moisture content(C), germination rate and electrical conductivity of seed(D) of ‘Yellow Fruit’ pepper fruit after flowering 30 to 80 days. Vertical bars represent \pm SE(N=6)

(二)、四品種辣椒果實生長過程中種子內碳水化合物及蛋白質含量

‘麗香’及‘朱雀’辣椒果實生長過程中種子內碳水化合物及蛋白質含量如圖 5，麗香辣椒(A)種子內澱粉含量在開花後 30 天顯著高於其他開花天數之種子，開花後 40 天顯著下降，開花後 50~80 天種子內澱粉含量維持穩定無顯著變化。於果實成熟過程中可溶性糖含量變化不大。種子內蛋白質含量於開花後 30 天為 12.4 mg/g，顯著低於其他開花天數所採收之種子，於開花後 40 天種子顯著增加至 25.1 mg/g，開花後 50~80 天種子蛋白質含量些微下降，但無顯著差異。

‘朱雀’辣椒(B)種子內澱粉含量開花後 40~60 顯著增加，開花後 60 天者達顯著最高為 2.1 mg/g，開花後 70 天者則顯著下降為 1.3 mg/g，之後無顯著變化。可溶性糖與澱粉變化趨勢一樣，開花後 40~60 天顯著增加，以 60 天達顯著最高為 0.56 mg/g，開花 70 天則顯著下降。蛋白質含量以開花後 40 達顯著最高為 34.5 mg/g，開花後 50 顯著下降為 26.6 mg/g，之後開花後 60~80 天無顯著變化。

‘黃金’辣椒(C)種子內澱粉含量以開花後 30 天顯著最高為 1.7 mg/g，開花後 80 天顯著下降為 1.35 mg/g。可溶性糖含量於開花後 30~80 天顯著下降，其含量介於 0.5~0.4 mg/g。蛋白質含量以開花後 30~40 天顯著增加為 28.9 mg/g，以開花後 60 天達顯著最高為 29.9 mg/g，開花後 70~80 天呈現下降趨勢。

‘黃果’朝天椒(D)種子內澱粉含量於開花後 50 天達顯著最高為 0.8 mg/g，開花後 60~80 天維持在 0.79~0.82 mg/g 之間無顯著變化。可溶性糖部分開花後 30 天顯著低於其它天數種子含量為 0.4 mg/g，於開花後 50 天顯著增加至 0.6 mg/g，之後下降，於開花後 60~80 天無顯著變化。蛋白質含量以開花後 30 天顯著最低，開花後 40 天達顯著最高為 28.0 mg/g，開花後 50 天則顯著下降，開花後 50~80 天維持在 21.4~20.9 mg/g 間無顯著變化。

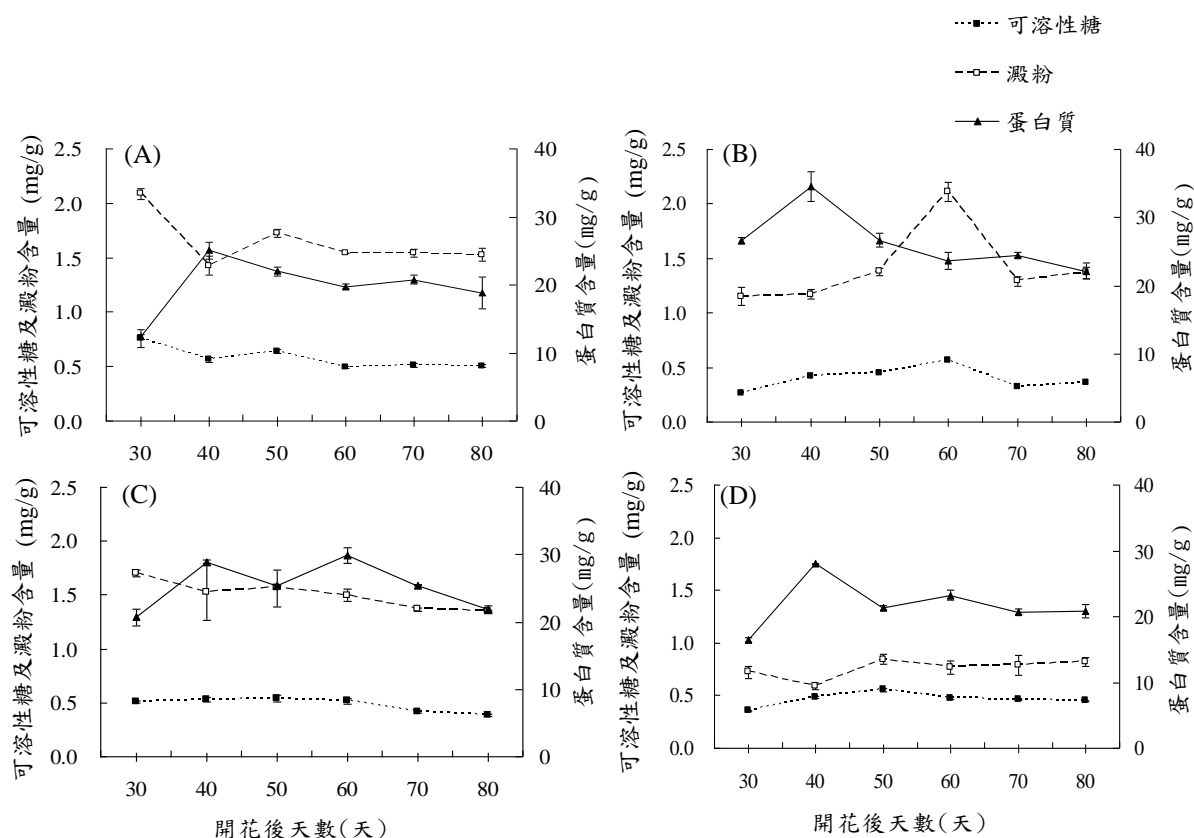


圖 5. ‘麗香’(A) 、‘朱雀’(B) 、‘黃金’(C)辣椒及‘黃果朝天椒’(D)果實生長過程中種子內碳水化合物及蛋白質含量

Fig. 5. The soluble sugar, starch content and protein content of seed of ‘Beauty zest’ (A), ‘KY Chivalry’ (B), ‘Golden heat’(C), and ‘Yellow Fruit’ (D) pepper fruit after flowering 30 to 80 days. Vertical bars represent \pm SE(N=6)

討 論

關於果實成熟和種子活力關係有二種假說，一為種子品質達生理上的最高成熟期，以後種子活力下降原因為種子開始老化(Harrington, 1972)；另一種說法是種子品質達生理上的成熟期後仍持續增加種子品質(Kamesawa *et al.*, 1991)。種子生理上的最高成熟期為種子乾重達到最高時候，但是生理上的最高成熟期和種子品質最高時不一定相同，每種作物及品種有不一樣的生理特性。甜椒種子‘California Wonder’於 Mass maturity 期(達到種子乾重最高)前 10 天開始增加發芽率、萌芽率及貯藏性，種子於 Mass maturity 期後 12 天種子品

質達到最高，顯示甜椒種子於 Mass maturity 期後所採收之種子可提高種子品質(Demir and Ellis, 1992)。本試驗中果實成熟伴隨種子乾重提高，四品種辣椒種子乾重於開花後 30~60 天顯著增加，但以後較穩定，辣椒種子含水量到開花後 50~60 天顯著下降，即種子到開花後 60~70 天已經開始乾燥階段，進入生理上最高成熟期。發芽率方面於開花後 60 天種子顯著增加為 90% 以上，開花後 70~80 天種子無顯著差異。此實驗結果與前述學者第一個假說：‘種子品質達生理上的最高成熟期，以後種子活力下降原因為種子開始老化(Harrington, 1972)之情形不同，發芽試驗結果也無表現‘種子品質達生理成熟期後持續增加種子品質’的情形；導電度試驗符合‘種子品質達生理成熟期後持續增加種子品質’之結果(Kamesawa *et al*, 1991)。導電度試驗為種子活力試驗的一種，種子活力增加與膜完整性有關，維持細胞膜以及細胞質中各種膜系統正常功能的條件為膜系統之完整性和穩定性，如能維持正常有選擇性通透的功能，以及可改變細胞容積，才能提供一個良好的生化反應場所，保持其種子活性(王，2006；Harwood, 1980)。根據本試驗結果，四品種辣椒中‘麗香’、‘黃金’辣椒及‘黃果’朝天椒 EC 值於 30~50 天有顯著上升再下降變化，直到開花後 70~80 天達顯著最低及維持穩定。因種子成熟初期為組織大量分化形成期間，種子內細胞膜還未完整，種子內物質容易滲漏到水溶液中導致導電度上升。且於開花後 40 天種子內物質合成開始增加但種皮構造還未完整，所以導致開花後 40 天顯著高於開花後 30 天，40 天後其導電度下降。此結果與 Cao *et al.*(2000)一致，玉米種子成熟度越高，種子活力顯著上升，但到授粉後 34~38 天種子導電度突然上升。可推測授粉 34 天因為種子還未成熟，種子內含物質不多，且種皮構造還未完整，從種子內含物質析出較少，但在授粉後 38 天時因種子內的內含物累積較多而種皮細胞膜構造還未完整，所以授粉後 34~38 天後導電度上升，之後下降。

本試驗中生長方向向下的‘麗香’及‘黃金’辣椒澱粉含量以開花後 30 天含量最高，到開花後 50 天為轉色期，果實及種子將要達到成熟階段，糖及澱粉有顯著下降，直到開花 60 天以後，種子達到生理成熟階段，此時種子乾重也達到最高，糖及澱粉含量維持較穩定。生長方向向上的‘朱雀’辣椒及‘黃果’朝天椒澱粉含量以開花後 50 及 60 天達顯著最高，以後下降。由此結果推測碳水化合物累積情形與果實生長發育相關，生長方向向下之辣椒碳水化合物由果實運移至種子較快，相反生長方向向上辣椒碳水化合物運移較慢。蛋白質方面四品種辣椒皆在開花後 30 天種子內蛋白質含量較少，直到開花後 40~60 天蛋白質含量達顯著最高，60 天後含量逐漸下降趨於穩定。開花後 30 天種子內蛋白質含量較少原因為果實還在生長階段，果實轉色期期間蛋白質含量達到最高，60 天後為種子達生理成熟及乾重累積最高階段，此時期蛋白質含量趨於穩定。

本試驗結果得知，四品種辣椒開花後 60 天種子還未達到最高活力，因此建議開花後 70 天採收(果實完全轉色後 10 天)之種子才能達到最高活力，生產高品質種子。

參 考 文 獻

- 王秋雁。2006。影響北蔥種子貯藏壽命因素研究。國立中興大學園藝系碩士論文。
- Cao, D. D., J. Hu, S. J. Zhu, W. M. Hu, and A. Knapp. 2010. Relationship between changes in endogenous polyamines and seed quality during development of *sh2* sweet corn (*Zea mays* L.) seed. *Sci. Hort.* 123: 301-307.
- Cicero, S. M., R. V. Schoor, and H. Jalink. 2009. Use of chlorophyll fluorescence sorting to improve soybean seed quality. *Rev. Bras. Sementes* 31: 145-151.
- Demir, I. and R. H. Ellis. 1992. Development of pepper (*Capsicum annuum*) seed quality. *Ann. Appl. Biol.* 121: 385-399.
- Harrington, J. F. 1972. Seed storage and longevity. In: Kozlowski TT, ed. *Seed Biology*. Vol. III. Academic Press. New York. pp.145-245.
- Harwood, J. L. 1980. *The biochemistry of plant*. Vol. 4. Academic press. New York. pp.36.
- I.S.T.A. 2003. International rules for Seed tasting. *Seed Sci. Technol. Supplement.* 1: 81-88.
- Jalink, H., R. V. Schoor, A. Frandas, and J. G. Pijlen. 1998. Chlorophyll fluorescence of *Brassica oleracea* seeds as a non-destructive marker for seed maturity and seed performance. *Seed Sci. Res.* 8: 437-443.
- Jong, H., J. H. W. Bergervoet, H. Jank, M. Klooster, S. Du, R. J. Bino, H. W. M. Hilhorst, and S. P. C. Groot. 2000. Cucumber (*Cucumis sativus* L.) seed performance as influenced by ovule position. *Seed Sci. Res.* 10: 435-445.
- Kameswara, Rao., N. S. Appa-Rao, M. H. Mengesha, and R. H. Ellis. 1991. Longevity of pearl millet (*Pennisetum glaucum*) seeds harvested at different stages of maturity. *Ann. Appl. Biol.* 119: 97-103.
- Lichtenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthesis. *Methods Enzymol.* 148: 350-352.
- Lowry, D. H., N. J. Rosebrough, A. L. Farr, and R. J. Randal. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193: 265-275.
- Nobel, P. S. 1970. *Plant cell physiology: a physiological approach*. Freeman San Francisco, pp.267
- Steckel, J. R. A., D. Gray, and H. R. Rowse. 1989. Relationships between indices of seed maturity and carrot seed quality. *Ann. Appl. Biol.* 114: 177-183.
- Yoshida, S., D. A. Forno, J. H. Cock, K. A. Gomez. 1976. *Laboratory manual for physiological studies of rice*. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines. pp. 46-49.

Effect of Maturity on the Seed Germination of Hot Pepper(*Capsicum annuum* L.)

Aya Nishishimura¹⁾ Yu Sung²⁾

Key words: Hot pepper, Maturity, Seed vigour, Conductivity, Protein

Summary

Four cultivars of hot pepper, 'Beauty zest', 'KY Chivalry', 'Golden heat' and 'Yellow Fruit', were used in this study. The fruit of the hot peppers are of different colors and have different growth directions (up or down). To produce high-quality pepper seeds, the optimal maturity conditions for seed harvest were explored. The dry weight of the seeds of the 4 hot peppers was increased significantly 30–60 days after flowering, and the seed moisture was decreased significantly 50–60 days after flowering. The physiological maturity of the seeds was greatest at 60 days after flowering, and the seeds then entered the drying stage. The germination rate of seeds harvested 60 days after flowering was significantly increased to above 90%; while the germination rate of seeds harvested 70–80 days after flowering was not significantly different compared to the seeds harvested at 60 days. The conductivity of seeds harvested 60 days after flowering was higher than that of seeds harvested 70–80 days after flowering. This study revealed that seeds harvested at 70 days after flowering have the highest seed vigor in the 4 cultivars of hot pepper.

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

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