

Soil microbes help plants communicate

隨著科技的發展，科學家現在能用很多精密的探測和量度儀器，讓我們對植物重新認識。其中引人入勝的發現，又對種植有特別意義的，莫過於知道原來植物是能夠透過廣泛和複雜的網絡，彼此溝通，並且可以彼此警告害蟲的存在，而收到訊息的植物則會啟動它的天然防禦能力，跟動物一樣醒目。

最近發表在 *Oecologi* 期刊的一個研究報告，科學家將一條毛蟲放在一棵植物的葉子上，然後用激光射向貼在葉片上的反光帶，通過反射光束紀錄毛蟲咀嚼植物時所發出的振動聲音，同時紀錄葉子所作出的反應。

他們發現：

1. 植物會釋放出比之前多的某種植物生化素。有趣的是，這些植物生化素就是該植物被認為有藥用價值的成份，包括具抗癌特性的硫代葡萄糖苷（glucosinolates），和其他抗氧化劑。通常含這類植物生化素高的植物，害蟲不會來光顧。
2. 研究員也向植物播放毛蟲咀嚼時近乎聽不見的振動錄音，發現以前曾接觸過這些咀嚼聲音的植物，釋放出較多的化學物質來阻嚇蟲子。

簡而言之，害蟲咀嚼樹葉的聲音振動，引起植物細胞代謝變化，創造趕走攻擊者的化學物質。植物原來“聽得見”它正在被咀嚼，因而發動化學防禦作回應，盡量減少傷亡。

另一篇刊登在 2012 年《化學生態學期刊》(*Journal of Chemical Ecology*) 的文章描述植物的“免疫反應”系統其中一個由菌根真菌引導的抗病機制，保護植物免受病原體、食草動物和寄生植物的侵害。其中一個研究用的是豆科植物和蚜蟲。當植物被害蟲如蚜蟲侵染，它會經由這個菌根真菌網絡，警告周圍的植物。這種“警告”給其他植物充裕時間來動員它們的化學防禦，以抵禦蚜蟲。一旦研究人員切斷這些豆科植株之間的菌根真菌網絡，植株便很快死於侵染，大概是因為它們沒有收到警告，動員它們的防禦機能。蟲研究還顯示，植株不僅調配驅趕蚜蟲的生化素，還產生吸引蜂的其他化學物質，而蜂是蚜蟲的天敵！

2010 年 Song 等研究員出版了一個關於蕃茄植株間的溝通報告，顯示 CMNS (*common mycorrhizal networks*) 常見菌根網絡可以視為植物間的地下溝通管道。相鄰的健康和受病原體侵襲的植物之間，可經由這些管道交換抗病和由此引發的防禦信號。植物或可能有能力通過菌根網絡“竊聽”鄰近被病原體攻擊的植物發放的防禦信號，在自己受攻擊前激活防禦系統。

其他的研究還發現這種菌根真菌之間的溝通不限於同種植物，不同種類

的植物之間，也可作異種溝通。

綜合很多其他相關研究，植物似乎能與其它植物，甚至與其他物種，通過一個複雜的網絡溝通。途徑包括：

1. 植物的真菌根菌（根球）；
2. 菌絲在土壤裡的網絡；
3. 空間發放（植物發放揮發性氣體）。

這三個系統協同工作形成了植物的生化公路網，它們之間會不斷交換有關自身狀態的信息。這些發現令我們更明白土壤中微生物，特別是真菌的重要性。而其中真菌根菌與植物是一個共生的關係，植物根部利用它們極為纖細的菌絲伸展到遠離原位的土壤中，不但傳遞有關病害的警報，而且讓植物根系能更有效地利用土中的養分和水。研究顯示菌根絲能提高植物的養分吸收率 100 到 1,000 倍。假如土壤健康，很小體積的土壤可含有數英里長的真菌細絲，每條都能釋放強力酵素，幫助溶解緊密結合在土壤中的養分，如有機氮，磷和鐵等。換句話說，健康與營養豐富的植物，來自健康的土壤。

土壤、微生物、植物、害蟲病患、最終到人類健康之間的相互聯繫，是自然界一個引人入勝的平衡。實際上害蟲並不是不可避免的麻煩，而是有寶貴的存在作用，就是吃掉生病或損壞的植物，然後又養活那些幫助植物繁殖

的動物。昆蟲和雜草也有自己的位置，只有當他們過份得勢時才能真正扮演“害蟲”的角色。健康的植物通常沒有害蟲問題。土壤裡的微生物當然不止於真菌，還包括細菌、原生動物、線蟲和蚯蚓等等。它們是這地球上所有生命的基石。明白大自然的深度智慧，我們活在其中，需學會尋找能導致健康的土壤、健康的植物、健康的環境、並最終健康的身體的平衡所在。

我們作為地球的守護者，有自由意志，去保護、培育或摧毀它。我們要是毒害地球，到頭來就會毒害自己，這是大自然自我調控能力的表現。因為土壤健康連繫到所有食物鏈，我們的健康，源自我們種植糧食的土壤。