

# 溫度和 GA<sub>3</sub> 對芹菜種子發芽之影響<sup>1</sup>

趙秀芳<sup>2</sup>、黃登軒<sup>3</sup>、顏永福<sup>3</sup>

## 摘 要

趙秀芳、黃登軒、顏永福。溫度和 GA<sub>3</sub> 對芹菜種子發芽之影響。台南區農業改良場研究彙報 51：57 - 68。

採用‘千芳’、‘西螺芹’及‘黃心芹’等三個芹菜品種，予以不同溫度處理，進行種子發芽試驗。‘千芳’及‘西螺芹’兩個芹菜品種種子發芽最適溫為 10℃至 20℃，‘黃心芹’發芽最適溫為 10℃至 25℃。10℃處理的種子其發芽遲緩，當發芽溫度達 30℃時均不發芽。

利用不同濃度的 GA<sub>3</sub> 溶液處理，‘西螺芹’品種以 GA<sub>3</sub> 1000 ppm 最終發芽率達 87.7%；‘千芳’品種以 GA<sub>3</sub> 1500ppm 處理，最終發芽率達 82.3%；‘黃心芹’品種以 GA<sub>3</sub> 1500ppm 處理，最終發芽率為 54.3%。

因此以溫度 20℃處理，對‘千芳’、‘西螺芹’及‘黃心芹’等三個芹菜品種，均可獲得較高的種子發芽率。而以 GA<sub>3</sub> 處理供試之三個芹菜品種種子雖可提早發芽，但對發芽率之提升並無顯著作用。

**關鍵詞：**芹菜、發芽、溫度、GA<sub>3</sub>

接受日期：2009 年 4 月 14 日

## 前 言

芹菜(*Apium graveolens* L.)為繖形花科(Umbelliferae)繖形芹屬，形成肥嫩葉柄的二年生草本植物，全株具有強烈香味，原產地在歐洲之地中海地區<sup>(28)</sup>，栽培歷史約 3000 年；兩千年前，芹菜傳入中國並逐漸馴化成細長葉柄類型。根據 95 年台灣農業年報統計全國芹菜栽培面積為 1577 公頃，總產量 33356 公噸，平均每公頃產量為 21152 公斤，主要產區集中於雲林縣、彰化縣、高雄縣及屏東縣等地區，其中雲林縣約佔 62.3%。由於芹菜含有豐富蛋白質、胡蘿蔔素、碳水化合物、脂肪、B 族維生素、維生素 C、糖類、胺基酸及礦物質和膳食纖維，尤

---

1.行政院農業委員會台南區農業改良場研究報告第 347 號。

2.台南區農業改良場義竹工作站助理研究員。嘉義縣義竹鄉中平村 84 號。

3.國立嘉義大學農學所碩士和生物農業科技學系教授。嘉義市學府路 300 號。

其磷和鈣的含量較高；芹菜味辛，性涼，清熱平肝，有健胃，降壓等功效，深受國人喜愛作為蔬菜用。

芹菜性喜冷涼濕潤氣候，種子發芽適溫為 15-20 °C<sup>(8)</sup>。本省夏季日照強烈，且溫度高於 30 °C，同時颱風豪雨較多，造成種子發芽緩慢又不整齊，進而植株生育不佳且品質低落，所以台灣芹菜產期多集中於 11 月至 4 月，而 6 月至 9 月產量低但價格高<sup>(3)</sup>。為了促進芹菜種子提早發芽及改善發芽率及整齊度，前人研究指出可用植物生長調節劑 cytokinins 與 GA<sup>(14,17,18,30,31)</sup>和滲調處理<sup>(14,24)</sup>可以改善。另外種子篩選及風選<sup>(11)</sup>、淋洗<sup>(9)</sup>、低溫催芽<sup>(10)</sup>、藥劑浸種<sup>(4,5)</sup>及生長調節劑處理<sup>(12,14,15)</sup>等方式，亦可促進芹菜種子發芽率的提昇。

本實驗以不同發芽溫度與 GA<sub>3</sub>等處理芹菜種子，尋求發芽最適當的條件，期能改善芹菜育苗和產量及品質，以供芹菜栽培之參考。

## 材料與方法

### 植物材料

本試驗使用3個芹菜品種，分別購自於農友種苗股份有限公司之西洋芹品種‘千芳’、台灣農產企業股份有限公司之東方芹品種‘黃心芹’及雲林縣西螺鎮廖瑞生先生所贈之葉芹栽培品種‘西螺芹’。

### 試驗方法

#### (一) 溫度對芹菜種子發芽之影響

##### 1. 溫度處理之發芽試驗

於3月2日將三個芹菜品種的種子先以億力1000倍浸泡消毒一天，再以流水洗淨，播種前再以紙巾先將種子表面拭乾，各取100粒種子播於內置兩層濾紙直徑8.5 cm之培養皿中，加入RO水將種子及濾紙充分濕潤，分別放入溫度10、15、20、25及30 °C等5種溫度的恆溫箱中，試驗期間保持濾紙充分濕潤，每日計算發芽種子數。試驗設計採不同發芽溫度(10、15、20、25及30°C)，3重複共計15處理。

##### 2. 調查項目與方法

(1) 自播種後第1天到第21天結束，每日計算發芽種子數(胚根突破種皮則視為發芽)。

(2) 最終發芽率及平均發芽日數計算 (Orchard, 1977)

最終發芽率(final germination percentage, FGP)

$$FPG (\%) = (\sum GN_i / GN) \times 100$$

GN<sub>i</sub>：第i天發芽種子數量

GN：試驗種子數量

i=1,2,3,4,⋯至發芽計算結束日

平均發芽日數(mean germination time, MGT)

$$GT (\text{days}) = \sum (ixGN_i) / GN_i$$

GN<sub>i</sub>：第i天發芽種子數量

i=1,2,3,4,⋯至發芽計算結束日

#### (二) GA<sub>3</sub>對芹菜種子發芽之影響

於5月30日將三個芹菜品種的種子分別浸入GA<sub>3</sub> 500、1000、1500及2000 ppm等四種不同

濃度溶液中，浸泡一天後，再以流水洗淨，播種前以紙巾先將種子表面拭乾，取100粒種子播於內置兩層濾紙直徑8.5 cm之培養皿中，加入RO水將種子及濾紙充分濕潤後，放進溫度20 °C之恆溫箱內，同試驗(一)。試驗期間保持濾紙充分濕潤。每日計算發芽種子數。試驗設計採不同GA<sub>3</sub>濃度(500、1000、1500、2000ppm)，3重複共計12處理。調查項目與方法，同試驗(一)。

## 結 果

### 溫度處理對芹菜種子發芽之影響

本實驗採用的‘千芳’品種為西洋芹，而其他兩個品種‘黃心芹’與‘西螺芹’則為東方葉芹。‘千芳’品種種子在溫度30 °C時，均不發芽(圖1)。在溫度10 °C、15 °C、20 °C及25 °C，分別可在第10、6、7及10單日有最高發芽率；發芽率分別為19、23、17.7和15.3%。不同溫度下以20 °C處理後最早在第4天即有種子發芽，其次是15 °C及25 °C處理，種子於第5天發芽，10 °C則於第8天種子始發芽。最終發芽率以20 °C處理之91.3%最高，其次是15、25及10 °C。當‘千芳’品種種子發芽率達80%以上時，不同溫度所需要的天數分別為20 °C及15 °C之12天最短，其次是25 °C之16天，以10 °C需要19天最長(圖1A)。而在相同之10、15、20及25 °C溫度處理，分別可在第10、6、10及11單日有最高發芽率。發芽率分別為13、19、17和26.3%。所以當‘千芳’品種種子發芽率達70%以上時，所需要的天數以20 °C處理之14天最短，其次是15 °C之15天，以10 °C及25 °C需要18天最長(圖1B)。

‘千芳’品種種子在相同的10 °C至25 °C溫度範圍下，最終發芽率為71-78.3%(圖2A)，其中同樣以20 °C發芽率最高，其次是10 °C及15 °C，25 °C最低；平均發芽日數為8.6-12.8天，以15 °C與20 °C的平均發芽日數最短，其次是25 °C，10 °C最長(圖2D)。

‘黃心芹’品種種子在30 °C的處理下，發芽率均為零(圖1C、D)。在10、15、20及25 °C處理下，分別在第13、9、7及7天有最高發芽率。10 °C為6.0%；15 °C為11.3%；20 °C為11.7%和25 °C為7.0%。20 °C處理後最早在第5天就有種子發芽，其次是25 °C及15 °C處理，種子分別於第6天發芽，10 °C則待第10天種子始發芽。只有20 °C處理發芽率達58%最高，其次為15 °C、10 °C及25 °C。所以在黑暗處理下，當‘黃心芹’品種種子發芽率達50%以上時，不同溫度所需要的天數分別為20 °C之13天最短，其次是15 °C之19天，以25 °C及10 °C需要21天最長(圖1D)。

‘黃心芹’品種種子在溫度10 °C至25 °C範圍下，最終發芽率為47-58.7%(圖2B)，其中以溫度20 °C發芽率最高，其次是15、10及25 °C，但彼此差異不大；平均發芽日數為5.4-9.2天，以20 °C平均發芽日數最短，其次是25 °C及15 °C，10 °C最長(圖2E)。

‘西螺芹’品種種子在溫度30 °C時處理，發芽率均為零(圖1E、F)。在10、15、20及25 °C溫度處理，分別可在第9、4、5及6天有最高發芽率。10 °C為25.7%；15 °C為21.7%；20 °C為24.5%和25 °C為22.3%。20 °C處理後第3天就有種子發芽，其次是15 °C及25 °C處理，種子分別於第4天發芽，10 °C則待第7天種子始發芽。只有15 °C處理發芽率達84%最高，其次為25 °C、20 °C及10 °C。所以當‘西螺芹’品種種子發芽率達80%以上時，不同溫度所需要的天數分別為25 °C之7天最短，其次是15 °C之8天，以20 °C及10 °C需要9天及12天最長(圖1F)。

‘西螺芹’品種種子在溫度10 °C至25 °C範圍下，最終發芽率為80.3-84%(圖2C)，以15 °C

發芽率最高，其次是 25 °C 及 20 °C，10 °C 最低；平均發芽日數為 8.8-16.4 天。平均發芽日數均以溫度 20 °C 最短，其次是 25 °C 及 15 °C，10 °C 最長，同時平均發芽日數有隨著溫度升高而下降的趨勢(圖 2F)。

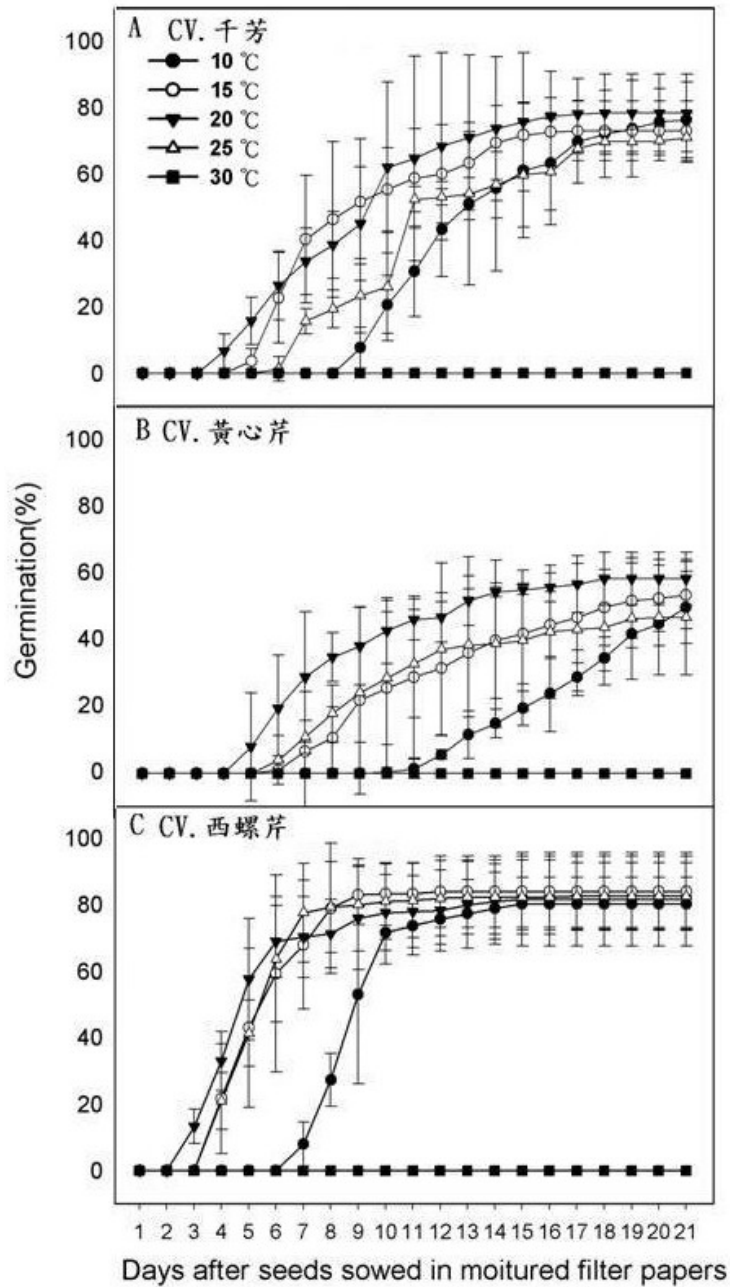


圖 1. 溫度對芹菜種子發芽的影響

Fig 1. Influences of temperature on the seeds germination of celery.

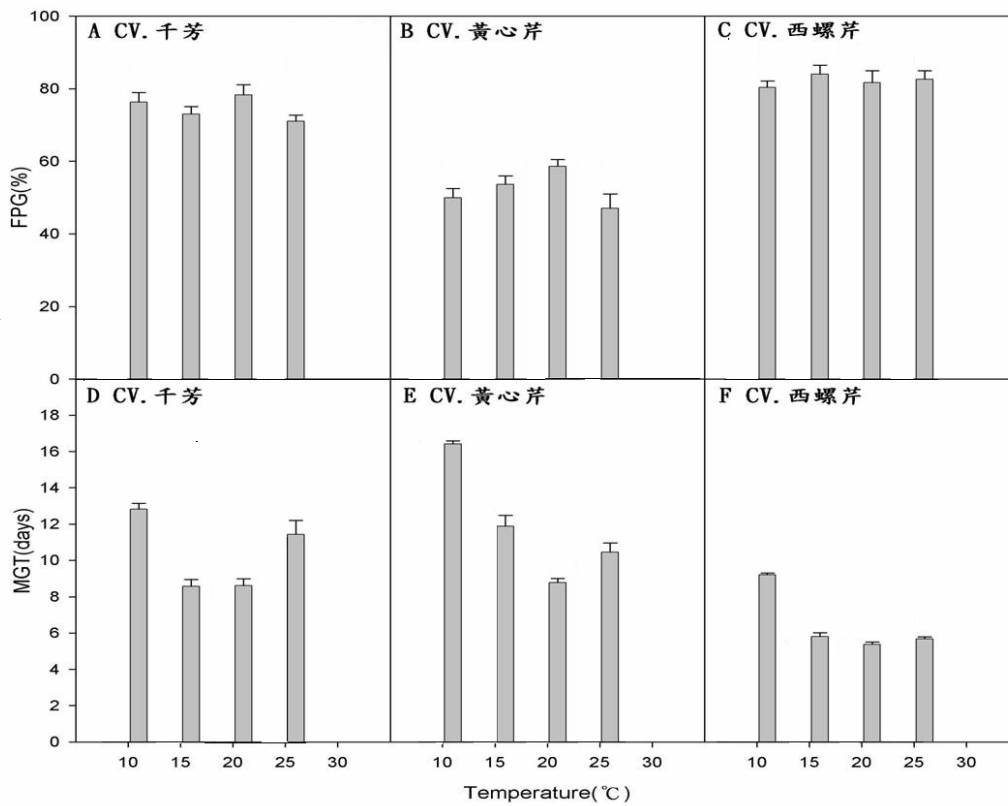


圖 2. 溫度對芹菜種子最終發芽率和平均發芽日數的影響

Fig 2. Influences of temperature on the final germination percentage(FPG) and mean germination time (MGT) of celery seeds.

由上述結果顯示，供試之三個芹菜品種，‘千芳’及‘西螺芹’發芽最適合的溫度為 10 °C 至 20 °C，而‘黃心芹’發芽最適合的溫度範圍可由 10 °C 至 25 °C。在溫度 25 °C 時，芹菜種子其發芽率會下降，‘千芳’下降 15 %、‘黃心芹’下降 12.6 %，‘西螺芹’下降 6 %；在 30 °C 的高溫下，三個芹菜品種的種子均無發芽現象。而在 10 °C 的低溫時，可明顯的看出種子發芽遲緩。

### GA<sub>3</sub> 處理對芹菜種子發芽之影響

‘千芳’種子浸於 GA<sub>3</sub> 500、1000、1500 及 2000 ppm 處理下，分別在第 7、6、12 及第 7 天有最高發芽率，發芽率分別為 18.7、16.7、12.7 及 15.3 %。GA<sub>3</sub> 2000 ppm 處理則於第 6 天種子始發芽。發芽率以 GA<sub>3</sub> 1500 ppm 處理最高。當‘千芳’品種種子發芽率達 80 % 以上時，最早以 GA<sub>3</sub> 500、1000、1500 ppm 處理及對照組處理後第 5 天即有種子發芽，GA<sub>3</sub> 2000 ppm 處理則於第 5 天種子始發芽。黑暗處理下，GA<sub>3</sub> 500 ppm 處理發芽率最高，當‘千芳’品種種子發芽率達 80 % 以上時，以 GA<sub>3</sub> 1000 ppm 處理之 14 天最短，其次是 GA<sub>3</sub> 1500 ppm 處理之 15 天，對照組，GA<sub>3</sub> 1000 ppm 處理及 GA<sub>3</sub> 500 ppm 處理之 16 天，以 GA<sub>3</sub> 2000 ppm 處理之 18 天最長(圖 3B)。

‘千芳’品種種子浸於不同濃度 GA<sub>3</sub> 500、1000、1500 及 2000 ppm 處理最終發芽率為 76.7 至 82.3 % (圖 4A)，其中以 GA<sub>3</sub> 1500 ppm 發芽率最高，其次是 GA<sub>3</sub> 500、1000 及 2000 ppm 處理，對照組最低；平均發芽日數為 8.6 至 9.6 天，以 GA<sub>3</sub> 500、1000 及 2000 ppm 處理的平均發芽日數最短，但三種濃度相差不大，其次是對照組，以 GA<sub>3</sub> 1500 ppm 處理有較長的平均發芽日數 (圖 4D)。

‘黃心芹’種子浸於 GA<sub>3</sub> 500、1000、1500 及 2000 ppm 處理後，在不同濃度處理下，發芽率以 GA<sub>3</sub> 1500 ppm 處理最高。當‘黃心芹’品種種子發芽率達 50 % 以上時，不同濃度所需要的天數均為 13 天 (圖 3C)。於黑暗處理下，分別在第 8、8、8、8 及第 9 天有最高發芽率。浸於 GA<sub>3</sub> 500 ppm 處理在第 8 天達 11.0 %；浸於 GA<sub>3</sub> 1000 ppm 處理在第 8 天達 11.7 %；浸於 GA<sub>3</sub> 1500 ppm 處理在第 8 天達 11.0 %；浸於 GA<sub>3</sub> 2000 ppm 處理在第 8 天達 8.30 % 及對照組在第 9 天達 10.0 % (圖 3D)。而在相同之 GA<sub>3</sub> 濃度下，最早以 GA<sub>3</sub> 500、1000、500 ppm 處理第 5 天即有種子發芽，GA<sub>3</sub> 2000 ppm 處理則於第 6 天種子始發芽。GA<sub>3</sub> 1500 ppm 處理發芽率最高，當‘黃心芹’品種種子發芽率達 50 % 以上時，以 GA<sub>3</sub> 1500 ppm 處理之 12 天最短，其次是 GA<sub>3</sub> 500 ppm 及 GA<sub>3</sub> 1000 ppm 處理之 13 天，對照組之 14 天，以 GA<sub>3</sub> 2000 ppm 處理之 17 天最長 (圖 3D)。

‘黃心芹’品種種子浸於不同濃度 GA<sub>3</sub> 500、1000、1500 及 2000 ppm 處理的最終發芽率為 50 至 57 % (圖 4B)，以 GA<sub>3</sub> 1500 ppm 處理發芽率最高，其次是 GA<sub>3</sub> 500 ppm 處理及 GA<sub>3</sub> 1000 ppm 處理，對照組及 GA<sub>3</sub> 2000 ppm 最低；平均發芽日數為 9 至 10.1 天，平均發芽日數均以 GA<sub>3</sub> 1000 ppm 最短，其次是 GA<sub>3</sub> 1500 ppm 及 GA<sub>3</sub> 2000 ppm，GA<sub>3</sub> 500 ppm 及對照組最長 (圖 4E)。

‘西螺芹’品種種子浸於 GA<sub>3</sub> 500、1000、1500 及 2000 ppm 後。在不同濃度處理下，發芽率以 GA<sub>3</sub> 1000 ppm 處理最高。當‘西螺芹’品種種子發芽率達 80 % 以上時，不同濃度所需要的天數分別為 GA<sub>3</sub> 1000 ppm 處理之 8 天最短，其次是 GA<sub>3</sub> 500 ppm 處理與 GA<sub>3</sub> 1500 ppm 處理之 10 天，以對照組與 GA<sub>3</sub> 2000 ppm 處理需要 12 天最長 (圖 3F)。分別在第 7、7、6、6 及第 7 天有最高發芽率。GA<sub>3</sub> 500 ppm 處理在第 7 天達 22.7 %；GA<sub>3</sub> 1000 ppm 處理在第 7 天達 25.7 %；GA<sub>3</sub> 1500 ppm 處理在第 6 天達 27.3 %；GA<sub>3</sub> 2000 ppm 處理在第 6 天達 24.0 % 及對照組在第 7 天達 26.7 % (圖 3E)。而在相同之 GA<sub>3</sub> 濃度下，以 GA<sub>3</sub> 500、1000、1500 ppm 處理及對照組處理後第 5 天即有種子發芽，GA<sub>3</sub> 2000 ppm 處理則於第 7 天種子始發芽。GA<sub>3</sub> 1500 ppm 處理發芽率最高，當‘西螺芹’品種種子發芽率達 80 % 以上時，不同濃度所需要的天數分別為 GA<sub>3</sub> 1000 ppm 處理及 GA<sub>3</sub> 1500 ppm 處理之 9 天最短，其次是 GA<sub>3</sub> 500 ppm 處理之 11 天，以對照組及 GA<sub>3</sub> 2000 ppm 處理之 13 天最長 (圖 3F)。

‘西螺芹’品種種子浸於不同濃度 GA<sub>3</sub> 500、1000、1500 及 2000 ppm 處理後的最終發芽率為 82.0 至 87.7 % (圖 4C)，以 GA<sub>3</sub> 1000 ppm 處理發芽率最高，其次是 GA<sub>3</sub> 1500、500 及 2000 ppm 處理，對照組最低；平均發芽日數為 6.9-7.9 天，平均發芽日數均以 GA<sub>3</sub> 1000 ppm 處理最短，其次是 GA<sub>3</sub> 1500、2000、500 ppm 處理及對照組最長 (圖 4F)。

由上述結果顯示，供試品種之‘千芳’品種種子以 GA<sub>3</sub> 1500 ppm 處理下有較高的發芽率為 82.3 %。‘黃心芹’品種種子在 GA<sub>3</sub> 1500 ppm 處理有 57 % 的發芽率。‘西螺芹’品種種子在以 GA<sub>3</sub> 1500 ppm 處理有最高的發芽率 88.7 %，及最短的平均發芽日數。‘西螺芹’芹

菜品種浸潤在四個 GA<sub>3</sub> 濃度後，其發芽率平均比對照組高，並可縮短平均發芽日數。

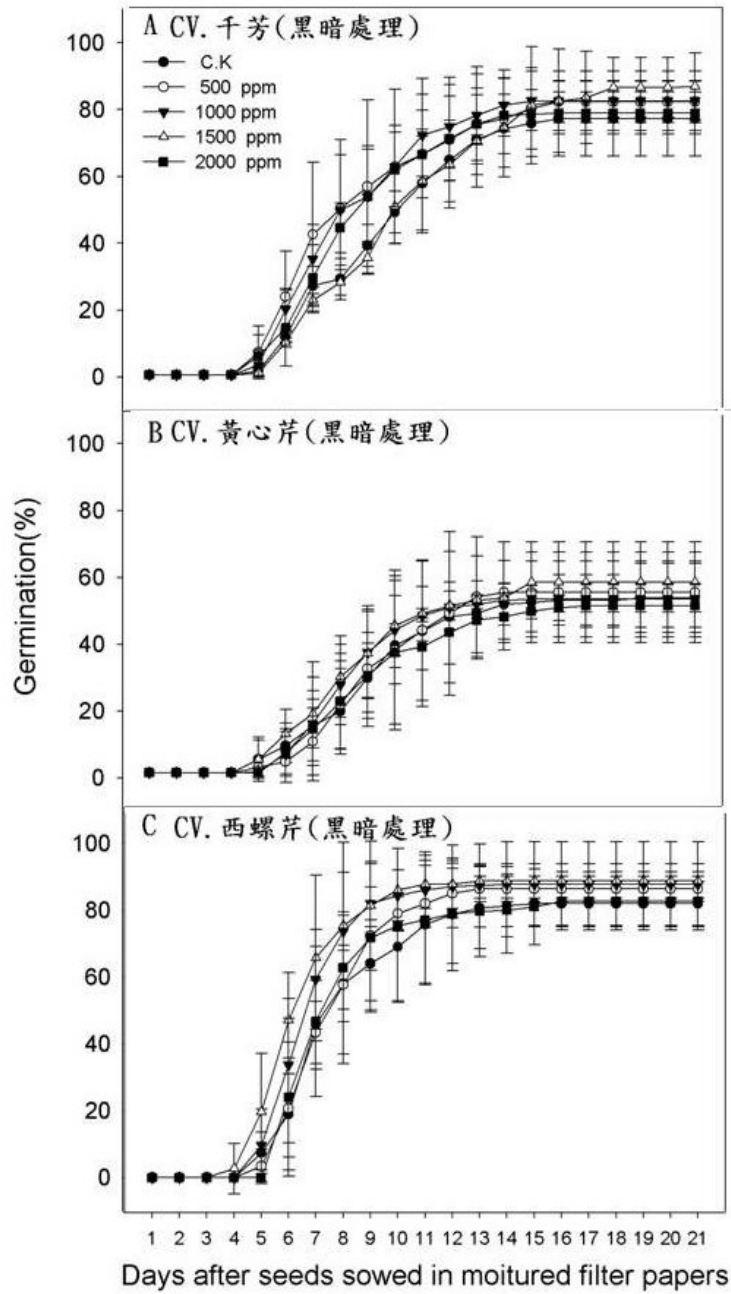


圖 3. GA<sub>3</sub> 對芹菜種子發芽之影響

Fig 3. Influences of GA<sub>3</sub> pre-soaking on the seeds germination of celery.

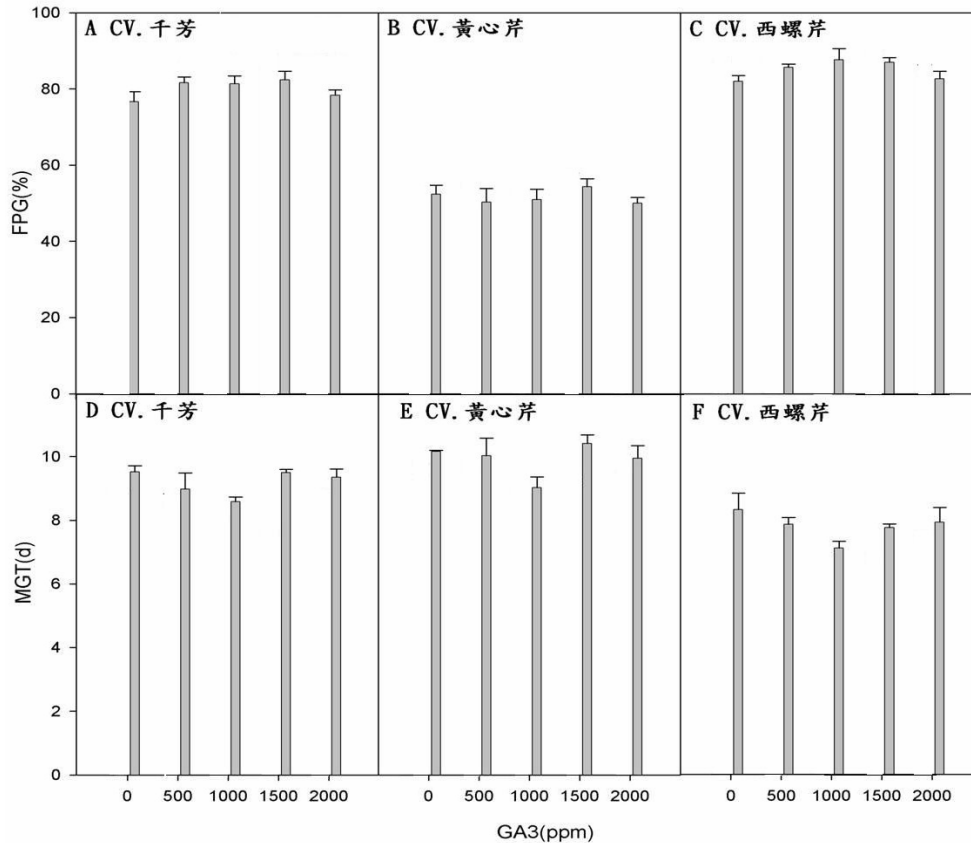


圖 4. GA<sub>3</sub>對芹菜種子最終發芽率和平均發芽日數的影響

Fig 4. Influences of GA<sub>3</sub> pre-soaking on the final germination percentage(FGP) and mean germination time(MGT) of celery seeds.

## 討 論

Bewley 和 Block (1985)指出溫度為影響種子發芽重要因子，因為種子發芽有其最高及最低的溫度範圍，必須在最適當的溫度下種子才會發芽；當溫度超過或低於此溫度時，種子發芽率及發芽速度必會降低。本試驗結果顯示‘黃心芹’品種最適合的發芽溫度為 10 °C 至 25 °C 之間。此結果與 Pressman (1997)報告中指出，芹菜種子發芽的最適溫為 15 °C 至 25 °C 之結果相同。但本試驗中另外兩個供試品種‘千芳’及‘西螺芹’，最適合的發芽溫度則為 10 °C 至 20 °C 之間。因為‘千芳’屬西洋芹菜，原生於地中海，其氣候條件與台灣不同，所以具有不耐熱之特性；而‘西螺芹’為雲林地區大面積栽培業者廖瑞生先生自行留種的種子，是台灣主要栽培之地方品種，其風土適應性高。故栽種時必須考量芹菜不同品種之間有其最適合的發芽溫度。又試驗中當溫度高達 30 °C 時，供試之‘千芳’、‘西螺芹’及‘黃心芹’等三個芹菜品種均沒有發芽(圖 1)；此結果亦與 Pressman 等(1988)報告中指出，芹菜種子發



芽溫度若超過最適溫度時，發芽率會隨著溫度升高而明顯受到抑制；此外與張(2000)報告中指出芹菜種子在高溫下發芽會受到抑制，並且發芽速度會減緩，在溫度 33 °C 會完全抑制芹菜種子發芽之結果相同。所以喜好冷涼氣候之蔬菜例如菠菜和芹菜，若於秋冬季播種其種子發芽整齊一致，但若於夏季高溫播種，將會有發芽不均的現象<sup>(1)</sup>。

於高溫抑制種子發芽之研究，發現高苜蓿種子發芽最適溫度為 15 至 22 °C，而最高的發芽溫度為 28 至 32 °C<sup>(20)</sup>。當溫度超過最適溫度時，種子會產生熱抑制的現象，進而限制胚根無法突破種皮，胚乳細胞無法分解，使得種子無法在高溫下發芽<sup>(23)</sup>。但芹菜種子在高溫下不能發芽的原因，曾有研究但仍不清楚，但是芹菜性喜冷涼氣候，生長期間以 16 至 21 °C 為最適溫度，當生長期間若是遇到 5 至 10 °C 低溫 1 至 2 週即花芽分化，而後抽苔開花，故台灣多利用秋冬季採種。黃(1995)指出由於台灣芹菜開花期前後不一致，導致花期長達二個月，早開花的種子發育期適逢低溫，這時期成熟的種子其休眠性較高，於高溫下播種將無法發芽，反之，晚開花的種子在可在較高的溫度中成熟，種子的休眠性較低。

本試驗三個芹菜品種在 10 °C 低溫下均有較高的平均發芽天數(圖 2D、E、F)，此結果與鄭和宋(2000)報告中提及當溫度 10 °C 時，會使得種子發芽速度緩慢的結果相同；這是因為 10 °C 已是低於芹菜發芽的最適溫度。許多種子在恆溫下並不會發芽，需要在每天有變溫下才會發芽。為了促進芹菜種子的發芽，許多研究將變溫處理應用在芹菜種子發芽，得到不一樣的結論。張(2000)指出變溫處理有促進芹菜種子發芽的效果，在 20 或 25 °C 下，每天給予 1 小時之 35 °C 高溫處理，即能達到解除芹菜熱休眠，進而促使種子發芽<sup>(12)</sup>；但顏(2004)則指出變溫處理並不會提高芹菜種子發芽率，因為經變溫處理後其發芽率與在適溫下相同。本試驗中以恆溫 20 °C 處理，即可提高供試之‘千芳’及‘西螺芹’兩品種發芽率達 85 % 以上，顯示恆溫處理下芹菜即可發芽。

芹菜種子發芽力的提升，可以利用種子篩選、淋洗、低溫催芽、藥劑浸泡、生長調節劑處理及滲調處理等方式，其中利用生長調節劑處理是較其他方式簡單。

生長調節劑應用於促進種子發芽，以 cytokinins 和 GAs 兩種生長調節劑處理多。因為種子發育初期含有高量的 cytokinins，之後 cytokinins 含量降低，GAs 則於此時增加，Munoz 等人 (1990) 指出 cytokinins 可提高發芽種子中可溶性糖、蛋白質的含量及澱粉酵素活性，降低碳水化合物含量。因為當種子成熟時游離性 GAs 減少，結合性 GAs 增加，發芽時兩者含量相反，GAs 在種子發芽時，扮演提升澱粉酵素活性之作用<sup>(6)</sup>。

張(2000)指出在溫度高達 33 °C 時，芹菜青骨品種種子以 GA<sub>4+7</sub> 25 ppm+BA 6.25 ppm 處理與未處理的種子相比較，有生長調節劑處理者可明顯提升其發芽率；本試驗用不同濃度的 GA 浸泡種子，結果顯示 500-1500 ppm GA<sub>3</sub> 均可以提高芹菜種子發芽率。Thomas (2002) 指出使用 BA 處理‘Brydon’s Prize White’ 品種的種子，可以提高發芽率至 60 %。所以 GAs 或 cytokinins 處理都可以提高芹菜種子發芽率，但過高或過低的 GAs 濃度可能會失去作用，例如用 GA<sub>3</sub> 10-200 ppm 處理時，並無法提高芹菜種子發芽率(Globerson and Feder, 1987)。而本試驗結果(圖 4A、B、C)，以 2000 ppm GA<sub>3</sub> 處理時，發芽率反而會有下降。

由本試驗結果發現，以溫度 20 °C 處理，對‘千芳’、‘西螺芹’及‘黃心芹’等三個芹菜品種，均可獲得較高的種子發芽率。而以 GA<sub>3</sub> 處理供試之三個芹菜品種種子雖可提早發芽，但對發芽率之提升並無顯著作用。

## 引用文獻

- 1.王小華、黃玉梅、黃少鵬. 1999. 甘藍穴盤苗與土播苗生育之比較.臺灣之種苗. 25 : 3-8.
- 2.行政院農業委員會.2006.農業統計年報.
- 3.范淑貞. 1996. 夏季芹菜栽培要點.桃園區農業專訊 16 : 17-20.
- 4.洪進雄、劉黃碧圓、徐善德、呂明雄、陳宥庄. 1998. 聚乙二醇 6000 滲調處理對芹菜種子發芽之影響. 嘉義技術學院學報 61 : 127-142.
- 5.洪進雄、劉黃碧圓、徐善德、呂明雄、陳宥庄. 1999. 硝酸鉀(KNO<sub>3</sub>)滲調處理對芹菜種子發芽之影響. 嘉義技術學院學報 63 : 63-76.
- 6.高景輝. 1998. 植物荷爾蒙生理. 華香園出版社.修訂二版. 台北.
- 7.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.
- 8.黃涵. 1996. 芹菜. 臺灣農家要覽農作篇(二) p355-360.
- 9.廖芳心、張榮如. 1988. 低溫及 GA 處理對夏季芹菜種子發芽之影響.蔬菜作物試驗研究彙報 第五輯 p.229-234.台中區農業改良場.
- 10.張仁銓. 2000. 提昇芹菜種子品質之研究. 國立中興大學園藝學系碩士論文.
- 11.鄭統隆、宋濟民. 1998. 芹菜種子篩選分級之研究. 農林學報 47(3) : 89-101.
- 12.鄭統隆、宋濟民. 2000. 溫度處理對芹菜種子發芽之影響. 中華農藝 10:251-258.
- 13.顏勝雄. 2002. 本地芹菜品種種子發芽特性之研究. 國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文.
- 14.顏勝雄、王自存、曹幸之. 2004. 本地芹菜品種之發芽特性. 中國園藝 50(3) : 283-294.
- 15.劉黃碧圓、洪進雄、呂明雄、陳宥庄. 1999. 聚乙二醇 8000 滲調處理對芹菜種子發芽之影響. 嘉義技術學院學報 62 : 83-93.
- 16.Bewley, J. D. and M. Black. 1985. Seeds : Physiology of Development and Germination. Plenum Press. New York.
- 17.Biddington, N. L., T. H. Thomas and A. S. Dearman. 1980. The effect of temperature on the germination-promoting activities of cytokinin and gibberellin applied to celery seeds (*Apian graveolens*). Physiol. Plant 49 : 68-70.
- 18.Biddington, N. L., T. H. Thomas. 1978. Thermodormancy in celery seeds and its removal by cytokinins and gibberellins. Physiol. Plant 42 : 401-405.
- 19.Globerson, D. and Z. Feder. 1987. The effect of seed priming and fluiddrilling on germination emergence and growth of vegetable at unfavorable temperatures. Acta Horticulture 198 : 15-22
- 20.Gray. D. 1975. Effects of temperature on the germination and emergence of lettuce (*Lactuca sativa* L.)varieties. HortScience 50 : 349-361.
- 21.Kristie, N. D. and A. Fielding. 1994. Influence of temperature on the pfr level required for germination in lettuce cv. Grand Rapids. Seed Sci. Res. 4 : 19-25.
- 22.Munoz, J. L., L. Martin, G. Nicolas, and N. Villalobos. 1990. Influence of endogenous cytokinins on reserve mobilization in cotyledons of *Cicer arietinum* L. Plant Physio. 93 : 1011-1016.
- 23.Pavlista, A. D. and A. H. Haber. 1970. Embryo expansion without

- protrusion in lettuce seeds. *Plant Physiol.* 45 : 636-637.
24. Perez-Garcia, F., Pita, J. M. Gonzalez-Benito, M. E. and Iriondo, J. M. 1995. Effects of light, temperature and seed priming on germination of celery seeds. *Seed Sci. & Technol.* 23 : 377-383.
25. Pressman, E. 1997. Celery. In : H. C. Wien (ed.). *The Physiology of Vegetable Crops* : CAB International. P.387-407.
26. Pressman, E., M. Neggi, M. Sachs and J. V. Jacobsen. 1977. Varietal differences in light requirements for germination of celery (*Apium graveolens* L.) seeds and the effects of thermal and solute stress. *Aust. J. Plant. Physiol.* 4 : 821-831.
27. Pressman, E. and R. Shaked. 1992. Interactive effects of gas, CKs and growth retardants on the germination of celery seeds. *Plant Growth Regulation* 10 : 65-72.
28. Rubatzky, V. E., C. F. Quiros and W. Simon. 1999. Introduction : Geographic origins and world importance. In : *Carrots and Related Vegetable Umbelliferac* CABI Publishing, New York. pp.1-21
29. Sung, Y. 1996. Identification and characterization of thermotolerance during lettuce seed germination. PhD. Dissertation University of Florida. Gainesville.
30. Thomas, T. H., 1983. Stimulation of celeriac and celery seed germination by growth regulator seed soaks. *Seed Sci. & Technol.* 11 : 301-305.
31. Thomas, T. H., D. Palevitch, N. L. Biddington and R. B. Austin. 1975. Growth regulators and the phytochrome-mediated dormancy of celery seeds. *Physiol. Plant.* 35 : 101-106.
32. Thomas, T. H., D. Gray and N. L. Biddington. 1978. The influence of the position of the seed on the mother plant on seed and seedling performance. *Acta. Hort.* 83 : 57-66.
33. Thomas, T. H. 2002. Is There circadian germination response to red light in celery (*Apium graveolens* L.) seeds. *Plant Growth Regulation* 37 : 31-35
34. Taiz and Zeiger. 2002. *Plant Physiology*.

# Effects of Celery Seed Germination as Affected by Temperature and GA<sub>3</sub><sup>1</sup>

Chao,H.F<sup>1</sup>., D.X.Huang<sup>2</sup> and Y.F.Yen<sup>2</sup>

## Summary

These seeds of 'Chian fang', 'Shi luo chyn' and 'Hwang shin chyn' were germinated on various temperature. The results found that the optimal temperature of seed germination of 'Chian fang' and 'Shi luo chyn' were 10-20°C, but it of 'Hwang shin chyn' was 10-25°C, the seed germination in light appeared better FGP (final germination percentage) and shorter MGT (mean germination time) than these in dark. The seeds germinated in 10°C appeared slow germination, but in 30°C all seeds did not germination.

The seeds of 'Shi luo chyn' pre-soaked with GA<sub>3</sub>1000ppm germinated appeared 87.7 % of FGP, as well as the seeds of 'Chian fang' pre-soaked with GA<sub>3</sub>1500ppm germinated were 82.3 of FGP, , but the seeds of 'Hwang shin chyn' seeds pre-soaked with GA<sub>3</sub> 1500 ppm germinated were 54.3% of FGP.

It were concluded that the seeds appeared good germination under 20°C; on the other hand, the seeds applied with GA<sub>3</sub> had short germination time, but had not different in seed germination rate.

Key words : celery, germination, temperature, lighting, GA<sub>3</sub>

Accepted for publication : 14 April, 2009

---

1. Contribution No. 347 from Tainan District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture.

2. Assistant researcher, Yichu Branch Station of Tainan, DAIS, 84, Chungpin, Yichu, Chiayi County, Taiwan, R.O.C.

3. Master of Agriculture and Professor of Department of BioAgricultural Science, respectively, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan, R.O.C.