

# 如何利用原子能以改進動植物品種\*

錢 天 鶴

## 一、利用放射遺傳學以改進動植物品種之起源及演進

利用放射遺傳學原理以改進動植物品種，其起源係由於美國兩位遺傳學家以X光照射動植物而使其下代產生突變所引起，迄今已將三十年矣。當一九二七年及一九二八年美國脫克薩斯大學之莫拉教授 (Dr. of H. J. Muller) 及美國農部之施德來博士 (Dr. L. J. Stadler) 曾先後發表試驗X光照射動植物結果。當時莫氏所用之照射對象為果蠅，係屬動物，施氏所用者為大麥與玉蜀黍，係屬植物。兩氏舉行試驗時，係各行其事互不相謀，而所得結果，則完全相同，蓋動植物經過X光之適當時間照射後，其下代可能產生之突變率，遠較天然發生之突變率為大。此項突變可以遺傳後代。但因二氏所用之試驗材料數量不多，優良遺傳因子不易顯現，故所得突變，性狀甚劣，遠不如其父母。因之美國一般遺傳學者誤認為X光對於細胞內所包含之染色體，祇有破壞作用，徒將其原有之優良遺傳因子變劣，故X光不能採用為改進動植物品種之正當工具，致被遺棄不用達二十五年之久。

一九二八年瑞典遺傳學大家納爾遜艾耳博士 (Dr. Herman Nilson-Ehle, Director of the Swedish Seed Association at Svalof and Head of the Genetics Institute of Lund University) 見到美國發表關於X光照射動植物之結果報告，又經其學生賈德生 (Ake Gustafsson) 之建議，認為此項研究，不但可以產生新品種，且可證明天演變化之原理，遂亦從事此項試驗工作，迄今二十餘年，雖納氏早已亡故，而其工作仍進行不輟。最初所用之試驗工具為X光，近十年來又加用原子能中子輻射。迨至一九五〇年，產生一種多穗堅桿之大麥新品種，甚有經濟價值。但因此新品種非直接由輻射所產生之突變而來，係因輻射所產生之突變尚不合經濟條件，故再經過人工雜交手續而得者，歷時甚久，所費不貲。美國一般遺傳學家認為與其如此，不如直接採用人工雜交方法，不必經過輻射手續，反可較為經濟而省力，故對於利用放射遺傳學以改進動植物品種之方法，仍抱持懷疑態度，不肯普遍採用。

迨第二次世界大戰結束以後，美國因製造原子炸彈，產生有多量同位素，輻射物資來源，不虞匱乏，故漸為美國一般遺傳學家所注意。一九五一年美國普克海芬國立試驗所之專家集議，決定採用大規模方式，試驗X光及原子能輻射線能否直接產生優良動植物新品種，而不必經過如瑞典所用之人工雜交手續。蓋彼等認為以往輻射產生之突變，其品質之所以不良，致須經過人工雜交手續，以為補救者，實由於被試驗之材料數量太少，使優良性遺傳新品系，不易顯現故也。

該試驗所自實行此項決策以來，為時不過數年，成績甚佳。經與其他農事機關合作，已分別育成豐產及抵抗銹病與便利機器脫殼之落花生新品種各一種，抵抗銹病及疫病之燕麥新品種各一種，及由白花變成紅花之康乃馨新品種一種。此數種新品種，均係輻射線直接產生之突變，而未經過繁複之雜交手續者也，故時間經濟，費用節省。此種原子能輻射方法，若能善用之，誠為動植物育種學家之福音，亦為其工作所需之一種最可寶貴之新武器也。

\* 本篇係農復會錢委員於本所十週年紀念蒞所學術演講演講稿

## 二、可作改進動植物品種用之輻射線種類

據目前所知且已試用有效者，計有下列四種輻射線，可供採用為改進動植物品種之工具：(一) X光線，(二)  $\gamma$  (gamma) 線，(三)  $\beta$  (beta) 線，(四) 速中子或熱中子 (fast or thermal neutrons)。至於應採用何種輻射線，則須視試驗情況與試驗材料而異。

X光線為一種低能之電磁輻射 (low-energy electromagnetic radiation)，其與速中子或熱中子之效能比較，為植物種籽經過X光線或速中子或熱中子之適當時間照射後，其結果為前者使種籽所受之影響深淺，各粒不同，後者則全體一致。此表示X光線之效能不及速中子或熱中子之可靠。但其後代所產生之突變機會則相同。

為實用方便而有效起見，則放射鈷六十號 (Cobalt 60) 所放出之  $\gamma$  線，其效用比較其他任何輻射線為最容易控制。如其輻射量充足，則欲使植物所受輻射線影響之深淺，可以與放射鈷之距離及時間長短控制之。例如美國普克海芬國立試驗所所有十英畝面積之  $\gamma$  線輻射試驗地，其中央置有放射鈷六十號，在放射鈷之四週，種植有各種試驗植物，每天接受  $\gamma$  線輻射二十小時。凡植物距離放射鈷較遠者，其每天所受之輻射量亦較少。又植物可栽植於盆內，可以隨時運送至試驗地接受  $\gamma$  線輻射，其與放射鈷之距離，與時間長短，更可自由伸縮，以便研究植物在何種狀況之下，接受原子輻射，可能產生最多之突變。

$\beta$  線之輻射用途，現僅限於一樹，或一本植物，或樹身上之一芯。美國現有一特製之  $\beta$  線放射器，用一金屬所製之筒，罩於一芯上，由筒內放出高度輻射量之  $\beta$  線，使芯接受輻射。

## 三、作改進動植物品種用之輻射線使用方法

輻射線對於植物品種之改進，可有兩種使用方法：一為直接輻射種籽，使生殖細胞內所含之染色體發生變化，再將種籽種於土內，其所生長之植物，可能與其父母本不同，而產生具有遺傳性之突變，此項突變，名之曰生殖細胞突變。二為直接輻射一本植物或植物之一部份，如一枝或一芯，希望其全本植物或其一部份之體細胞內所含之染色體受輻射之影響，發生變化，而直接產生具有遺傳性之突變，此項突變，名之曰體細胞突變。

輻射線之用於動物改進者，在理論上，亦可使其產生生殖細胞突變，與體細胞突變。但除下等動物外，所有動物，均係有性繁殖，故體細胞突變，無實用價值，且往往對於受輻射之動物本身有害，因之不得不集中力量於生殖細胞突變之試驗與產生。其方法為將雌性生殖器官內之精液抽出，使其受原子輻射影響，再用人工授精方法，產生下代，希望此下代之性狀，能與其父母不同，而產生具有遺傳性之突變。

使用輻射線之成功與否，其關係因子甚多，其最顯而易見者，為如何知道使用最適當之輻射量，與最適當之輻射時間，以及動植物最適宜於受輻射之生理階段，此則非經過長期之試驗工作，不能知之也。故美國普克海芬國立試驗所之十英畝面積之  $\gamma$  線輻射試驗地，其中央所置之放射鈷六十號，現有輻射質量一八〇〇居里，其四週所植之樹木，距離放射鈷有遠有近，因之每天所受之輻射量亦有不同，究竟一八〇〇居里之輻射質量，是否太多？每天輻射二十小時之時間長年不斷，是否太久，受試驗之樹木與放射鈷之距離，究以何者為最適當，因此項試驗，為時尚淺，現均無人知之，故尚在繼續試驗之中。但該試驗所為急圖解決此類問題起見，曾作有另一試驗，將玉蜀黍分株栽植於花盆內，並分為若干批，每日送一批至試驗地內，受輻射線之放射，盡一日而止，逐日調換。其結果發現當雌性芯頭上之花粉粒成熟以後，開始脫落時，如受一整天之輻射線照射，而其輻射量為一三二〇倫琴時，則發生突變之機會可能為最多。從此可知受輻射線之放射時間，不必太久，而其問題，在於應俟植物生長至何等階段時，使其接受原子輻射，而輻射量又為幾何，方能產生最大效果。此則有待於各方遺傳學專家之長期研究與試驗，方能個別知之也。

#### 四、對於臺灣利用原子輻射以改進動植物品種工作之建議

欲利用原子輻射以達到改進動植物品種之目的，其先決條件為確定：（一）所欲改進者為何種動植物，（二）改進之目標為何，（三）應用若干輻射量，及輻射時間，以及動植物應於何時接受輻射，方能使其後代產生最多種之突變。突變種類產生愈多，則留優汰劣之選擇機會亦愈廣，因之品種改進成功之機會亦較多。關於第（一）（二）兩項條件，確定較易，關於第（三）項條件，則涉及動植物輻射遺傳學之基本研究，成功較難。故在臺灣今日，對於解決第（三）項條件之工作，不妨稍緩進行，姑先利用外國已知之方法，或已有之材料，引進我國，作為改進資料，較為方便，成功亦較易，否則若先圖解決第（三）項條件，則曠日持久，時不我待，即使成功，亦僅解決整個品種改進問題之一半，其他一半，仍須從頭做起，故不如避開難題，先為其易，以期品種改進工作之早日成功也。

美國普克海芬國立試驗所之工作目的有二：（一）為輻射植物遺傳學之基本研究，（二）為利用輻射植物遺傳學基本研究之所得，以增進農業生產。但其研究重心，則在於第一類工作，關於第二類工作，大部份係與其他機關合作進行。蓋該所為美國研究輻射植物遺傳學之中心機關，故願自己先為其難，以期奠定輻射植物遺傳學之實用基礎，然後利用研究所得，以協助其他機關從事品種改良之實際工作，庶分工合作，收效較廣，意至善也。是以該所歷年曾與國內外七十五個農事機關合作，其中包括有加拿大及本國屬地坡多利谷、阿拉斯加與檀香山，由該所代辦植物種籽輻射處理工作，再將經過輻射處理之種籽送還各農事機關，實行繁殖，以觀其下代是否產生具有遺傳性之突變，而突變之中，有無適合原定之改進目標者，如有，則將其選出，繼續逐代繁殖，使其成為一合乎實用之新品種。如無，則由該所再行供給經過輻射處理之種籽，由該農事機關重新試驗，直至達到改良品種之原定目標為止。

上述之合作辦法，我國在臺灣之各農事試驗機關似乎亦可做行。現在臺灣亟需品種改進之作物有二：（一）為大豆，（二）為落花生。此二種作物均為油類作物，而植物油類之供應，在臺灣最為缺乏，故此二種作物之品種，實有亟加改良之必要。目前臺灣生產之大豆與落花生，其單位面積產量甚低，且有病害，故農民不感興趣，栽培面積，推廣甚難。加之大豆重要栽培區域，在屏東與高雄一帶，係第二季水稻收成之後與第一季水稻下種以前之中間作物，故其在地上之生長期間，不能容許太長，否則將妨礙第二期水稻之播種期，因之其單位面積產量，更不易提高。近數年來，雖已向國外引進若干產量豐富或抵抗病害之大豆與落花生品種，在省內各處試種，但每次引進之品種，至多不過數種或十數種，選擇之範圍不大，種植之後，其下代能否適合本省風土，與符合吾人需要，實無把握，故其成功之期，難以預卜。今若將本省現有大豆與落花生品種之種籽，送請美國普克海芬國立試驗所加以原子輻射處理，再送回本省試種，則每粒種籽，在理論上，皆有產生突變之可能。雖然在一千個突變之中，根據國外遺傳學家之經驗，或祇有一個能有經濟價值，而適合吾人需要，但吾人每次所播之種籽，何止數十百萬，故其中頗多留優汰劣之選擇機會，其成功之希望，比較普通引進外國良種以代替本國劣種之辦法，優越多矣。然此非謂採用原子輻射方法以後，其他一切舊有改進品種方法，均可摒棄不用，蓋原子輻射方法，若運用之不當，亦難得預期之優良結果，故其他方法，有時仍有嘗試之必要也。

至於利用原子輻射以圖改進動物品種，則其成功之機會，遠較改進植物品種為少，故至今美國尚在初步試驗之中，未聞有成功之報告。其原因為改進動物品種，不能如植物之可以利用體細胞突變，其困難一也；生殖細胞突變雖可利用，但人工授精方法，祇能使用於家畜類動物，因其每次生產之子女，數量不多，突變發生之機會亦少，即有之，亦大都為劣性，無留種價值，其困難二也。故今日之臺灣，似以暫不採用此法，仍舊運用其他改進品種方法為較宜。（完）