

DNA 分子標誌於草莓育種之應用

李怡蓓（助理研究員）

前言

國內草莓栽培面積約 560 公頃，以往栽培區域多集中於北部地區，包括臺北、桃園、新竹及苗栗等，近年逐漸向中南部擴展，隨著氣候變遷與栽培區域拓展，環境差異導致現有品種面臨適應性上的挑戰。新興病害的發生與高溫，再加上夏季育苗罹病率高、冬季花期不連續等因素，皆對草莓產業造成衝擊。目前草莓品種以「香水」及「豐香」為主，除透過調整栽培技術外，品種改良優化也是不可或缺之發展方向。然而，許多重要性狀在育種過程難以評估，如：耐病性選拔需消耗大量人力與物力；開花評估需藉由多年栽培確認等。近年來，「DNA 分子標誌」已逐漸應用於作物育種上，可精準掌握品種特性，避免性狀表現受環境影響造成誤判，除加速品種育成外，也可作為品種鑑定的利器，本文以下針對 DNA 分子標誌於草莓育種之應用進行介紹。

何謂 DNA 分子標誌？

DNA(去氧核糖核酸) 為生物體中記錄遺傳訊息的物質，存在於每一個細胞當中。作物隨著物種的不同，其 DNA 序列也有所不同。「DNA 分子標誌」即為 DNA 上的一段序列或位點，可以偵測不同品種間的差異，達到鑑定特定性狀或品種目的。DNA 分子標誌種類繁多，常見的包括單核苷酸多態性、酶切擴增多型性，以及簡單重複序列(表一)，目前已有應用於水稻及落花生等作物的育種。

DNA 分子標誌應用於草莓性狀選拔

許多草莓的重要性狀為多基因所控制，容易受到管理方式及氣候條件影響，如：產量、開花期、果實糖酸比及抗病性等，選拔過程中常需經過多年的觀察，其中抗病性便常受肥培技術及葉齡等因素影響，操作難度較高，若能利用 DNA 分子標誌從基因層次進行選拔可提升效率。國外已有學者利用白

表一、常見的 DNA 分子標誌

DNA 分子標誌	說明
單核苷酸多態性 (SNP)	偵測 DNA 序列中，單個位點差異而導致的遺傳多樣性
酶切擴增多型性 (CAPS)	偵測 DNA 序列中，經限制酶(一種酵素)反應後，特定位點差異而導致的遺傳多樣性
簡單重複序列 (SSR)	偵測 DNA 序列中廣泛分布的簡單序列(1~6 個鹼基)重複數差異造成的遺傳多樣性

粉病抗性的草莓品種 Sonata 與相對感病的品種 Babette 雜交，針對於田間罹病情況進行外表型評估，並搭配 DNA 分子標誌收集遺傳資訊，藉此分析與白粉病表現關聯度較高的 DNA 位點，後續雜交品系在抗病性篩選時則可藉由偵測這些 DNA 位點存在與否，評估各品系對白粉病的抗感性，省去以田間自然發病的情況進行篩選所需的空間及時間。此外，亦可利用 DNA 分子標誌於育苗初期即進行目標性狀的選拔，有效縮短育種時程。

DNA 分子標誌應用於草莓品種鑑定

農民自行育種或地區流通的草莓品種繁多，品種辨識多以植株簡易的外表性狀進行區分。然而，隨著草莓品種不斷增加，僅依靠外表性狀分辨品種差異之困難度逐漸提

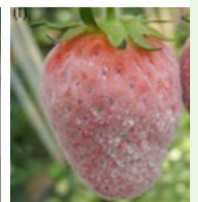
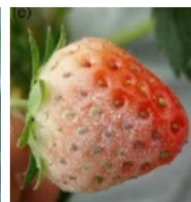
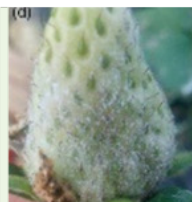
升，如：「香水」、「美姬」、「美峰」及「鐵金剛」等即為外表性狀甚為相似的地方品種，農友單憑外表性狀區別此 4 品種，且產區內農友自行育苗，種苗間流動頻繁。隨著栽培時間長，容易造成品種間發生變異或混淆的情況。利用 DNA 分子標誌進行遺傳鑑定，可較為正確且快速地區分不同品種。目前國內已建立的 DNA 指紋資料庫包括水稻、茶及部分林木，可確保未有品種混雜之情況，維持品種純度。

草莓品種若能建立 DNA 指紋資料庫，可確保市場上各品種銷售的正確性與純度，日本即有學者完成國內 125 個草莓品種的指紋資料庫，並持續擴及應用於日本 180 個登記品種。指紋資料庫透過分子標誌於草莓品種中呈現的遺傳資訊差異，建立一套區別草莓

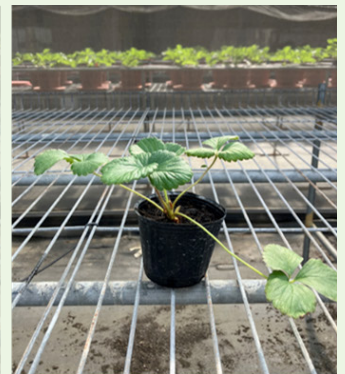
抗病品種
如：Sonata



感病品種
如：Babette



圖一、不同草莓雜交品系對白粉病抗感性之差異。(圖修改自 Lifshitz et al., 2017 及 Duan et al., 2022)



圖二、地方品種「香水」(左 1)、「鐵金剛」(左 2)及「美姬」(左 3)株型甚為相似(右 1 為豐香)

品種系統，但仍需隨品種數量、種類持續調整，以確保分子標誌於受試品種中具有有效的鑑別度。

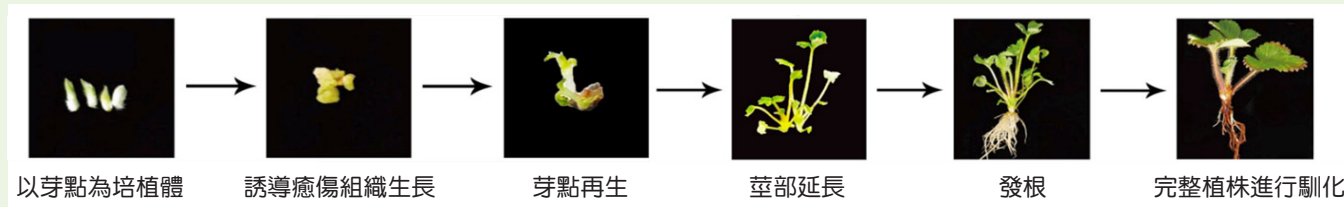
DNA 分子標誌應用於組織培養苗體細胞變異檢測

組織培養技術（以下簡稱組培）應用於種苗生產已越來越常見，為快速且可確保無病原污染的繁殖方式，然而組培過程中因品種、培植體位置、培養基類型、植物生長調節劑、繼代培養的時間及光照溫度等因素影響，可能發生體細胞變異，影響作物本身的農藝性狀與品種特性，因此須建立一套系統有效偵測組培苗的體細胞變異情形。體細胞變異的檢查應包括型態、生化、生理及遺傳特徵等，DNA 分子標誌則可應用於檢查遺傳特徵，透過已知的 DNA 分子標誌在草莓品種中出現的

電泳條帶位置，檢查組培苗與繁殖母株是否具有一致的表現，藉此判斷是否存有遺傳變異的發生。以分子標誌檢查多為輔助的方式，仍需配合型態及生理生化特性加以確認，避免為快速繁殖無病原種苗而導致品種特性發生變異的情況。

結語

DNA 分子標誌技術於作物育種已有多種應用，在草莓育種中可應用於品種選育、品種鑑定及檢測組培苗體細胞變異等。品系選拔階段可配合 DNA 分子標誌分析遺傳表現進行選汰，提升品系選拔的精準度；而建立品種 DNA 指紋資料庫及檢測組培苗體細胞變異，則有助於草莓品種鑑定與維持品種純度。隨著草莓品種不斷推陳出新，導入分子技術於育種策略，有助於強化產業發展。



圖三、草莓組織培養苗生產流程，完成植株馴化後需留意體細胞變異以維持品種特性。（圖修改自 Cao et al., 2021）