

亞熱帶甘藍育種方法與純度之探討

王仕賢¹⁾、謝明憲²⁾

¹⁾ 台南區農業改良場副研究員(通訊作者)

台南縣 712 新化鎮牧場 70 號

電話：06-5912901 轉 501

電子信箱：sswang@mail.tndais.gov.tw

²⁾ 台南區農業改良場副研究員

摘要：傳統育種方法以結球後開花以確保親本純度，而種子到種子(Seed to Seed method)多用於經濟性採種用途，在亞熱帶地區由於平地冬季低溫不足，採用結球後開花育種方式較為困難，因此利用苗期人工低溫春化處理可做為甘藍育種手段，達成種子到種子的世代增進目標，由於甘藍屬異交作物及蟲媒授粉特性，欲保持品種純度採用種子到種子育種方法必須進行較高標準的隔離及去雜工作，不似結球後開花育種方法可在結球期選拔採種母株，因此亞熱帶甘藍種子到種子育種方法若在適當世代之後，進行結球性狀調查後，選取母株再以營養繁殖方式扦插取芽後，進行親本純化工作，應有助於種子純度。

一、亞熱帶地區甘藍育種採種技術開發

以往研究報告指出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，因此甘藍採種地區多在溫帶地區如丹麥、澳洲及北美等地。熱帶與亞熱帶地區因冬季低溫不足，無法滿足春化作用所需之低溫之溫度及期間，甘藍無法抽苔開花，便無法進行育種採種工作，早期研究只能利用高海拔山區進行。依沈再發先生於 1982 年之研究報告指出利用高冷地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，運輸成本較高。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 100 和 250 ppm 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

收到日期：93 年 11 月 9 日

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。斯里蘭卡則在海拔 700~1,000 公尺的山區進行甘藍採種，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，但採種量未達經濟效益。

台南場研發之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。傳統上十字花科可採用種子到種子(Seed to Seed)或結球到種子(Head to Seed)兩種方式世代增進方法，育種上多採用結球到種子之方式，因為結球時期之園藝性狀表現可由育種人員篩選，增加母本或親本之整齊性，而種子到種子方式多用於採種，但此種方法無法對結球期之園藝性狀進行確認及去雜工作，但世代增進所花費之時間可縮短為一年。台南場的幼苗春化處理技術，利用人工低溫滿足春化作用需求後，使甘藍植株在亞熱帶冬季低溫下誘導開花，為典型的種子到種子之世代增進，但也能使扦插技術，選拔優良單株之園藝性狀，以扦插苗春化方式繁殖或純化。台南區農改場利用此套低溫春化技術設計了兩套甘藍育種方法，分別可利用於平地耐熱甘藍育種及正常產期甘藍育種，其中耐熱甘藍選拔過程全部於平地進行，而正常產期甘藍育種則是在高冷地進行結球選拔後，扦插入選單株後進行世代增進工作(圖一及圖二)。

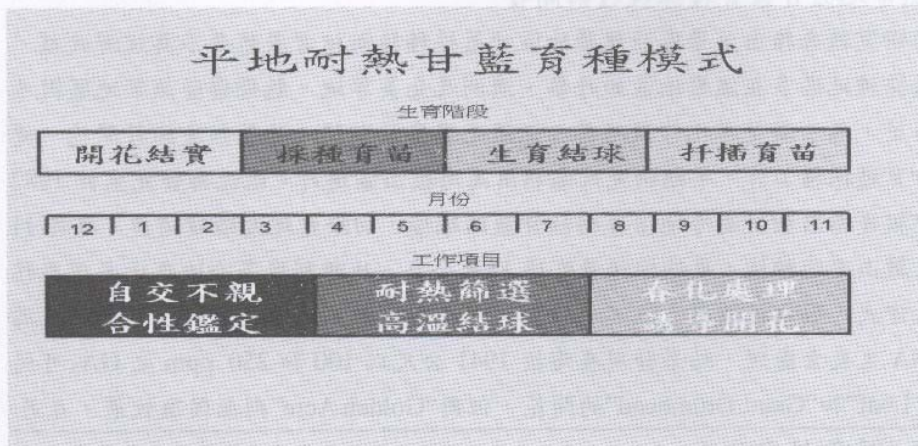


圖 1. 平地耐熱甘藍育種模式示意圖

秋冬甘藍育種模式

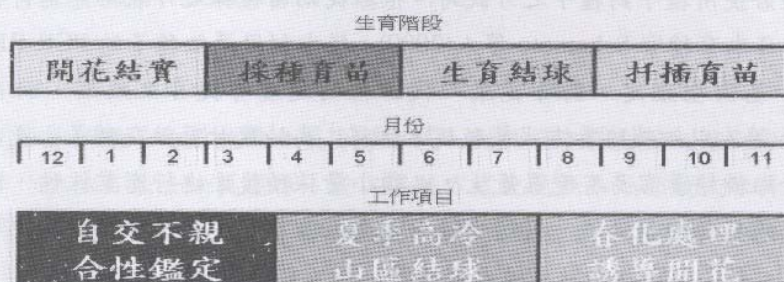


圖 2. 秋冬季甘藍育種模式示意圖

二、品種純度與育種方法

依據國際種子檢查規則，種子純度為種子純潔度分析(The purity analysis)，其目的在於測定種子樣品組成分的重量百分比及鑑定各「種」種子和無生命雜質。無生命雜質泛指非種子之其他物質，而在遺傳育種上品種純度則是指品種的純一度，或遺傳純度(Genetic purity)。各作物其特性不同，遺傳純度也就不同，一般而言，遺傳純度受遺傳及人為因素影響，如機械性混雜，田區自然雜交，遺傳偏流(Random genetic drift)，育種者選拔壓力大小或近年來所討論的基改作物污染等問題，均會造成品種退化或遺傳純度降低的問題。

蕓苔屬作物多為天然雜交作物，利用自交不親和性或雄不稔特性可生產一代雜交品種，以甘藍類蔬菜為例，多以自交不親和性為雜交種子之生產方式，因此雜交品種之遺傳純度會受到自交不親和性之表現強弱影響，自交不親和性愈強的親本，種子純度高，自交不親和性弱的親本，種子純度較低，而自交不親和的表現與外界環境也有相關性，高溫環境下自交不親和表現會變弱，若兩親本開花期不一致，又會產生老花授粉等問題，對雜交一代的遺傳純度有不利之影響。自交不親和性變弱之後，自交種子比例會增高，一般自交種子必須低於 3%。

親本的純潔度對產品的遺傳純度影響最大，去除親本異型株為最重要的工作，本省採種業者認為異型株之最大忍受度為千分之五，最好可降為千分之二，而甘藍育種採種若使用種子到種子之方式時，很難從幼苗植株之外表形態進行去除異型株之工作，日本育種家 Sakamoto 等人(2000)，提出利用單粒種子的 PCR-RFLP 進行自交不親和基因型鑑定，對青花菜一代雜種的純度有提昇之效果，而在 1983 年 Lawrence 等人以組織培養方式繁殖親本獲得「高純度甘藍雜交種子生產技術」之專利。由於組織培養容易有變異產生，必須小量採種後才進行商業採種，因此整個生產系統必須花費四年時間。探討甘藍高純度採種專利技術之步驟說明如下：

1. 第一年夏季觀察親本生育及商業性狀。
2. 第一年秋季每一親本選 10 株優良單株並切除，再移植上盆至溫室做為組培材料，材料也同時進行長期保留貯存。
3. 第二年春季優良單株於 3 月至 4 月間開花，此時檢測各系統之自交不親和性強弱，至 7 月中旬以自交種子量多寡便可測知。
4. 第二年夏季各系統中選出最強之自交不親和單株，自第一年保留材料中以組織培養方式無性繁殖 50 株。
5. 第二年秋季將選殖之 50 株(各系)，利用昆蟲授粉進行小規模雜交種子試採。
6. 第三年秋季將無性繁殖親本試採之雜交種子與傳統雜交種子比較，送到冬季能生產甘藍之地區如佛羅理達州進行小面積試作，觀察是否產生變異。
7. 第四年春季於加州再比對無性繁殖親本試採之雜交種子與傳統雜交種子。
8. 第四年夏季觀察春季結果，若比對無誤，進行大規模採種。
9. 第四年秋季進行大規模採種，每公頃 2 萬株親本各半，每分地 2,000 株，因兩親本之自交不親和強，可採收雙親。

除了遺傳純度外，甘藍類種子成熟期約為 60 天，而花序為無限花序，在 1999 年 Still 氏發表一篇蕓苔屬種子發育特性之專論上，比較每 20 個莢果在開花後 40 天之種子發芽率，發現頂部第一段(1-20 莢果)及第二段(21-40 莢果)之種子發芽率低於 80%，而第三段及第四段種子發芽率可達 100%，而前段較不成熟種子之發芽潛勢也較差，達到 50% 種子發芽的時間過 200 小時，而正常種子通常只需 20 小時左右，另外比較開花後 33 天、40 天、48 天及 54 天對第二段莢果種子發芽影響，也發現至

少 48 天後種子才能有 100% 的發芽率，因此採種上常使用去除上花朵之方式促使種子飽滿度提高的操作方法，如小花枝開花至 20~30 公分長時，去除尾端花序或花梗上已有半數小花開放時，去除頂部四分之一的花蕾。

三、結論

以目前種子到種子的亞熱帶甘藍育種方式，對於親本異型株之控制力較弱，因此必須以分子生物方法去除異型株，或以傳統方式先使親本結球後去除異型株方式（結球到種子）以確保一代雜交種的遺傳純度，基本上甘藍類親本之採種量約為 10 至 18 公克左右，因此異型株挑選一代之後，便對親本純度有大幅度之改善，而日後分子生物技術更加發達且成本快速下降之後，單粒種子分析技術便可能應用於產業。

參考文獻

- 王仕賢、謝明憲、王仁晃、林棟樑。 2003。 平地甘藍親本採種技術。 農政與農情 134：85-90。
- 李伯年。 1982。 蔬菜育種與採種。 國立編譯館。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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.
- Sakamoto, K., M. Kusaba, and T. Nishio. 2000. Single-seed PCR-RFLP analysis for the identification of S haplotypes in commercial F₁ hybrid cultivars of broccoli and cabbage. *Plant Cell Reports* 19: 400-406.
- Still, D. W. 1999. The Development of Seed Quality in Brassicas. *HortTechnology* 9: 335-340.