

土壤微生物

根瘤菌及菌根真菌的需要及發展

一、土壤微生物與作物生產

氣候、土壤、品種、栽培管理及病蟲害防治，乃決定作物產量及品質的五大因素，亦為現代農業講求高收量及高品質所不能不配合。農業生產具整體性，缺一不可，五大因素的各環，其重要性都不能忽略。土壤及其管理是農業生產的環節，要有健康的作物就需要有健康的土壤，土壤也是人類最基本的資產，因此，土壤的保育是每一世代人的責任及義務。

農業土壤的組成包括無機物、有機物及生物三大類，三者對作物生產都不可偏廢，且具相輔相成的作用；尤其是多年生作物更顯現相互配合的重要性，土壤微生物相的有益及有害作用，也直接或間接影響農業生產，土壤微生物相的不平衡或土壤病害發生，降低作物的生產及品質。

現代農業栽培管理上，影響土壤微生物相平衡或有益微生物生長的因子不可忽視；尤其是以過度使用農藥及農用化學物，加上土壤的環境污染，對原本天生天長的土壤微生物也必需加於重視。

土壤微生物在農業上可略分為有益

及有害微生物，其間的消長受到環境條件的影響。台灣位於亞熱帶一熱帶地區，有密集的栽培系統，常見水田及早田輪作栽培，近來又需大力推動稻田轉作，水田土壤的微生物相與旱田之微生物相有很大差異。根瘤菌及菌根真菌正是旱作的共生微生物，都是好氣菌，尤其菌根真菌更以旱田為優勢，根瘤菌為固定氮素的微生物，而菌根真菌有助植物磷素及其他養分之吸收。土壤之營養中氮及磷是肥料三要素的二項，如何利用微生物，發揮固氮及協助吸收磷肥是相當有價值的工作，也是未來農業發展所需要開發的研究方向之一。

二、接種根瘤菌及菌根真菌的需要

(一)植物營養上的需要

1. 豆科根瘤菌：空氣中含有約80%的氮氣，植物本身不能直接利用它，只有靠共生或非共生固氮菌直接固定作用，將氮氣固定為氨，再轉化成各種胺基化合物。豆科植物與根瘤菌共生形成根瘤，進行吸收空氣中的氮氣，增加氮素來源，共生固氮的能力甚高，每年每公頃之固氮依豆科不同而異，大豆固氮約100公斤氮（約200多公斤尿素），有



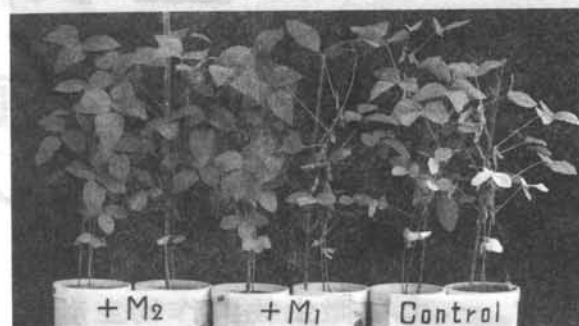
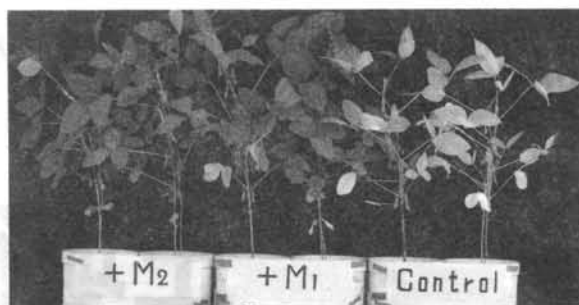
△大豆的根瘤是固氮的工廠

的可高達 400 公斤氮（約 800 多公斤尿素），這種固氮不只對大豆利用氮有利，殘質效應在對下期作物所需之氮也甚為有效，可提高土壤肥力。

2. 菌根真菌：菌根真菌是一種土壤微生物，與植物根部共生極為廣泛的真菌，主要的菌根包括內生、外生及內外生三大類。作物需要大量的磷肥，但磷素在土壤中的移動很慢，磷素被作物吸收是以根部接觸性的吸收為主，根部感染的菌根真菌的菌絲，大大增加與土壤的接觸及吸收面積，使磷素的吸收也大為增進，因此菌根在吸收養分上，以磷素效應最為顯着，其實吸收面積增加對其他元素之吸收也有增加的效果。尤其低磷含量的土壤、菌根真菌是非常需要的。

(二)增加作物生長及生產

土壤中存在有或多或少的土生根瘤菌及菌根真菌，與植物共生後的效率也



大豆接種兩種不同之菌根真菌的效果(M₁及M₂)與未接種者(control)相比，上圖是台南土壤，下圖是彰化土壤的結果

有好有壤、根部着生的根瘤或感染菌根真菌有多有少，因此接種選育出的優良根瘤菌或菌根真菌，在一些土壤中有其需要性，作者等在台灣 6 個農業改良場，進行大豆接種優良共生根瘤菌，平均增產 17%，高者達 40%。另接種菌根真菌者，平均可增產 15%，高者可達 65%，但如土壤含氮或磷量過多時，接種的效用就無法發揮。

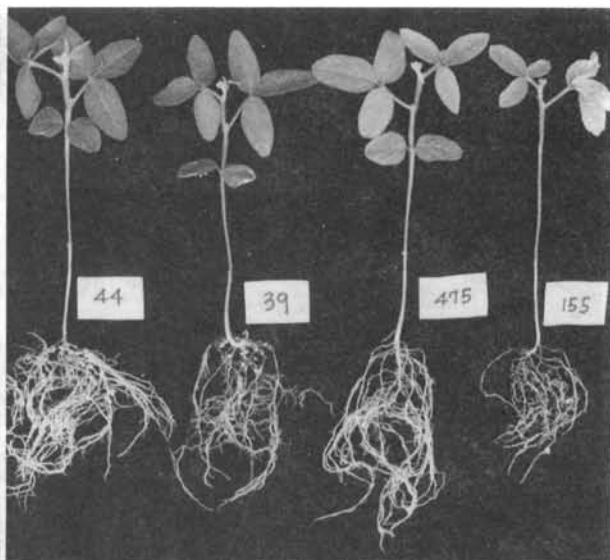
(三)可節約能源

農業上所使用的氮素化學肥料，都需要消耗大量能源，對能源有限或缺乏的地區，利用固氮菌可減少氮肥的施用，達到農業節約能源的目標。

(四)可降低生產成本

化學氮素肥料的生產花費能源大，生產成本高；磷素肥料開採自磷礦，磷礦是有限的資源，經酸處理製成磷肥，磷肥施入土壤後，除了被作物吸收移走外，不易被淋洗或流失，經長年施用磷肥，易有磷素過量，這些累積的磷素被土壤固定，有效性甚低，利用菌根真菌

接種不同大豆根瘤菌之效果



△接種不同大豆根瘤菌之效果

的共生有助作物吸收無效性（或有效性低）的磷素。固氮菌及菌根真菌的培養簡便，用量少，成本很低，每公頃接種劑約百元左右，與化學肥料相比，可以降低生產成本十倍以上，提高農民所得。

(五)減少環境污染

環境保護的時代潮流正在興起，施用過量化學肥料造成環境污染問題是不可忽視的，不當及過度施肥，都將污染河川、水庫及水源；水中的優養化作用，致使水中藻類大量繁殖，影響水中生物的平衡，尤其硝態氮及磷之污染，也需加強管理。固氮菌及菌根真菌之施用，可減少氮及磷肥施用，對環境的污染可減少到最低。

(六)增加抗病及抗旱能力

菌根真菌在作物根部的共生，佔據了根部的許多表面及內皮層的位置，減少病菌的侵入，由於菌根真菌與病菌間之抗衡，使作物根部有了保護的作用。

作物吸收水分的部份主要是在根毛，菌根真菌共生在根部時，菌絲伸出根表面，就如同根毛的功能，有助於作物對水分吸收，當土壤缺乏水分時，菌絲即可協助作物吸收更多的水分，使作物抗旱能力增加，對旱作及缺水季節而言

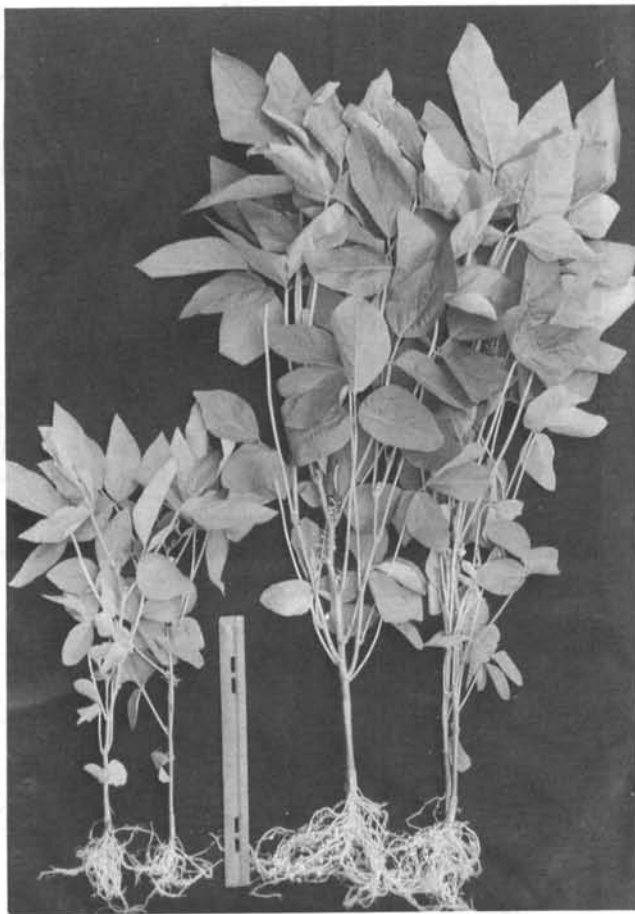


△田間接種根瘤菌之效果呈綠色(右),未接種者呈淡綠色(左)

，菌根真菌的角色就顯得重要了。

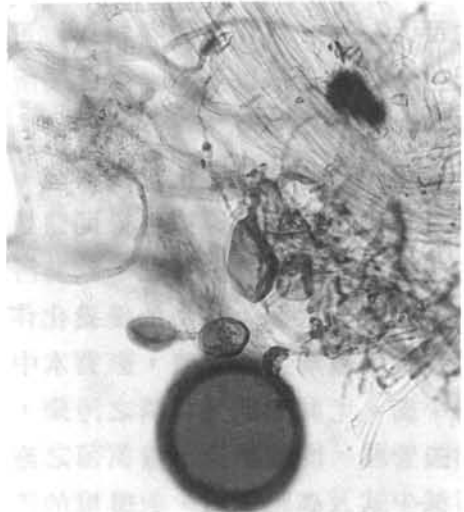
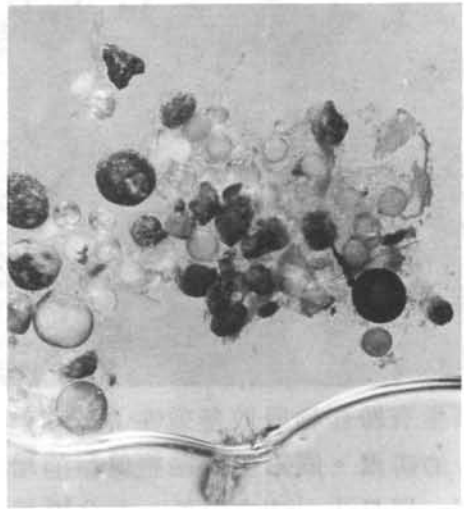
三、複合生物性土壤改良劑的功效及發展

豆科作物的根部有兩種主要的共生系統，根瘤共生系統提供氮源，菌根系統增加磷素吸收，如二者相輔相成，將是一種理想的複合生物肥料。國立中興大學土壤研究所在農委會及國科會支助下，作者等已發展應用大豆根瘤菌及菌根真菌「混合接種劑」，直接與種子混合攪拌播種，使用甚為方便，在台灣六



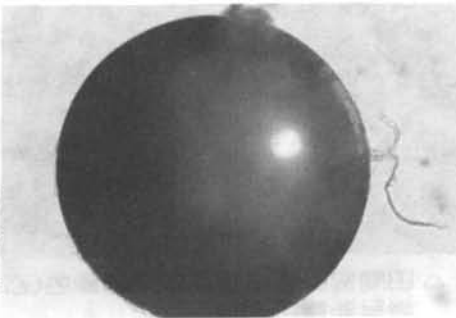
◁ 大豆接種根瘤菌及菌根真菌之效果
(右)與未接種(左)之比較

▽ 土壤中的菌根真菌的孢子



△ 根外圍的菌根菌之菌絲及孢子

▷ 放大後的
菌根
真菌的
孢子接
種劑



個農業改良場配合之試驗結果，平均增產30%，高者達90%。有的地區加乘效果甚高，但也有部份土壤含氮及磷殘留過高，則無需接種。整體而言，發展複合生物性土壤改良劑的潛能很高，除了對營養有關之菌種外，應加入溶磷菌、根圈有益菌、抗病菌等菌種，將更能發揮土壤的生物性改良效果。作物的生長環境改良，配合土壤及植病的科技「加乘效果」，加速達到增產及高品質的目標。

除了應用試驗外，作者等在國科會的支持下，首次在台灣發現大豆「快生型」根瘤菌，生長世代期間比美國大豆根瘤菌快2倍，在發展研究根瘤菌及土壤微生物改良上有甚大幫助。

菌根真菌的研究上，已發現大量生產菌根真菌的孢子的方法，這些孢子即可用於製成接種劑，並以「直接證據」對於菌根真菌直接利用根圈土之不易溶解的磷素，提出新的解說。 □