

蔬菜作物種原繁殖

亞洲蔬菜研究發展中心

黃永光

對於必須以種子形式保存的種原而言，更新或繁殖是種原保存工作的一部份，雖是如此，但在種原安全的基本考量下，儘量減少種原之更新，繁殖的頻率，對於種原保存之成本及種原本身之可能變化，均有正面的意義。

壹、作物種原繁殖論

一、種原繁殖的定義：

種原繁殖就是以隨機取樣之方式，自所收集，保存的種原中取出種子，以適當的方式播種，栽培，並收獲新一代的種子，期望此批新種子與原來的族群具有同樣的特質，以此來更新種原。

二、種原繁殖與商業採種的區別

- 1.種原繁殖多為多數品種，而各品種繁殖數量不大，商業採種通常僅少數品種但採種量大。
- 2.種原繁殖對純潔度的要求為同一種原內的多樣化完全接受，但外來之基因則絕對防止；商業採種要求品種內性狀齊一，外來污染有可容許範圍。
- 3.種原並非純系品種，內部的差異往往存在，所以在繁殖時之代表性很重要；而商業採種，通常品種特性整齊，並無此項顧慮。
- 4.單位數量種子生產成本並非種原繁殖的優先考慮事項，而商業採種則列為極重要因素。
- 5.種原繁殖與商業採種同樣須要最高品質的收穫種子，保證無病蟲、高活力以及高的種子純潔度。

三、繁殖（更新）種原的時機：

種原的更新或繁殖，在下列情況之一出現時就該進行：

- 1.保存的種子之活力下降到可能影響該種原之遺傳結構時，通常這是指種

子發芽率下降到該種原可能達到之最高芽率的百分之八十五時。

2. 新收集的品種其種子數量少或種子活力不佳。
3. 種子庫存量因分贈或其他緣故減少到一定下限時，通常種原庫之單一種原庫存種子，不得少於有可供三次繁殖種植之數量。
4. 已被預定或可預見將有大量種子之需求時，此情況多由其他須利用種原庫種子之研究人員提出。

四、種原繁殖工作之重要基本觀念

1. 隨機取樣：種原通常以許多互有差異個體集合之族群而非性狀齊一的純系形式被保存，故必須以隨機取樣方式選擇親本植株才能盡可能維持原族群之遺傳物質架構。
2. 整體性：儘量維持族群於同一保存單位(種原)內，只有下列二種情況會將種原分開成二個或以上之不同種原，一為要分離出已知特別引人興趣的基因，其二則為一族群中明顯有二或數種相對很整齊而截然不同的形態植株。但分開之種原僅能做為外加保存而不能以之取代原來的保存種原。
3. 不要貪多：適切的處理少數種原，比一次繁殖太多種原但沒能處理好為佳，因此須要衡量各樣的條件如人力、物力、空間、……，等以決定繁殖數量，一般而言種子如果保存在種原庫的冷藏設備中，多放一、二年並不致使種子的發芽率有太大的損失。
4. 種植環境：通常的繁殖更新工作，會在極為均一的環境下進行，這可能與該種原原始生長環境有極大的相異，而這會有下列環境選擇的壓力及可能後果：
 - a. 某一基因型對繁殖環境特別適應而在原生地可能不然。
 - b. 對其他基因型有漸次淘汰作用。
 - c. 一個種原內的變異性逐漸減少。
 - d. 種原遺傳架構逐漸變化，也意味著表現型將與原始族群漸有差距。

更進一步的說，在一個一般的繁殖環境下，由於要對此一環境的適應故在天擇的自然競爭下，不同的種原會朝向同一方向演化，也就是說在不同種原間的相異性會遞減，而其受影響的程度則會因基因的相異度、繁殖族群的大小、基因的分離重組能力、突變的潛力以及繁殖的代

數而定，總括來說，田間天擇的結果將造成下列影響：

- a. 對較少有的基因影響較大。
 - b. 主要影響往往及於在育種及研究上有價值並引人興趣的基因。
 - c. 對種原內及種原間的相異性保存目的有潛在的影響。
5. 由上項可知，任何一次的繁殖均無法保證新一代的種子遺傳物質結構能與原來群族完全一致，每一次繁殖均會或多或少導至遺傳物質結構的變動，因此進行繁殖工作時，最好能從被繁殖最少次或應說與原始收集樣本最接近的那批種子中取樣做為繁殖用種子。

五、種原繁殖的遺傳物質可能變化

A. 外來基因污染

1. 繁殖中由種子型式可能之外來污染：

- a. 種子準備時，其他種子不慎混入。
- b. 播種時，鄰旁種子誤落。
- c. 收穫種子時夾帶其他種子。
- d. 收穫後處理時因器材問題，人為疏忽混入其他種子。

2. 繁殖中可能外來花粉的污染：

- a. 其他種植在附近的種原花粉。
- b. 繁殖田附近的農作物花粉。
- c. 繁殖田週遭的野生種或自有之族群花粉。

3. 種植期間之外來植株混入：

- a. 由鄰畦因機械、衣物等夾帶而來。
- b. 由前作留在土壤內之種子萌發。
- c. 由鄰近作物種子飛散到種植田內。
- d. 由鄰近繁殖田的野生族群種子飛散到田內。

B. 非外來基因污染，而因內在因素導至遺傳結構發生變化

1. 貯藏中的種子，因基因型不同而使活力喪失程度不同。
2. 因基因之突變而造成。
3. 繁殖取樣種子與原始種原有異。（取樣不當或取樣太小）
4. 在收穫前某些植株死亡。
5. 各植株開花的雌雄比例不同或有些植株未能開花，有些植株未能結出

成熟種子可供收穫。

- 6.各基因植株經開花結實，可能使某些基因型消失，而產生其他組合，更可能在異質結合形態比例上與原有種原不同。

六、考慮種原繁殖方式：

- 1.首先要對種原的過去經歷了解，包括了：

a.遺傳質結合情況及其管理情形：

- (1)收集技術
- (2)繁殖次數
- (3)以往繁殖地點及技術
- (4)如有繁殖瓶頸出現為何？
- (5)是否曾被分為二個或以上種原
- (6)有否將重覆的種原合併成一個

b.種子的情況：

- (1)種子在何情況，何人手中貯藏了多久
- (2)種子的健康及檢疫
- (3)活力的百分比
- (4)實際存活的種子數

- 2.選擇適合每個種原的種植環境，以保證能有好的種子生產，並將自然環境的天擇淘汰影響降到最底。
- 3.以適當的手段處理種子以促進發芽整齊，並設法打破種子的休眠性，如須要並處理以促進未來的開花結果。
- 4.決定種植的植株數，以期能更完整的將各該種原所包含的各種特性均呈現出來，並減少基因流失可能性以保持種原之完整性。

基因在繁殖程中可能流失的機率為：

P：可能流失機率

$$P = (1 - f)^{2N}$$

f：該基因在族群中存在的頻度

N：繁殖時所種植的株數

依此公式，當繁殖株數過少時，將使基因流失的可能性增高，而此一情況會發生在收集或引種時，以及當繁殖失敗後僅餘太少種子，而以之再

次進行的繁殖工作。

5. 決定適當的種植株數以保證能生產足量的種子，而一般種子需要量的標準如下：

a. 基本貯藏：包括

- (1) 試驗須用量種子
- (2) 繁殖基本貯藏所需種子
- (3) 可能由基本貯藏繁殖應用貯藏所需種子

b. 應用貯藏：包括

- (1) 試驗須用種子
- (2) 繁殖應用貯藏所需種子
- (3) 可供數次分贈之需種子

6. 了解該作物的授粉雜交方式，以決定是否須採隔離措施，而種原繁殖的隔離方式有：

- a. 以距離為隔離方法將各種原相隔很遠種植，而其距離以花粉可能傳播的距離為依據，但花粉可及之距離時常比想像中遠，又要顧及農作及野生族群，故此法極不易施行。
- b. 以較小距離加上特別屏障來隔離，如使用高莖作物（對風媒作物）使用花色相同作物等，但其可適用範圍極小，並且無法保證在所有的情况下，均能完全掌控無失。
- c. 以時間來區隔，在不同時期種植以錯開彼此的開花授粉期，實行此法必須對該作物及其近緣種之開花習性完全了解，才能無失，而這在花期很短但可生長期很長的作物較為可行。
- d. 剪除附近所有可能影響之花朵，此法十分費工，又容易有疏失。
- e. 使用防花粉傳遞屏障包括了
 - (1) 在繁殖的畦上蓋上紗網或尼龍網。
 - (2) 以各種袋子套於花序上。
 - (3) 使用常設性網室，在盆栽開花授粉期予以移入，並在花謝後移出。
 - (4) 常設或臨時性網室，在整個生長過程中罩住繁殖種植畦。

7. 人工授粉的需要性評估，包括是否在網室內引入授粉昆蟲如蜜蜂、蒼蠅

等，或必須以手工授粉的方式以保證有良好的結實及種子生產。

8. 某些作物潛藏有自交親和力的問題，必須以人為的方式如蕾期、老花授粉或其他打破自交障礙的手段予以解決。
9. 如作物有植株性別不同的問題，則須種植適當比例的雌雄株，以保證有足夠的花粉源以及恰當的基因型比例。
10. 為避免族群中少數特別植株的影響過大，考慮在收穫時是否須將不同母株上所採得之種子各取等量再加混合，以減少遺傳架構的變動。

七、其他種植應注意事項：

1. 非生物性環境（氣候、土壤、日照）
 - a. 原生地的情況
 - b. 理想的種植與種子生產情況
 - c. 生長期間的特殊環境要求，如長日、短日、低溫等以促進開花結實。
2. 種子生理
 - a. 保存特性，如溫度、含水量等對種子壽命的影響。
 - b. 休眠性與發芽問題。
3. 生長形態
4. 生物環境
 - a. 細菌、真菌，授粉動物的活動情況。
 - b. 植物病蟲害，種子病蟲害等之症狀及控制方法。
 - c. 雜草生態。

貳、作物種原繁殖執行步驟

步驟一 決定在一個繁殖季內有多少個品種能被繁殖完成

1. 向各該作物之育種家或研究人員諮詢有關之種植技術或所需環境
2. 考量可以使用之土地或空間
3. 考量各作物每個種原所需種植株數，株距等以決定畦的大小
4. 將隔離採種以及病害防治所需的空間亦考量進去
5. 就可運用之土地規劃出每個種原的用地及所須通道，所得之畦數即為當季所能繁殖之種原數

6.種原繁殖工作負責人同時必須將人力資源及工作量一併考慮進去

步驟二 決定那些種原是須要被繁殖的

- 1.將種子發芽率低於起始發芽率百分之八十五的種原列出。
- 2.將新收集之種原而其種子量不足最低建議數者(3,000—4,000)列出。
- 3.將種子庫存量已少於三次繁殖需用量之種原列出。
- 4.種原庫負責人決定各所列出應繁殖種原的優先次序，一般而言，以活力已降到相當程度低的種原為第一優先，其次則為被急著要申請利用之種原，最後才是種子存量不多，但其活力仍然相當好的種原。
- 5.將種原庫負責人所決定之優先名單列成表，為當季應當繁殖之種原，其餘則列為預備名單為將來繁殖考慮。
- 6.將所有即將被繁殖之種原在冷藏庫中的貯藏位置記錄下來。

步驟三 決定何處為繁殖所列種原之處所

- 1.每個將繁殖之種原的基本資料查明找出繁殖該種原的環境條件。
- 2.查出各該種原之種子量。
- 3.如果某種原的庫存種子量少而且一般的種植環境又不適合其繁殖的話，則應將其種植於人工控制的環境下。
- 4.如果該種原之種子庫存量足夠而且其對戶外的氣候環境亦能適應，並無其他特殊情況需顧慮者，則將之種植於田間。

步驟四 準備種植計畫

- 1.畫出田間分區圖備用。
- 2.將欲種植的各畦配置大小標明於圖上同時對種植間距、隔離空間、走道等相關空間均須予以標明。
- 3.將各個要種植的種原編號填入所安排之種植區內。

步驟五 準備種植用種子

- 1.將盛裝欲繁殖種原種子之容器（含屬罐、塑膠罐、玻璃瓶、鋁箔袋等）由種原庫中取出。
- 2.將容器留置室溫中，使之回溫至與室溫相同才打開容器。
- 3.在種子袋外標明該種原之編號與屬種等基本資料。

4. 在有除濕設備的室內操作，打開盛裝種子的容器並且迅速的稱取種植所需的種子，但以一次不將庫存量之一半以上取出為原則，可能的話儘速的將容器再密閉起來以防止剩餘之種子由空氣中再吸收水氣。
5. 將取出之種子置於先前已標示好的紙袋中，並封起來。
6. 將由種原庫中取出種植之種子量一一記錄下來。

步驟六 進行繁殖工作

1. 播種：可直播之作物選擇田況及天氣適合時在指定的種植畦上播種，播種前各畦應豎立標示，並核對紙袋上之標示與種植計畫圖及田間標示完全一致才能播下種子。
2. 育苗：必須育苗移植之作物，則需以乾淨培養土在育苗杯或穴盤中播種，各個種原之育苗床亦需標示清楚，而育苗期間之澆水、施肥均須依照各種原幼苗之需求進行，以培育健康之苗木。
3. 移植：幼苗在育苗床中長到適合移植的大小時即需移植到田間，定植的畦上需標示清楚並在定植前核對無誤，移時時應選擇天候及田況均佳之時日進行，以利植株成活及生長。
4. 施肥：依一般的種植管理方式實施，而需注意其為種子生產為目地，故在選用肥料時應予考慮。
5. 灌溉（給水）：依植物之需要而行之。
6. 噴藥：病蟲害之防治在種原繁殖上比一般生產種植尤為重要，為確保種原不致損失，故病害及蟲害的預防上須極嚴謹，在各種病蟲易發生之時，更需按時噴藥以杜絕感染，如有施放授粉昆蟲者，則須在施藥之前妥為安置保護。
7. 授粉：自花授粉作物只需注意有適當距離不使二個種原互混即可，而常異交作物如自花授成功率亦高之作物則需提防授粉昆蟲造成雜交故隔離措施必需完善，而自花授粉有困難之作物則必須藉重人工授粉或授粉昆蟲。人工授粉者在收集花粉與授粉上需注意時效性以增進授粉成功率；而授粉昆蟲之施放，除在適當時機進行外，需有專人照料以延長其在隔離網室內之存活時間，增進授粉效益。
8. 其他田間管理事項：包括除草以免雜草影響作物生長，整枝以增加開花結實率，並減少病蟲發生機會，立支柱除了增加作物生長空間外，

並保持果實之完整，增進種子之品質。

步驟七 新種子之收穫

1. 在種子達到完全成熟時，每個種原分開收穫。
2. 同一種原的各植株所收穫的種子中稱取相同數量的種子相互混合為該種原之代表貯藏如此可以避免特殊植株對整個族群遺傳質架構有太多的影響，並能保持在同一個種原中的多樣性。切勿隨意將一個種原分成數個種原，最好能保持種原的完整性。
3. 自田間收穫種子開始，就須以儘快的速度進行處理，並提供最有利新種子保持其活力之環境，以使所收穫的種子以最佳狀況進入種原庫。

步驟八 種子處理及新種子入庫

1. 執行種子清理工作，包括去除雜質、碎片、病蟲害種子及受損傷種子，並稱量純種子之重量。
2. 不同繁殖季所收穫之種子雖屬同一種原亦不得混在一起。
3. 對於申請種子的分贈先行送出年代較久的種子。
4. 種子產能不大之種原可能需要進行數次繁殖工作，才能獲得做為種原之貯藏建議量(3,000—4,000粒)之種子
5. 若須二次繁殖則使用剩下另一半之原始收集種子繁殖，並將此二次收穫之種子以等量混合做為將來再繁殖之種子。
6. 經過精選及適當乾燥等處理之種子，以密閉容器(金屬罐、鋁箔袋等)包裝並加以標示(容器內亦應放置標籤)後送入種原庫貯藏。

步驟九 將各數據資料存檔

1. 將有所庫存種子的資料(包括日期、數量、水份含量、起始發芽率及貯存位置)依新生產種子所得存入適當之資料庫中。
2. 在繁殖種原時也應同時進行基本的生態特性調查工作，所得有關該種原的資料亦應即早存入適當之資料庫中。

參考文獻：

- Breese, E.L. 1989, Regeneration and multiplication of gemplasm resources in seedgene banks: the scientific background, International Board for plant Genetic Resources, Rome.
- Clark, R.L. 1989, Seed Maintenance and storage Plant Breeding Reviews Vol.7 PP.95-108
- FAO 1996, The state of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture: Back ground Documentation Prepared for international Technical conference on plant genetic Resources. 17-23 June 1966, Food & Agriculture Oragnization of the U.N. Rome.
- Genebank standards 1994, Food and Agriculture Organization of The United Nations. Rome, International Plant Genetic Resources Institute, Rome.
- Hanson, J. 1985, Procedure for handling seeds in genebank, International Board for Plant Genetic Resources.
- National Academy of Science 1991, Managing Global Genetic Resources