

# 種苗科技成果發表會專輯

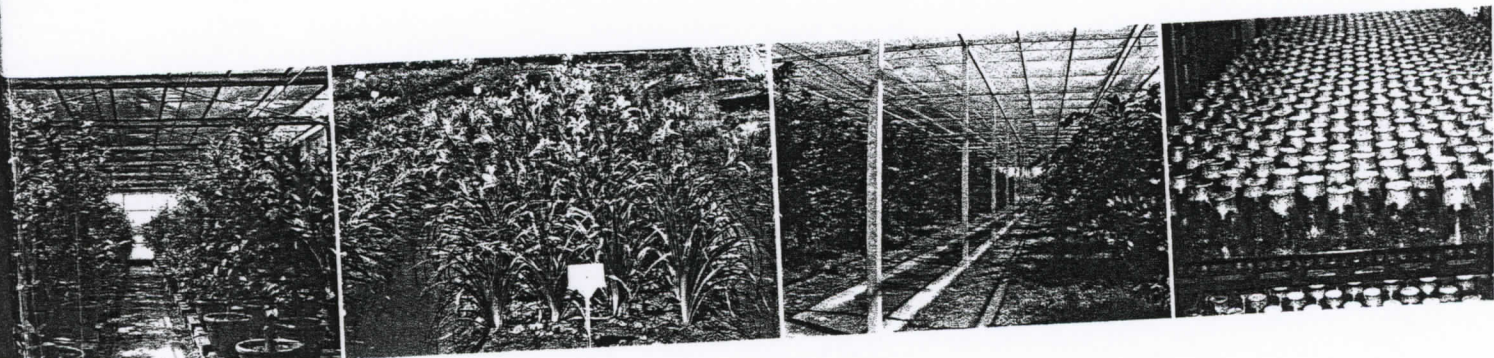
黃玉梅 宋 好 蕭吉雄 主編

主辦單位 /

社團法人中華種苗學會  
國立自然科學博物館  
農委會種苗改良繁殖場

中華種苗學會 編印  
行政院農業委員會 補助

中華民國九十三年十二月



# 甘藍親本採種技術

王仕賢、林棟樑、謝明憲、王仁晃

農委會台南區農業改良場

## 摘 要

熱帶與亞熱帶地區常因冬季低溫不足無法誘導甘藍開花，或因開花期及種子成熟期遭遇高溫，造成種子品質及產量之下降，本研究提出一套幼苗人工低溫處理技術，配合秋冬自然低溫進行甘藍平地採種工作。甘藍親本採種技術係首次在亞熱帶平地應用成功。傳統親本採種技術利用高冷地春化及人工蕾期授粉，成本過高不利產業發展，此技術為整合幼苗人工春化處理、氣體處理及蜜蜂授粉等技術，使甘藍母本能於平地順利留種，增加業者競爭力。幼苗人工春化處理研究於1998年進行，以四品種甘藍(初秋、夏峰、高峰及葉深)於播種後45天、55天及65天之不同苗齡進行低溫處理45天，處理溫度為5°C，光照時數16小時，光強度1,000 lux。結果顯示單株種子產量在品種與苗齡之間呈現交感作用，其中葉深品種隨著處理苗齡增加而減少，而初秋與高峰則以苗齡55天之單株採種量最高，其次為苗齡65天之處理，夏峰品種則以苗齡45天之處理單株採種量最高，而苗齡55天與65天產量相近。各處理之平均單株採種以葉深品種45天苗齡處理為最高達71.5公克，而最低者為高峰品種45天苗齡處理，只達48.7公克。此試驗結果顯示此一幼苗春化處理技術確可達到甘藍平地採種之目的。氣體處理及蜜蜂授粉等技術於2000年開始進行至2003年完全成功，可將種子生產成本降低9成。

關鍵語：春化作用、甘藍、採種、自交不親合、二氧化碳處理、蜜蜂授粉

## 前 言

甘藍 (*Brassica oleracea* L. var. *Capitata*) 為十字花科蕓苔屬之重要蔬菜，原產地中海沿岸。野生甘藍因長期演化及人為選擇之結果，產生了不同

種類的甘藍類蔬菜如芥藍、羽衣甘藍、結球甘藍、球莖甘藍、抱子甘藍、花椰菜與青花菜等，人類便利用其特化的部位食用之。結球甘藍為栽培最廣之蔬菜，台灣每年之栽培面積約為九千公頃。

世界兩大甘藍育種國分別為日本與荷蘭(Dickson and Wallace, 1986)，採種地區則多在溫帶地區(李，1982；沈，1982)。熱帶與亞熱帶地區因冬季低溫不足，往往無法進行採種工作，只能利用高海拔山區進行少量之採種工作(沈，1987；沈，1995；Nakanishi and Hinata, 1975)。臺灣於1951年開始成立高海拔地區蔬菜採種試驗(陳，1958；蕭，1958)，其中甘藍自1951年到1957年間共有3年無法進行採種，以甘藍三池早熟種為例，1951年採種面積為3.1公頃，但種子收穫量只有1.5公斤，1952年採種面積2.05公頃，種子收穫量只有0.5公斤(陳，1958)，與日本之每公頃種子產量500至700公斤相差甚大(Shinohara, 1977)。沈再發氏(1982)研究葉深與初秋之採種量，利用武陵農場高冷地(海拔1700公尺)培育初秋甘藍結球後，切除葉球後繼續培養，再於11月移植至鳳山平地種植，單株採種量可達18.8公克。此種利用高冷地春化處理再移植平地之方式，因成株體積大且不易堆積，需要較高的運輸成本。非洲肯亞也同樣利用高冷地及GA生長素處理，結果發現在海拔1941公尺以100ppm和250ppm之GA3可促進Sugar Loaf和Giant Drumhead的開花，但對Golden Acre則無促進效果，在另一海拔為2,554公尺之山區卻只能促使Sugar Loaf開花，其他兩品種則無法開花，主要原因為海拔過高，致使溫度低於抽苔開花所需的溫度(Kahangi and Waithaka, 1981)。斯里蘭卡則在海拔700~1,000公尺的山區進行甘藍採種(沈等，1984)，將初秋種甘藍植株連根掘取後，去除外葉後再浸泡銅劑，陰乾後貯存於0.5~1°C下40至60天再種植田間採種。可見熱帶與亞熱帶地區甘藍採種技術相當困難且不具經濟效益。

甘藍一般需要6至8周的低溫才能誘導開花(諶，1983；Friend, 1985)，且依其苗齡大小而異，一般以莖直徑6mm以上才能感受低溫(Ito *et al.*, 1966)，台南

地區的秋冬季極適宜採種，同屬甘藍類的花椰菜採種量不僅提供國內市場，且仍能外銷賺取外匯。

對於高度自交不親和性之十字花科自交系親本之維持，過去一直採用蕾期授粉克服自交不親和障，但存在費工，費時及成本高等諸多不利因素。對於如何簡化該類自交系親本之留種操作，迄今較成功的研究結果係以提高CO<sub>2</sub>濃度或施用鹽液以克服自交不親和性障礙 (Nakanishi *et al.*, 1969; Nakanishi and Hinata, 1973; Nakanishi and Hinata, 1975; Monteiro *et al.*, 1988; Yang *et al.*, 1995; Zhang and Lu, 1996; Carafa and Carratu, 1997)。而商業生產利用CO<sub>2</sub>處理取代蕾期授粉，首推日本Takii種子公司，曾於1983年在花椰菜利用氣密性塑膠袋套花莖方式注入10% CO<sub>2</sub>氣體，打破自交不親和性，進行商業雜交種之親本繁殖，平均每株可生產12.5克種子(Billing, 1984)。

CO<sub>2</sub>氣體處理效果，主受供試材料所帶的自交不親和性對偶基因不同及遺傳背景差異影響(Taylor, 1982)。本場曾於2000年採行4.5% CO<sub>2</sub>氣體處理進行試驗及評估，證實確有打破甘藍自交不親和性之效果(謝等, 2000)；唯該項試驗係採小規模之試驗室操作及人工授粉，其結果欲應用於商業化生產，仍需評估其可行性。因此本試驗在方法上，參考Nakanishi & Hinata(1973)在甘藍以CO<sub>2</sub>氣體處理進行2至6小時期間對自花花粉在柱頭上的發芽率並無顯著性差異影響，但時間延長對花粉管的穿透率則有顯著性提升效果；若處理時間超過6小時至24小時期間則能維持與處理6小時者具相近的發芽率及穿透率。因此本試驗在處理時間上採過夜(PM5:00-AM:9:00)處理，處理間隔上為考量降低處理成本，採隔日處理CO<sub>2</sub>氣體一次；並以昆虫授粉取代人工授粉之操作(AM9:00人工授粉；PM0:30 CO<sub>2</sub>氣體處理)，期能建立甘藍商業化親本採種模式。

## 材料與方法

### 一、商業品種春化採種試驗

四品種甘藍初秋、夏峰、高峰(均為一代雜交品種分別購自臺灣農產、農友種苗與農生種子行)與葉深(自然授粉品種由屏東科技大學陳福旗教授提供)分別於1998年8月7日、17日及27日分批播種，每品種以128格穴盤各播3盤，發芽後28天再移植入3.5寸盆(盆面11公分，盆底7.6公分)，發芽介質與盆植介質均以BVB 4號介質與珍珠石，以3:1比例混合而成，每週固定以百得肥2號液體肥料1,000倍澆施1至2次，於10月9日育得苗齡45天、55天與65天之甘藍小苗，為便利搬運與冷藏處理，以15格端盤(長58.5公分、寬41.5公分)放置盆苗，每品種不同苗齡之植株處理120株，共計處理1,440株。

低溫春化以一般組合式冷藏庫改裝，裝設日光燈及栽培架，栽培架下鋪設塑膠布，利用盆底吸水方式灌溉，並可提高濕度，冷藏庫的溫度設定為5℃，光照時間為16小時，燈下15公分之照度為1,000至1,500Lux，低溫處理為45天。

低溫處理後於11月24日定植田間，田區之規畫為逢機完全區集設計(RCB D)，四重複，每小區30株，畦寬150公分，株距50公分，雙行植。種植前基肥每10公畝施用有機肥600公斤及台肥1號複合肥20公斤，再覆蓋上銀黑色塑膠布。定植後施用追肥兩次，開花結實期則定期施用液肥促進植株生育。調查小區內各單株之抽苔，開花期、花莖數與採種量。抽苔以植株出現花苔，高度達5公分以上，開花則以第1朵小花開花日期計算，花莖數則在主花苔開花結束後計算，採種量則將種子採收後，經風選去雜後秤重。

各項調查資料以複因子試驗進行變方分析，品種與苗齡共有12個組合及4個區集，以統計軟體SAS之PROC GLM(General Linear Model一般線性模式)進行分析，品種與苗齡呈現顯著之交感作用時，則固定品種因子，進行不同苗齡之比較。

## 二、二氧化碳氣體打破甘藍自交不親和性試驗

(一)、甘藍品種初秋於2001年10月11日以128格穴盤播種育苗，播種後30天苗齡之穴盤苗假植於3.5吋盆；上盆後15天之盆苗置入5℃冷藏庫，配合1000

Lux光照進行春化處理45天，滿足其春化作用所需之低溫需求，處理後移植於可密閉式塑膠棚溫室內，栽培管理至開花。

(二)、2002年1月8日開始進行打破自交不親和性障礙試驗，試驗處理如下：  
1. 施放CO<sub>2</sub>氣體處理，處理方法為每隔一日於下午 6:00 至翌日上午 9:00 以CO<sub>2</sub>氣體灌施一次；處理濃度及期間為同一材料分別於2002年1月8至1月22日以 5% CO<sub>2</sub>氣體濃度灌施處理，及於1月24至2月7日以 3% CO<sub>2</sub>氣體濃度灌施處理。  
2. 對照組(不施CO<sub>2</sub>氣體)。

(三)、CO<sub>2</sub>氣體施用方法，為在每隔日下午5時整，將溫室內氣體施放管連接於二氧化碳鋼瓶，直接施放CO<sub>2</sub>氣體於氣密溫室內(氣體施放流速約為50L·CO<sub>2</sub>(L)/min)，並開啓內循環風扇，使氣密溫室內之CO<sub>2</sub>氣體能均勻擴散；另配合氣體抽出管，定時抽出溫室內氣體，再經由氣體濃度分析儀分析CO<sub>2</sub>氣體濃度，以供作為決定終止CO<sub>2</sub>氣體施放之依據。

(四)、CO<sub>2</sub>氣體處理組及對照組分別於1月8日、1月22日及2月7日在各花枝上花芽未開放及已開放間掛標示牌以作區隔。處理結束50天後調查各項處理之每莢平均種子數及莢數。

## 結 果

### 一、商業品種春化採種試驗

葉深品種最早出現抽苔現象，於1998年11月24日定植之後，於12月8日便出現花苔，即定植後兩週便呈現抽苔現象，四品種中仍以葉深品系開花最早，但各品種之差異不大，均於定植後2~3週開花，當主花莖開花結束時，調查單株之總花莖數目，結果以葉深品種之花莖數最多，主要因為充分春化後側芽也形成花莖抽出，平均達25支以上，其他商業品種之花莖數則顯著較少，平均為10~15支左右，當花莖之種莢達七分黃熟時切取花莖，依各植株生育特性分一次至二次採收，以網袋裝入花莖置於簡易塑膠溫室內懸空曬乾，以木棍輕敲脫

粒，經風選去雜後，計算各單株採種量，葉深種子產量最高，其次依序為夏峰，初秋及高峰，各品種平均而言，苗齡55天之處理可得到較高的種子產量，可達65.7公克，葉深種子量隨著苗齡之增加而降低其他品種則無此現象，調查結果如表1。

表1. 不同苗齡與品種甘藍對單株採種量(公克)之影響

Table 1. Effects of various seedling age and varieties on seed yield (g/plant) after transplanting.

苗齡	初秋	夏峰	高峰	葉深	苗齡平均
45	54.5 <sup>b</sup>	68.1 <sup>a</sup>	48.7 <sup>b</sup>	71.5 <sup>a</sup>	61.1 <sup>b</sup>
55	66.0 <sup>a</sup>	64.3 <sup>a</sup>	65.2 <sup>a</sup>	67.3 <sup>ab</sup>	65.7 <sup>a</sup>
65	62.8 <sup>a</sup>	64.5 <sup>a</sup>	53.6 <sup>b</sup>	63.5 <sup>b</sup>	61.3 <sup>b</sup>

\* 表中同行內英文字母相同者，表示5%顯著水準的鄧肯氏多變域分析下，差異不顯著。

## 二、二氧化碳氣體打破甘藍自交不親和性試驗

本試驗結果由表2中可知，雖然在單莢平均結籽數以5%及3% CO<sub>2</sub>氣體處理組(分別為0.44及0.48粒)最高，且顯著高於對照組CK-1及CK-2；單株種子產量亦5%及3% CO<sub>2</sub>氣體處理組(分別為0.94及0.99克)最高，且顯著高於對照組CK-1及CK-2，但仍不具商業化應用價值，顯示實驗室結果尚未能於採種生產上直接應用。

表2. CO<sub>2</sub>氣體處理對初秋甘藍自交授粉之單莢平均結籽數及單株產量(克)之影<sup>X</sup>

Table 2. Effect of CO<sub>2</sub> treatment on seed number of the silique and seed yield (g/plant) from self-pollinated flowers in the "K-Y cross" cabbage.

處理別	單莢平均結籽數	單株產量(克)
CK-1 (1/8~1/22)	0.30a <sup>Y</sup>	0.44a
5% CO <sub>2</sub> (1/8~1/22)	0.34a	0.48a
CK-2 (1/24~2/7)	0.68b	0.94b
3% CO <sub>2</sub> (1/24~2/7)	0.79b	0.99b

<sup>X</sup> 調查期：2002年5月2日。

<sup>Y</sup> 在直列相同的英文字母表示在顯著水準 $\alpha=0.05$ ，經鄧肯氏多變域區間測驗其差異不顯著。

## 討 論

### 一、商業品種春化採種試驗

台南地區屬西南氣候區，因東北季風受中央山脈之阻隔，秋冬季氣溫適宜，陽光充足，因此具有蔬菜採種的優良氣候，本試驗將低溫處理後之甘藍幼株定植後，約在定植後兩週便可達到抽苔期，顯示各品種均可利用人為低溫處理達到春化需求，台南地區12月平均氣溫為18.5°C，1月份平均氣溫16.9°C，2月份平均氣溫17.9°C，此三個月份之溫度均很適合甘藍抽苔開花，加上月日照時數也達190小時左右，對種子之充實相當良好。沈再發氏以初秋為材料之採種試驗也發現於12月8日定植平地之春化母株於12月20日便已開花，即定植後12天便已開花，而於11月1日定植者，必須於定植後29天才開花，顯示春化後之種植溫度影響抽苔速度，春化後以20~21°C之氣溫下發育最快(諶，1983；Friend, 1985)。沈氏同時發現12月8日定植之單株採種量最高，達17公克，11月份或1月份之後定植者，單株採種量均低於10公克。據業者經驗，台南地區花椰菜採種最好能在冬至(12月22日)前後10天盛開能達到最佳之產量與品質，本試驗的甘藍盛花期正好在此期間，因此各品種單株採種量除高峰外均可達60公克以上，較中國大陸之單株平均採種量50公克高。若以試驗所採用之栽培密度，每0.1公頃之株數約2,600株，每公頃採種量達1,560公斤。

### 二、二氧化碳氣體打破甘藍自交不親和性試驗

打破甘藍自交不親和性障礙所需的CO<sub>2</sub>氣體濃度約在3~5%(Nakanishi *et al.*, 1969；Nakanishi and Hinata, 1973；Nakanishi and Hinata, 1975)，推測屬蜜蜂仍忍受的CO<sub>2</sub>氣體濃度範圍內。本研究基於前述結果，擴大試驗規模，改以昆虫授粉取代人工授粉之操作(AM9:00人工授粉)CO<sub>2</sub>氣體處理時間及間隔上採過夜(PM6:00-AM9:00)處理及隔日處理一次。然本試驗結果由表2中可知，雖然在單莢平均結籽數以5%及3%CO<sub>2</sub>氣體處理組(分別為0.44及0.48粒)最高，且



顯著高於對照組CK-1及CK-2；單株種子產量亦5%及3% CO<sub>2</sub>氣體處理組(分別為0.94及0.99克) 顯著高於對照組CK-1及CK-2，但仍不具商業化應用價值，顯示實驗室結果尚未能於採種生產上直接應用。

雖然試驗結果未達理想，再於2002年設置一個12坪(6公尺長乘6公尺寬)簡易氣密塑膠布溫室，溫室設置成本新臺幣四萬元，進行親本採種之經濟評估。試驗結果此技術可生產1.5公斤以上的原種種子，若只計算氣體、授粉昆虫及操作人工工資成本支出，每公斤採種成本僅需新臺幣八仟元以下(見表3)，為傳統人工授粉之採種成本的10%以下；平均單株採種量達29.7公克，為最佳1%鹽水處理的6.9公克之四倍，也比傳統人工蕾期授粉的單株採種量15公克產之兩倍。

由上述結果可知CO<sub>2</sub>處理打破自交不親合確有商業應用價值，雖試驗材料以一代雜交品種進行，但對甘藍自交系(親本)應用價值更大。甘藍親本採種技術係首次在亞熱帶平地應用成功。傳統技術利用高冷地春化及人工蕾期授粉成本過高不利產業發展，此技術為整合幼苗人工春化處理、氣體處理及蜜蜂授粉等技術，使甘藍母本能於平地順利留種，增加業者競爭力。本項技術已經農委會智審會同意以非專屬授權方式轉移給國內業者使用，月前已有兩家業者有意採用此項技術，應用於花椰菜親本生產，另有一家業者於本年度與本場簽訂產學合作計畫應用於青花菜親本，未來也應可利用於其他十字花科作物。此項技術的突破也將使亞熱帶地區甘藍類育種工作具有產業競爭力，期望未來台灣甘藍類蔬菜育種也能在國際上一爭長短。

表3. 甘藍親本之商業化採種技術之設置及操作成本

Table 3. The operation cost of a seed production greenhouse using CO<sub>2</sub> gas to breakdown self-incompatibility of cabbage.

支出項目	新臺幣(元)
設施及材料	
簡易網室 6×6 米之設置成本(約12坪)	40,000
高壓氣體鋼瓶(25公斤裝)	4,500
氣體流速調整器	2,500
小計	47,000
耗材及人工	
CO <sub>2</sub> 氣體使用之成本	2,700
人工操作時數計22.5小時 每小時工資150元	3,375
蜜蜂一箱(內含4片蜂巢)及飼料	1,600
小計	7,675
總計	54,675

註：12坪簡易氣密設施，計栽種88株甘藍開花株；處理期間：92年1月4日起至1月28日止。

## 誌 謝

本系列採種試驗由農委會科技技劃經費支持及農業先進鼓勵才得以完成，特此誌謝。

## 參考文獻

1. 李伯年。1982。蔬菜育種與採種。國立編譯館。
2. 沈再發。1982。亞熱帶地區之甘藍種子生產。中華農業研究 31：59-70。
3. 沈再發。1987。熱帶地區十字花科蔬菜之種子生產和春化處理研究。台灣省農業試驗所專刊 No. 21。
4. 沈再發。1995。蔬菜採種。作物種原保育技術研習會專刊。台灣省農業試驗所編印。
5. 沈碧君。李 晔。1984。春化作用與GAs植物抽苔開花的影響。第三部分。數種園藝作物的春化現象。中國園藝 30：1-21。
6. 陳培昌。1958。臺灣蔬菜之高冷地採種。蔬菜討論會專題講演集。國立臺灣大學農學院專刊第七號 p.47-60。
7. 謹克終譯。1983。園藝植物之開花調節。台灣商務印書館 p. 482。
8. 謝明憲、林棟樑、王仕賢。2000。打破甘藍自交不親和性障礙之研究。台南區農業改良場研究彙報。37：65-70。
9. 蕭世民。1958。臺灣蔬菜之採種。蔬菜討論會專題講演集。國立臺灣大學農學院專刊第七號 p.42-46。
10. Billing, J. 1984. Self-incompatibility and the production of hybrid cauliflower. Pollination 84: Proceedings of a symposium held at University of Melbourne, Australia. Edited by Williams, E. G. and R. B. Knox. p.119-121.
11. Carafa, A. M. and G. Carratu. 1997. Stigma treatment with saline solutions: a new method to overcome self-incompatibility in Brassica oleracea L. Journal of Horticultural Science. 72: 4,531-535.

12. Dickson, M. H. and D. H. Wallace. 1986. Cabbage breeding. In "Breeding vegetable crops" ed. by M. J. Bassett. AVI Publish Co. p.395-432.
13. Friend, D. J. C. 1985. Brassica. In: A. H. Halvey (ed.) CRC Handbook of flowering. Vol. II . p.48-77.
14. Ito, H. T. Saito and T. Hatayama. 1966. Time and temperature factors for the flower formation in cabbage II The site of vernalization and the nature of vernalization sensitivity. Tohoku J. Agri. Res. 17(1): 1-15.
15. Kahangi, E. M. and K. Waithaka. 1981. Flowering of cabbage and kale in Kenya as influenced by altitude and GA application. J. Hort. Sci. 56: 185 - 188.
16. Monteiro, A. A., W. H. Gabelman, and P. H. Williams. 1988. Use of sodium chloride solution to overcome self-incompatibility in *Brassica campestris*. Hortscience 23: 5, 876-877.
17. Nakanishi, T., Y. Esashi and K. Hinata. 1969. Control of self-incompatibility by CO<sub>2</sub> gas in *Brassica*. Plant & Cell Physiology. 10: 5, 925-927.
18. Nakanishi, T. and K. Hinata. 1973. An effective time for CO<sub>2</sub> gas treatment in overcoming self-incompatibility in Brassica. Plant & Cell Physiology. 14: 5, 873-879.
19. Nakanishi, T. and K. Hinata 1975. Self-seed production by CO<sub>2</sub> gas treatment in self-incompatible cabbage. Euphytica 24: 117-120.
20. Shinohara, S. 1977. Vegetable seed production method in tropical and subtropical countries. Uchihara International Agricultural Training Center. Japan International Cooperation Agency.
21. Aylor, J. P. 1982. Carbon dioxide treatment as an effective aid to the production of selfed seed in kale and Brussels sprouts. Euphytica. 31: 3, 957 -964.

22. Tao, G. H. and R. Yang. 1995. Use of CO<sub>2</sub> and salt solution to overcome self-incompatibility of Chinese cabbage (*B. campestris* ssp. *pekinensis*). *Cruciferae Newsletter*. 1986. No. 11, 75-76.
23. Yang, R., Y. J. Yu, J. B. Xu, G. Chen and F. L. Zhang. 1995. Studies on techniques of spraying NaCl solution on flowers combined with honeybee pollination to overcome self-incompatibility of Chinese cabbage. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*. 10: 2, 77-81.
24. Zhang, E. H. and Y. M. Lu. 1996. Effect of salt and boron on self-incompatibility in cabbage. *China Vegetables*. No. 5, 29.

## Studies on Seed Production of Cabbage Inbred lines

*Shyh-Shyan Wang, Doung-Liang Lin, Ming-Hsien Hsieh, Ren-Huang Wang*

Division of Crop Improvement, Tainan District Agricultural Research and Extension Station, COA, Taiwan

**Summary:** Seed production of common cabbage in the tropics and subtropics is hindered by the insufficiency of low temperature. Winter temperature in the lowland can not fulfill the chilling requirement for flower induction, even plants can be vernalized at high altitudes, flowering and seed development will be poor due to the following raining season and high temperature. We proposed a seedling vernalization method to overcome the chilling requirement to produce cabbage seed in the lowland tropic in the winter season. Four cultivars of cabbage, K-Y cross, Sha-Phon, Summer Summit and Yensen, were sown in the plug tray and were transplanted into 3.5 inch pots. When the seedling were 45, 55 and 55 days after sown. The plants were vernalized at 5 C, for 45 days with 16 hr/day of illumination (1,000 lux). Vernalized plants were planted in the field on November 24, 1998, and seeds were harvested on March 10, 1999. The results show that the seedling age and cultivars are significantly interacted in the seed yield. In the variety "Yensen", seed yield decreased with the increase of seedling age. Highest seed yield in the "K-Y cross" and "Summer Summit" were found at the seedling age of 55 days. The 45-day-old tranplants of "Sha-Phon" produced the highest seed yield. Among the combined treatments, highest seed yield in the variety "Yensen" was found when 45-day-old tranplants were vernalized for 45 days, and they produced 71.5 g seeds/plant. The lowest seed yield was in the variety "Summer Summit" when 45-day-old tranplants were vernalized for 45 days and only produced 48.7 g seeds/plant. This experiment shown that seed production in the lowland subtropic is feasible by this seedling vernalizing method. The use of self-incompatibility (SI) genes in breeding hybrid vegetable Brassica crops is the popular method in *Brassica oleracea* and *B. rapa*. In 2000, Tainan District Agricultural Research and Extension Station (Tainan

DARES) had developed a seedling vernalization technique to overcome the insufficient low temperature requirement for the cabbage seed production in the lowland, However, the major problem of SI system is the effort and cost involved in the seed production of the self-incompatible lines by bud pollination and isolation. In 2002, this technique was combined with CO<sub>2</sub> enrichment and bee pollination to increase the self-incompatibe line of cabbage in a small greenhouse. This system was successfully applied to generate self seed of "K-Y cross" cabbage in the subtropical lowland. Using this new method each silique has 17.3 seeds and the control treatment only generate 0.3 seed per silique. The cost of seed product can be reduced 90% compared to that of seed production using the conventional bud pollination.

Key words: Vernalization 、 self-incompatibility 、 cabbage 、 seed production 、 CO<sub>2</sub> enrichment 、 bee pollination