

# 分子標誌在抗病育種上的應用

作者：黃佳興 助理研究員、  
王啓正 助理研究員、  
林學詩 研究員兼秘書  
作物改良課 園藝研究室  
場長室  
電話：(03)8521108轉300  
(03)8521108轉110

## 前言

溫室效應所造成的全球暖化及氣候異常可說是世界各國作物栽培上的一大限制因子，而氣候異常會使病蟲害發生頻率增加，造成作物產量、品質的損失。防治病蟲害除了噴施化學或天然藥劑及改善耕作制度外，就是以育種的方式來增加作物的抗病性。

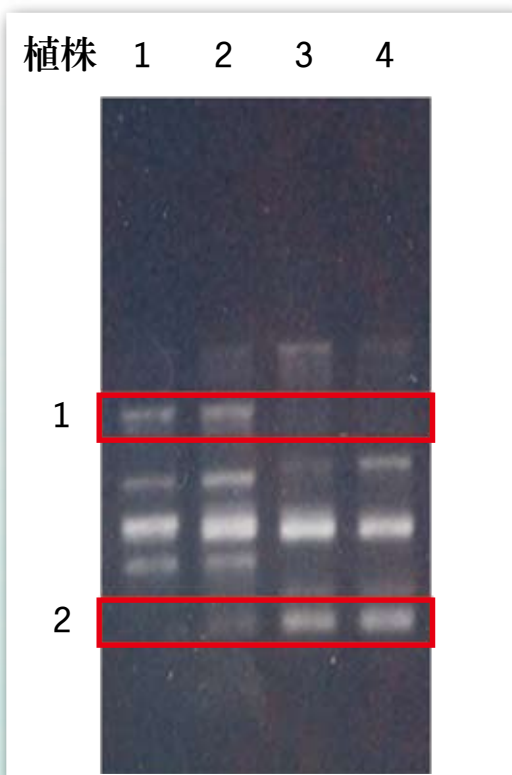
本場正積極推動有機農業，在防治病蟲害方面，除了有機資材的運用之外，最有效的方法就是選擇具抗性的品種來栽培。著眼於此，本場朝著抗病蟲害的育種方向而努力，但抗病蟲害的育種通常需要較長的時間，因此為了加速抗病育種的效率，可以用分子標誌來作為選拔指標，育種家能利用分子標誌在作物的生長期間針對特定性狀進行選拔，包含耐逆境、抗病蟲害、豐產、具高營養價值等，使得育種選拔能更有效率，並縮短育種年限。

## 分子標誌的應用及種類

在農業上，分子標誌主要是用在作物品種鑑定、遺傳多樣性、基因定位、種子純度檢查及輔助育種五大類，隨著分生技術的進

步，現在有愈來愈多的分子標誌可供育種家來運用。

分子標誌有許多種類，目前較常使用的分子標誌包括，限制片段長度多型性（RFLP）、逢機擴大多型性核酸



▲圖一、多型性電泳膠片

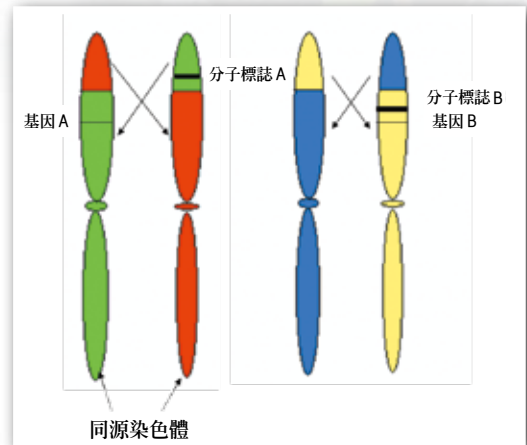
(RAPD)、擴增片段長度多型性(AFLP)、簡單序列重複區間(ISSR)以及簡單序列重複又稱作微衛星(SSR, Microsatellite) 五大類。

這些分子標誌都是利用植物個體間DNA序列不同，經由限制酵素或PCR技術，產生不同長度之DNA片段，即所謂的多型性，可在電泳膠片上區分出來，例如圖一之電泳膠片圖，利用相同分子標誌分析結果顯示，紅色框線區域的條帶有些植株有，有些沒有，若已經研究此分子標誌在抗病植株上的第一紅框是沒有條帶，第二紅框有條帶，根據這個結果，則可以斷定植株C及D為抗病的植株。分子標誌的研究就是要了解某特殊的電泳框線位置有無出現條帶，當某抗病後裔之某些特殊條帶出現或不出現的機率為百分之百，就表示這些條帶所代表之分子標誌與抗病性狀有緊密連鎖。

### 抗病育種及作物基因體之關係

隨著分子生物技術不斷進步，加速了人們了解DNA、RNA、蛋白質與整個生物體間的關係，著眼於人類基因體計劃對於人類演化及疾病的幫助，目前全世界也有許多正在執行植物基因體定序的計劃，希望能在這些計劃完成之後可以解開育種及栽培上的瓶頸。

雖然大部份與抗病相關的基因仍無法完全定位，但仍然有許多資料可供利用，例如分子標誌與抗病基因之連鎖圖譜。由於部份抗病基因可與特定分子標誌連鎖，植物產生下一代過程中，兩條同源染色體可能有交叉



▲ 圖二、分子標誌與基因於同源染色體上連鎖及互換。

互換的情形，若交叉互換的地方發生在分子標誌與抗病基因的中間，則兩者就會失去連鎖。如圖二右者，分子標誌與抗病基因距離愈近，發生互換的機會就愈低，如圖二左，距離較遠互換機會就會提高，因分子標誌與抗病基因距離較近，表示兩者連鎖較緊密，在進行抗病育種時，離抗病基因愈近的分標誌在世代選拔中仍可與抗病基因緊密相連，這種分子標誌可成為良好的選拔指標。

目前有許多研究團隊成功利用分子標誌輔助育種，如2005年Oliveira等人利用RAPD及SCAR分子標誌輔助育成抗角斑病綠豆，2008年Philippe等人從抗銹病阿拉比卡咖啡的雜交後代中，發現抗銹病基因和某些SSR、SCAR及AFLP的分子標誌緊密連鎖，此外還有小麥的抗镰孢菌枯萎症基因、大豆的抗孢囊線蟲基因及甘藷的抗南方根瘤線蟲基因，這些與目標性狀緊密連鎖之分子標誌可幫助在育種流程中縮短將抗病性及有用性狀導入目標作物的時間。



## 分子標誌輔助抗病育種的應用

傳統的抗病育種必須從廣泛的種原中利用抗病檢定的方式尋找具抗病性的植株，再利用雜交或回交法並持續的進行抗病檢定及選拔才能將抗病性導入栽培種，相當耗費人力物力及時間；而分子標誌輔助育種，只需在F<sub>2</sub>世代確認分子標誌和作物抗病性之間有緊密連鎖，以後的育種過程就能以分子標誌作為是否具抗病性的追蹤指標，在苗期提早選拔，而不需等到栽培後期再來作抗病性檢定，如圖三，兩株幼苗中，外表型尚無法辨識是否抗病，即可依據抗病的具有紅框內特定的條帶來選拔，為縮短育種時程的關鍵。其次，因為能在苗期進行檢定，淘汰不必要的植株，相對而言就不需要龐大人力和物力及空間來栽培管理。

但目前分子標誌輔助育種技術尚有兩個較大的瓶頸待克服，第一是分子標誌主要是利用在選拔單基因遺傳性狀的育種，但並非所有的性狀都是單基因遺傳，如果是多基因，甚至是基因與環境有相互影響現象時，分子標誌的選拔效率就會較差。第二是在有



▲ 圖三、利用分子標誌在苗期作為選拔指標

性世代之間會有染色體互換，因此造成分子標誌與預期的特定性狀產生分離，使得分子標誌選拔結果有誤判的情形產生，這些都是尚待解決的問題。

## 結論與未來展望

分子標誌輔助育種都是一個能被育種學者所利用的知識與技術，因其能加速育種的時間及效率，十分值得我們去嘗試及研究。

目前分子標誌輔助抗病育種仍有許多待解決問題，如多基因性狀及染色體重組等，但隨著作物基因體計劃的完成及部份基礎研究的努力，基因內多型性分子標誌的可運用性將大為提高，就可直接由分子標誌判斷植物的基因型及部分外表型，這些問題也就能解決了。

現在國人逐漸重視養生及健康，作物品質日益受到國人的重視，因此本場如能利用分子標誌加速育成抗病蟲害又質優的蔬果，就能降低農藥的使用和殘留，減少噴藥的人力物力成本，提升作物對環境變遷所造成病蟲害及逆境的抗性，使得產品價格及產量

較為穩定，進而增加農民的收入。

另一方面，全球暖化以及人口爆炸使得我們除了需要使作物的產量及抗病抗蟲能力增加之外，更需要面對時間的壓力，才能使全球糧食短缺速度減緩。全世界每年都有許多的品種推出，若能利用此一技術減少育種時間，使新品種提早進入市場，或許就能創造更大的利潤並被更多的人所接受。