

# 以分子標誌輔助育種 強化作物栽培韌性

文圖/林延諭

## 【前言】

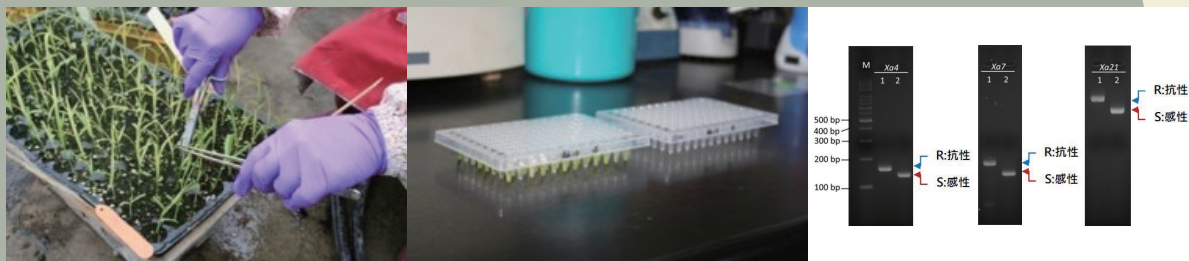
當外在環境累積的變化超出作物可適應的範圍後，便對其生長造成影響。除氣候變化直接造成的溫度、乾旱及淹水等非生物逆境外，亦會間接造成病害與蟲害相改變而造成的生物逆境。為了維持作物產量與品質穩定，可透過對栽培環境的調控降低逆境的程度，如改變栽培季節以躲避災害、採用噴灌或滴灌等灌溉系統進行水資源管理、搭建溫室、防風網或破風網或設施等。然而在一些情況下，單純依賴栽培管理技術仍會顯得力有未逮，如水稻二期作常因颱風與東北季風，造成葉面摩擦產生大量傷口，促使白葉枯病(rice bacterial blight)病原感染蔓延，雖有藥劑可供防治，然適合之防治時機卻常因強風與連續降雨使防治效果不彰。因此若能由根本上提高作物對環境逆境的耐受力，再結合栽培管理技術，將可進一步強化作物栽培韌性。

## 【韌性品種的育成與難處】

作物品種改良是一項費時費工的過程，育種家藉由雜交將不同的性狀的品種重新組合，再由子代中挑選性狀優良植株，經多個世代的選拔與純化固定後才能完成。因為作物的表現受到基因、環境及其交互效應影響，選拔過程中容易受到環境的影響帶來不確定性，例如因為環境濕度不足，降低病原接種效率，選到看似抗病的植株實際上可能並不具有抗病力，因此也有人形容這樣的育種方式為「半矇著眼選」。然而隨著環境變化加快、新興病害層出不窮，韌性品種選育的步伐也要有所提高，方能持續因應。

## 【分子標誌輔助選種】

隨著生物技術的發展，各種DNA檢測方法已被開發與應用在許多醫學檢測中，如DNA親子鑑定、遺傳疾病或癌症的基因檢測。而在作物上，分



採用分子標誌進行抗病性檢定，於苗期取樣分析，可在插秧前進行選拔

子標誌輔助選種(marker assisted selection, MAS)，便是將DNA檢測融入作物育種流程中，利用分子標誌協助育種家挑選帶有理想基因型的植株，改善過去「半矇著眼選」的困境，從而提高育種效率。因僅有檢測技術導入，並無基因改造作物(genetically modified organism, GMO)之法規與消費者接受度等問題，加上定序技術成熟、分析成本下降與基因體學研究大量累積，使分子標誌輔助選種已成為作物韌性品種育種流程中不可或缺的一環。

## 【分子標誌輔助作物韌性育種實例】

### (一) 台中秈199號

近年秈稻因二期作白葉枯病(rice bacterial blight)好發，降低農民栽培意願。為改良秈稻品種的抗病性，本場利用帶有Xa4、Xa7及Xa21等3個白葉枯病抗病基因的IRBB62品系與秈稻慣行品種台中秈10號雜交，並以台中秈10號為輪迴親。一般白葉枯病之抗病檢定，需於插秧後60天進行剪葉接種，接種後20天後再進行病斑長度的調查，且因缺乏重複與環境影響等因素，還會降低選中帶有抗病基因植株的機率。相比之下，本場採用分子標誌輔助選種，因檢測不受於時間與環境的限制，於苗期便能進行抗病篩選，汰除大量不帶抗病基因的植株，並進一步利用限制酶切割位點標定片段定序法(restriction site-associated DNA sequencing, RAD-seq)挑選遺傳背景最接近台中秈10號的植株。

育種過程中節省的時間、人力及空間資源，更可專注於產量與品質性狀的選拔，以育成保有台中秈10號原有的豐產、食味優良、抗稻熱病等優點，而又具有極佳抗白葉枯病表現的台中秈199號。



台中秈199號(左)葉片在接種白葉枯病菌液後，引發過敏性反應形成黑色保護層防止病菌蔓延；台中秈10號(右)則無此現象，白葉枯病病斑顯著擴散

## (二) 甘藍台中3號

氣溫的提高有利嗜高溫病原菌的散播，如造成甘藍植株黃化及死亡的甘藍黃葉病(*Fusarium yellow*)，其病原菌以厚膜孢子在土壤中存活，以往便缺乏有效的防治方法，現隨氣溫暖化，病害有逐年增加與蔓延的趨勢，成為甘藍產業發展限制因子。因此本場利用分子標誌輔助選拔帶有抗病基因植株，配合田間高溫適應性選拔，育成具抗病性且可於臺灣中部地區平地夏季種植之甘藍台中3號。可種植於曾有黃葉病的田區，可有效穩定甘藍生產。

## (三) 番茄台中11號

番茄黃化捲葉病(*tomato yellow leaf curl disease, TYLCD*)由銀葉粉蝨傳播，氣溫與連續不降雨日數提高，為銀葉粉蝨繁衍傳播創造有利條件，因番茄感染黃化捲葉病後並無適當藥劑可供防治，常造成農友巨大的經濟損失。為此本場也利用分子標誌輔助育成帶有*Ty1/3*及*Ty2*抗病基因的番茄台中11號，該品種具番茄黃化捲葉病抗病性，栽培過程中結合綜合防治方法，避免銀葉粉蝨數量過多，可進一步降低葉片及果實煤煙病發生的機率。



以分子標誌輔助育成之甘藍台中3號(左)具有黃葉病抗病性與耐熱性，臺灣中部地區平地可於夏季種植；番茄台中11號(右)對番茄黃化捲葉病有極佳之抗病特性，可減少農友栽培番茄時因黃化捲葉病造成之經濟損失與農藥費用之支出，適合有機及露天栽培使用

## 【結語】

藉由育種方式提高作物韌性除了具有維持糧食穩定的意義外，透過其適應性提高，減少防治資材或灌溉用水等資源投入，對於環境永續發展也具有相當正面的價值。而分子標誌輔助選種，就像揭下育種家與作物基因體間的那層面紗，提高了育種效率，使育種家可採用更廣泛的種原作為育種材料，並快速的將耐逆境的基因導入或堆疊到現有的栽培品種中，以持續提供韌性、質優的品種積極因應栽培環境的快速變化。

ISSN 0257-571-X



9 770257 1571004

GPN 2008100085

定價：新臺幣 15 元