

簡述野生大豆 (*Glycine soja*)

共生根瘤菌在農業生產上的應用

蔡宇翔 (國立嘉義大學農藝學系)

蔡元卿 (國立嘉義大學農藝學系 助理教授)

曾冬筭 (國立嘉義大學生物農業科技學系 助理教授)

前言

栽培大豆 [*Glycine max* (L.) Merr.] 是優質蛋白質來源，蘊含豐富的必需脂肪酸、維生素及礦物質，營養價值非常高，是世界上重要的食用及經濟作物。聯合國糧食及農業組織 (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) 將大豆分類在含油種子中，與油菜、花生及向日葵並稱四大油料作物，更是國內推廣種植的重要雜糧作物。台灣本島及金門、馬祖、澎湖皆有野生大豆族群分布，其中一年生近緣種野生大豆 (*Glycine soja*) 和栽培大豆 (圖一) 在特徵上截然不同，但兩者皆為一年生植物，可自由雜交且後代可稔實，顯示兩者親緣相近，學者視為改良栽培大豆基因庫的可能親本來源，對栽培大豆育種相關研究極為重要，另一方面，農田環境蘊藏許多微生物，包括與豆科作物共生的根瘤菌，在漫長的演化過程中，這些根瘤菌已與豆科作物建立良好互利共生關係，會在根系上形成根瘤構造，本文將針對從台灣野生大豆根瘤中分離出來的根瘤菌，來探討根瘤菌在栽培大豆生產上的應用。



圖一、大豆植株。(左圖：台灣的野生大豆；右圖：栽培大豆)

土壤微生物與微生物肥料

國內近年一直推動有機及友善環境耕作，尤其在政府訂定 2050 年淨零碳排目標後更顯重要，希望農民善用各項措施增進農田地力，其中微生物肥料是重要途徑之一，依微生物功能又可區分為豆科根瘤菌肥料、游離固氮菌肥料、溶磷菌肥料、溶鉀菌肥料、複合微生物肥料及叢枝菌根菌肥料。微生物肥料是指將人工選拔培養的有益微生物利用粉狀或液狀製劑，接種到種子或施用於幼苗與土壤中，補充土壤中有益微生物數量。

農田土壤中存在許多有益微生物，能夠產生促進植物生長發育的物質，直接或間接影響作物的整體形態，其中包括與豆科植物共生的根瘤菌。根瘤菌利用植物光合作用產生之產物將大氣中之無機氮素固定，形成作物可利用吸收的有機氮。作物栽培時，接種豆科根瘤菌有以下優點：1. 大氣中含有 80% 的氮氣，但植物無法直接吸收利用，根瘤菌利用固氮酶 (nitrogenase) 將大氣中氮氣轉化成氨態氮 (NH_3)，再將其轉換成銨離子 (NH_4^+) 或硝酸根離子 (NO_3^-)，以提供植物吸收利用，減少氮素化學肥料施用量，並可以有效提高作物產量。2. 豆科作物與根瘤菌共生，還會分泌黃酮類、醣類及胺基酸等物質到土壤中，吸引土壤中有益微生物聚集於根圈，促進作物根系發育。因此，在農田環境中增加根瘤菌的數量，可間接提升土壤含氮量，能有效幫助作物提升產量、減少化學肥料之使用、減輕施肥對環境之負面影響。

豆科根瘤之共生根瘤菌

在漫長的演化過程中，根瘤菌與豆科作物建立良好互利共生關係，在根系上形成根瘤構造，其是由土壤根瘤菌等細菌誘導豆科作物根毛變形的器官（圖二）。研究指出，從多種豆科植物的根瘤中分離出來的共生細菌，除了共生根瘤菌之外，還有少數其他屬的微生物，這些細菌與根瘤菌並存，有些能幫助根瘤菌有效固定大氣中氮源，其中亦有生產植物激素和溶解磷酸鹽等能力。相關研究指出野生大豆的共生根瘤菌物種，如 *Sinorhizobium fredii*、*Bradyrhizobium japonicum* 和 *Bradyrhizobium elkanii* 等，同時也可以跟栽培大豆形成共生關係。



圖二、大豆根瘤。（左圖：台灣的野生大豆；右圖：栽培大豆）

本研究室利用台灣野生大豆的根瘤，已分離出數種共生根瘤菌，分別為 *Bradyrhizobium japonicum*、*Bradyrhizobium yuanmingense*、*Rhizobium giardinii*、*Rhizobium viscosum* 及 *Sinorhizobium fredii*，共 3 屬 5 種。試驗結果顯示，*Rhizobium giardinii* 促進生長素 (*Indole-3-acetic acid, IAA*) 生成的能力最高，生長素為植物荷爾蒙之一，在低濃度下即有促進生長、

分化以及誘導側根發育等功能。此外本研究室也將上述 5 種共生根瘤菌分別接種於高雄 9 號（綠晶）大豆，發現除了 *Sinorhizobium fredii* 外，其餘菌種皆可顯著提升大豆種子粒重，有助產量提升。

結語

台灣的野生大豆 (*Glycine soja*) 是栽培大豆 (*G. max*) 的近緣種，除了可以做為品種選選育的變異來源外，由野生大豆根瘤分離出的共生根瘤菌物種，也可觀察到促進栽培大豆的效果，部分根瘤菌種甚至有增加土壤溶磷的作用，因此在未來具有開發成微生物肥料的潛能。適量使用微生物肥料，能有效維持田間良好的土壤理化性質及微生物相，增加收穫品質及產量。