

專題報導

牧草生產與利用新科技

牧草的培育與 基因轉殖

自然界中的野草經人為選拔成為飼養牛羊的牧草，
隨著生物科技的發展，
很有潛力成為生產醫藥蛋白的分子工廠，
揭開21世紀綠色革命的序幕。

■ 施意敏 廖成康



自盤古開天闢地以來，「放牛吃草」是多麼天經地義的事，曾幾何時，人們爲了讓乳牛擠出更多的奶，肉用牛長更多的肉，牛被關在牛欄裡密集飼養，不能自由自在外出覓食，而必須仰賴人們提供的草料做爲營養來源。相對地，人們也盡力選拔一些營養成分高、適合牛吃的草種，並以人爲方式進行栽培，這些特定的草種稱爲「牧草」。當然，選育的牧草不加以管理也會野草化，成爲人們眼中的雜草。

老祖宗們當初選育做爲畜牧用的草種，其花器大都非常小，必須異花授粉才有少量種子產生，或是根本沒有種子，主要是以走莖或莖節分株進行無性繁殖。因此，只要選定外表株型優良的草種，就可藉由分芽分株等無性繁殖方式形成族群。

靠傳統分株分芽的方式無性繁殖，常受氣候等生育條件的影響，無法短時間內大量繁殖，且易遭受病原菌的感染，並不適用引種或做爲種原的保存。而利用植物組織培養技術，就可解決上述的問題。

牧草試管培育的應用

植物組織培養技術，簡單而言，就是取植物體一部分的組織，在試管內進行無菌培養，這些組織可進行細胞分裂，再分化產生新的植株，稱爲再生植株。如根、莖、葉、幼穗、花、種子都可做爲培養的材料，稱爲培植體。把培植體消毒後，放置在含有不同生長調節劑的培養基中，這些培植體的部分細胞可進行分裂，直接產生芽體或細胞團（又稱癒合組織）。把這些芽體或細胞團移至含有生長調節劑的培養基中，可促進其分化成完整的植株。

國內從事牧草無菌試管苗的培育，已經建立盤固草及尼羅草的組織培養系統。對新品種的推廣，如盤固草選育一號的大量繁殖，也已建立試管苗的生產技術，並逐步以組織培養的方式保存牧草種原。

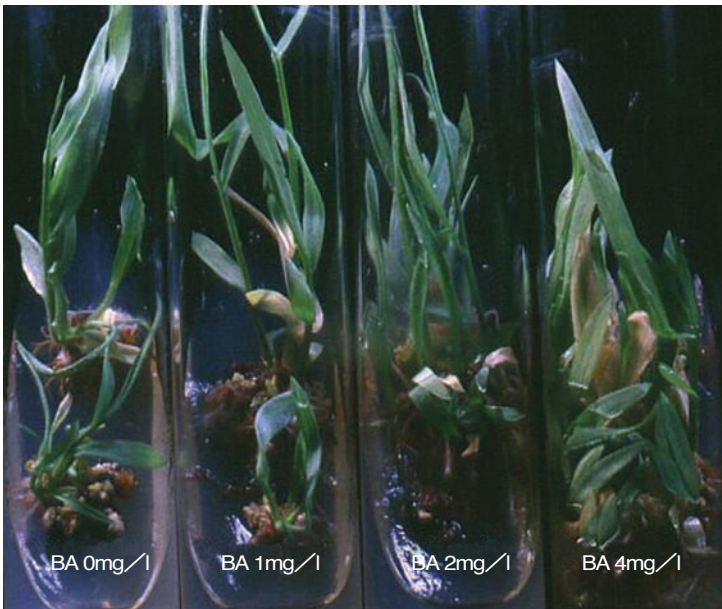
基因轉殖的技術開發

雖然無性繁殖的方法可保存基因組不變，但氣候會變遷，栽培條件會改變，一成不變的基因組成，遇到超強的突變病原菌或蟲害，很可能落入毫無招架之力的境界，一夕之間全毀。這是牧草育種家非常憂心的事，因此想盡辦法增加現有牧草品種的遺傳變異，導入新的遺傳資源，利用新興的基因轉殖技術把有用的基因導入牧草內，一方面可進行牧草品種的改良，另一方面，可以導入醫藥用蛋白質，讓牧草扮演生物工廠的角色。

國內從事牧草無菌試管苗的培育，已經建立盤固草及尼羅草的組織培養系統。對新品種的推廣，如盤固草選育一號的大量繁殖，也已建立試管苗的生產技術，並逐步以組織培養的方式保存牧草種原。



把盤固草選育一號的幼穗接種於含有生長調節劑的培養基中，可誘導形成一群未分化的細胞團（癒合組織）。



把盤固草選育一號幼穗形成的細胞團，移至含有細胞分裂素的培養基，可分化形成植株。

牧草育種家想盡辦法增加現有牧草品種的遺傳變異，利用新興的基因轉殖技術把有用的基因導入牧草內，一方面可進行牧草品種的改良，另一方面，可以導入醫藥用蛋白質，讓牧草扮演生物工廠的角色。

盤固草 A254 是台灣栽培最廣的牧草品種，民國 90 年的栽培面積是 4,817 公頃，每公頃年產量約 80 公噸，全年鮮草產量約 385,000 公噸，產值有 5 億元之多。它非常適應台灣的氣候條件，生命力強，繁殖速率快，無病蟲害，不需噴灑農藥，可全面

機械化採收，只要種一次，以後每年就可收穫四至五次，是台灣乳牛最喜歡的牧草之一。

二十幾年前，把盤固草 A254 由南非引入台灣種植時，發現它跟無子西瓜一樣，不能產生種子，主要是花粉沒有活力，因此可避免其花粉與其他物種雜交，或雜交後種子隨風飄散，形成沒人管理的野草。相對地，盤固草無法透過授粉過程注入新的遺傳資源，只能以匍匐莖繁殖，雖然可維持同樣的基因型，但萬一遇到從未發生過的病蟲害，則易產生寸草不留的結果，對畜牧業與生態環境影響甚劇。因此，新的遺傳因子注入對盤固草育種是相當重要的一環。

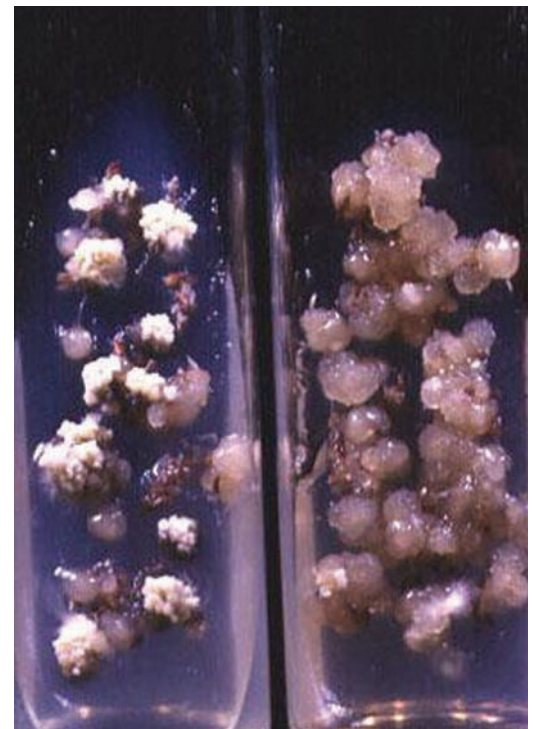
隨著基因轉殖技術的進步，使物種注入新



盤固草選育一號試管苗移至田間生長，可獲得生長均一的種苗，達到種苗大量繁殖的目標。

的遺傳組成變得較為容易。利用盤固草未成熟花穗，在適當的培養基內給予生長素刺激，誘導體細胞分裂形成具分化能力的胚狀體，就是關鍵技術。同時，利用基因鎗的彈道壓力，以散彈打鳥的方式把 *gus* 基因 (beta-glucuronidase) 及抗抗生素基因打進盤固草的細胞，被基因鎗轟擊過的細胞，要能恢復細胞分裂，並分化成具根莖葉的完整植株。

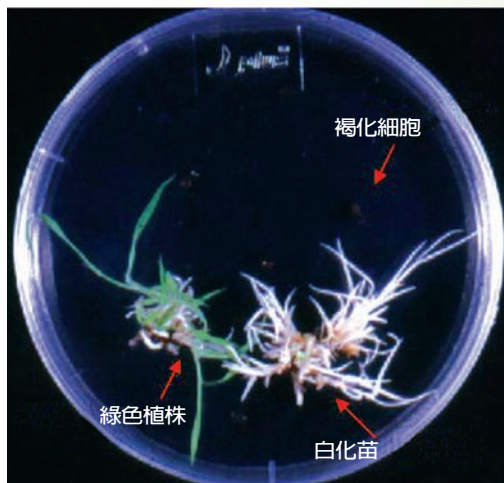
gus 基因可合成醣解酵素，只要給予特定受質就可呈現藍色反應，常用於追蹤轉殖成果。若盤固草帶有轉殖的抗抗生素基因，則在含抗



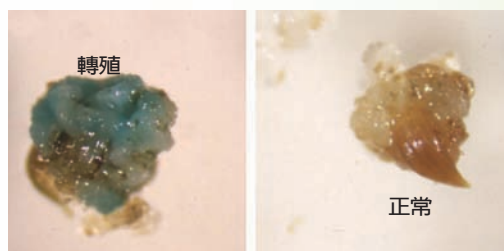
不同生長調節劑可誘導盤固草形成不同型態的癒合組織，有緊密白色狀的癒合組織，或是透明水浸狀的癒合組織。



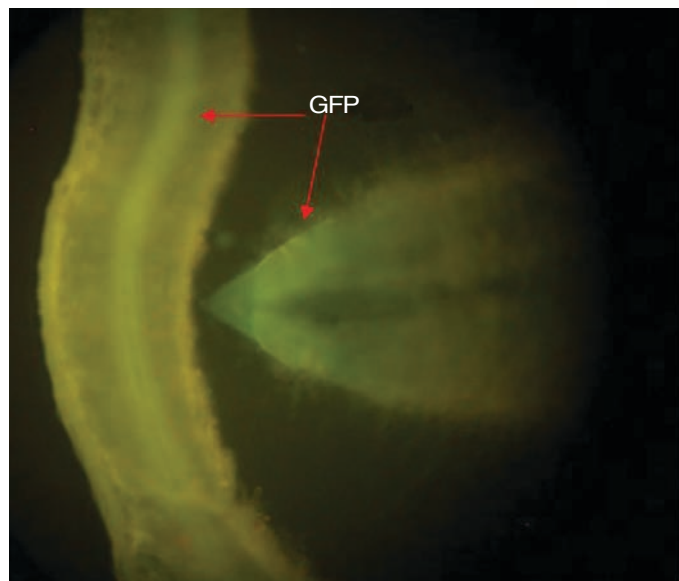
盤固草白色緊密狀的細胞團移至特定的培養基中，可分化再生為新的植株。



把具高分化能力的的細胞團放在平盤上，利用基因鎗的彈道壓力把外源基因的DNA直接轟擊到細胞裡。若產生基因重組，則帶有抗抗生素外源基因的細胞，可在含有抗生素的篩選培養基中順利分化至綠色植株，未轉殖的細胞則褐化死亡。



盤固草癒合組織表現出轉殖 *gus* 基因的結果。外源性 *gus* 基因可合成醣解酵素，只要添加特定受質，就可呈現藍色反應，常用於追蹤轉殖的成果。



把盤固草的細胞團與農桿菌一起培養，藉由農桿菌的感染作用，把原先放置在農桿菌體內的外源基因，如綠螢光蛋白質基因，導入盤固草的細胞裡，這些細胞團能分化至完整植株，表現出綠螢光蛋白質的特性。

生素的培養基中可正常生長。利用 *gus* 基因及抗抗生素基因的篩選，已初步建立盤固草基因轉殖的技術平台。

利用相同的技術，如果把口蹄疫鞘蛋白基因導入牧草，以後牛或豬吃基因轉殖牧草就不會得口蹄疫。把乳鐵蛋白基因導入牧草，小豬吃基因轉

殖牧草就可以預防拉肚子，減少抗生素的使用。如果把抗塵蟎基因導入牧草，小朋友吃了基因轉殖牧草就不再流鼻涕過敏了。此外，可以把微生物吸附汞蛋白基因導入牧草，在重金屬汞污染地種植基因轉殖牧草，讓牧草扮演大地的清道夫，再集中燒毀，恢復潔淨的大地。產官學界目前都在努力開發這些技術，希望有朝一日能夢想成真。 □

施意敏

行政院農委會畜產試驗所新竹分所

廖成康

嘉義大學農藝系

專題報導 牧草的培育與基因轉殖

