

與生態相容的園藝栽培體系

林學詩 2004-03 花蓮區農業專訊 47:2-5

全世界的園藝專家們致力於生產水果、蔬菜、花卉與種苗，並多使用成本較低的化學合成藥劑，化學合成藥劑之副作用為人們所熟知，然而，持平而論，在演講的一開始，我必須指出，有許多「自然物質」其實也如同化學合成物質一般具有嚴重的副作用。對於單一病或蟲害的選擇性防治效果，自然物質甚至比化學合成藥劑還低。



以下舉個人的一些經驗：1965年當我在柏林開始從事試驗研究工作時，由於試驗用的植物材料是絕對不可缺失，我要有一間內部完全沒有昆蟲、蟎類或其他害蟲存在的試驗用溫室。我想選用硫酸尼古丁(一種自然物質)來處理，結果溫室工人們大叫而出：使用尼古丁不是一個合適的方案，因為它具有的毒性，也可能對溫室中日常工作的人會有所傷害。

誰說的對？當然，雙方都沒錯！

我自己當然知道尼古丁的危險性，因此必須小心處理，確定溫室夠緊閉，能安全地在夜間密閉，而次日清晨在工作人員尚未進入前又能完全揮散到空氣中。任何可能對人體的傷害都必須避免。結果使用得非常好，在適當的空氣流通後，工作人員可以走進去照顧植物，還可不定期收集植物體進行分析，而任何人均未受害。

商業生產水果或蔬菜時，問題可就沒有這麼單純，園藝產品有來自於傳統的農耕方式者，也有來自於相當獨特的自然農法、環保農法者，這些利用生物防治病蟲害的農耕方式，通常也絕不使用化學肥料與殺草劑。

爲了更深入說明，讓我舉肥料的例子爲開頭。我們都知道植物需要一些營養要素，以便於生長與發育之所需。氮、磷、鉀、鈣、鎂是所謂的「大量」元素，而硫、錳、銅、鋅、硼、鉬則歸爲重要的「微量」元素，它們所需之量極微但不可或缺。此外，還有一些元素是動物或人類所需，或一些特殊植物可吸收並累積在體內，成爲一些動物食物中必需的元素：例如鈷、硒、氟、碘、鎳等。人類缺碘會引起甲狀腺腫，俗稱「大脖子」的病。豆類植物缺鈷則會妨礙固氮菌的活動。然而在北美洲、中國、夏威夷等某些乾燥地區，土壤表面覆蓋片岩，當地植物體內含有過量的硒，結果導致當地動物發生慢性疾病。通常人們只注意前二類元素，而忽略了第三類的元素。

即使是大量元素，對於其重要性與可利用性，仍存有許多不同的看法。氮素或存在於堆肥中、或以銨離子、硝酸離子的狀態存在於礦石中，或在化工廠中被製造出來。磷元素廣泛地存在不同的磷酸離子中，而且其在水中的溶解度差別很大，有意思的是存在於有機物中的磷元素對於吾人栽培的作物最有貢獻。瑞士學者 Frossard 教授及 Obersen 博士研究磷很有心

得，有機農法與傳統農法的信念與知識在此能夠有交集，尤其是非洲與南美洲的熱帶與亞熱帶地區的土壤。

鉀、鎂、鈣是最重要的 3 個陽離子，無論與任何陰離子結合，它們均必須被植物以獨立態離子吸收。換句話說，在能夠被植物吸收以前，它們必須溶解懸浮在水溶液中。有機物質能很容易地達到這個目的，只要水份及空氣足夠。土壤物理性質與化學性質同樣的重要，當我向學生們講授土壤的重要成份時，除土壤無機物質、土壤水份之外，總沒忘記強調土壤空氣的重要性。

底下轉向敘述植物最重要的地上部部份。病與蟲威脅植物的生長與發育，也可能影響其產量，農民則努力地保護植物免於受病蟲危害。再舉個人經驗說明：當我年輕的時候，由美國科羅拉多州來的馬鈴薯金花蟲入侵歐洲，我們因此被迫必須在烈日當中到田裡去抓蟲，後來 DDT 的研發成功，有效地減輕了田間辛苦工作。DDT 是一個非常好的妙方，但是它的副作用卻嚴重地傷害自然天敵甚至人類，不但困擾醫生也困擾我們自己。1950 年代中期瑞綺卡森撰寫的名書「寂靜的春天」，喚起世人注意殺蟲劑與殺菌劑的副作用。蟲類與天敵方面的研究因此變得十分熱門，而且產生一些相當有說服力的結果。瓢蟲以及其他常見的昆蟲可用以減少蚜蟲的族群數量，一些捕植蟎可成功地用於防治紅蜘蛛，然因國際間貿易往來頻繁，病與蟲也隨著從甲大陸被傳到乙大陸去，而全球暖化效應也可能改變病、蟲、甚至病毒之間的關係。

營養與真菌間也有所關聯，出現在許多果樹與蔬菜上的露菌病菌，與氮肥施用過量有關。大約在 30 至 40 年前，荷蘭方面建議蘋果樹之氮素施用量為每公頃 400 公斤(純氮素)，結果引起露菌病發生嚴重而使得果園經營困難。此外，果實的樹架壽命亦大幅受到影響。每個人都在談論生理障礙問題，而有機栽培業者則質疑真正造成的原因何在？其實「不平衡」才是問題所在，營養生長與生殖生長期營養份的失衡、水份過多、浸水造成根部窒息等。

我們曾經專注於研究一些問題，試圖解答在作物發育過程中真正發生了什麼事？我們將整個生長季節植物氮肥的供給量作模式化處理，利用砂耕栽培法，因而發現一些有用的結果，有助於我們了解田間狀況。

在多年生作物如蘋果和一些果樹方面，春天的一開始最為重要。我們可能會適度地主張：多年生植物在前一生長季累積愈多的氮素，則春天來臨時表現愈佳。如果土壤中水份足夠的話，夏天地溫較高時，氮素變得較為有效性，因此植物吸收過量，使得植物體顯得肥大，農民如何避免發生這種現象？他可以在果園種植覆蓋性植物以暫時性吸收過量的氮素，貯存在其體內，在秋天的時候這些覆蓋植物死亡腐爛，之後再釋放氮素給果樹利用，使其在來年春天能有一個良好的開始。

在德國，來自於人工肥料(綠黨組織通稱之為礦物肥料)的氮素總量由荷蘭推荐的 400 公斤，降低到 40 至 50 公斤，其結果依然良好，我相信荷蘭人也已跟進這種作法。義大利的 Tagliavini 最近研究報告，在西洋梨方面也有相類似的結果，而且與我們 1970 年代在柏林研究蘋果的結果相吻合。我並未細察在常綠果樹方面的研究情況如何，但我相信其結果應該是

相似的。想像春天時你正走在一個柑橘果園中，你感覺得到正在開花的樹體散發出來的能量，這些能量必由良好的營養狀況所提供。

我們德國與義大利的研究群共同遇到的問題是，農業推廣人員與農民會有所質疑，利用砂耕與營養液培養所獲得的結果，是否與在田間的情況相同？實際應用的結果則顯示我們研究的結論是對的！

今天科學家們可以由土壤開始追蹤氮素的代謝路徑，例如在生長季的某一些特定時段，測定氮素的有效性，並追蹤其在樹體流向。科學家們很驚訝地發現，使用非常少的氮素即能達到與過去老方法所達到的結果。對於環境的影響也同時也有令人滿意的結果，氮肥幾乎不會流失到地下水去。

當我在巴西指導 800 公頃蘋果園時，也成功地將氮素用量由每公頃 250 公斤減低到 50 公斤，而絲毫不減其產量。我們甚至還改善了果實樹架壽命。惟在一開始的時候，果實的體積稍微變小。為迎合市場需求，可應用其他的園藝操作來達成，例如適當地疏果，這在許多溫帶果樹、亞熱帶果樹均適用。每一種作物都有不同的需求，我只能提供單一作物為例。

各位或已注意到我尚未談到蟲類與天敵間的平衡的問題，前面僅約略提及。今日已有許多關於天敵可能應用在作物的例子，包括微生物、節肢動物、蜘蛛類、昆蟲類、甚至於脊椎動物（主要是鳥類，捕食毛毛蟲）。某些哺乳類動物可應用於有機栽培，但其成效有限。有多種菌類會侵害昆蟲類，主要發生在其族群數量過大時。捕植蟻可捕食紅蜘蛛（例如應用於草莓園），但是一旦其族群被幾乎被消滅之後，它們本身也會死亡。某些蠅類與其相關的昆蟲、或甲蟲會吃蚜蟲的幼蟲與成蟲。

在德國的一些藍莓果園，鳥類偶而被用來捕食毛毛蟲，尤其是危害果樹的蛾類幼蟲。鼯鼠在德國是一種保育類的動物，牠們可吃掉土壤中的害蟲、幼蟲及蚯蚓等，但也在果園中製造許多土堆困擾著農家，牠們既「有用」且又「令人討厭」。

底下列出一些蟲類以及牠們主要的天敵：

- 土壤線蟲可利用真菌或某些捕植蟻防治。
- 蝸牛可利用脊椎動物來防治。
- 蚜蟲可利用瓢蟲及其幼蟲、或某些蠅類、或胡蜂類、或甲蟲類來防治。
- 胡蜂類、蒼蠅、蚊子可利用蜘蛛類、鳥類、甲蟲類、甚至魚類來防治。

所有的生物都可能有相對應的微生物去控制，但不可能有一種天敵或病菌可以完全地滅絕一種害蟲。

世界上所有地區的農業，有賴於受過良好訓練的科學家們，他們深入問題核心，並運用他們大規模試驗研究的結果，來嘉惠於農業經濟。

最後以一句話作結束，我們日常生活的條理有賴於「萬全準備」。

(本文為 Dr. Gerhard Bünemann 於 92 年 9 月 4 日在花蓮區農業改良場發表之專題演講，會議中由本場作物改良課林課長學詩同步翻譯，會後並譯述為專文，以提供農業從業人員參考。)