

重視不當施肥問題，讓土地「再活起來」



有機肥施用不當

農業是人類賴以生存的產業；施用肥料是使農作物增產的重要手段；而土壤質量攸關農產品的產量、品質、人類健康、環境保育和生態平衡。我國農業依賴高投入（大量施用化學肥料及噴灑合成農藥）來增加生產，並以農機與單一作物種植來提高效率，減少經營成本，滿足了糧食需求壓力，給予社會持續發展不可缺乏之原動力。然而現行農業耕作

方式破壞了地球上原來達到平衡之生態體系，自然資源因大量利用或遭受破壞而逐漸枯竭，根據調查，以目前的消耗量，全世界的磷、鉀礦蘊藏量，將在 500 年內耗盡。大量化學肥料的施用，危及某些土壤微生物的生存、活動及微生物間的平衡，嚴重阻礙植物營養元素正常轉換與其在自然界中之循環，並且污染了大氣、土壤與水體，最後危及農業的永續經營和人類的生存。

土壤自然狀況下所礦化釋出的養分無法完全滿足作物適當生長所需，所以必需仰賴化學和有機質肥料的添加來補充。許多實驗證實符合作物生長所需的肥料管理方式，可得到優質高產的結果，然而不適當的施肥或施肥過量將造成不利環境的潛在弊端，所以對環境造成負面影響。

一、不當的肥料施用

在安全健康農產品的生產過程中，除了土壤、水質等環境因素需要考量外，農藥、肥料的使用更是其中最關鍵的因素。這是因為合理使用農藥、肥料可促進作物的生長，防治病蟲害，保障作物的正常生長發育。然而倘若使用農藥、肥料不當，將會給安全健康農產品的生產帶來許多障礙。

化肥作為提高作物產量的 1 個重要因素，已被廣大農民所認識，但是近幾年隨著化肥投入量的不斷增加，化肥的



有機農田鹽害

增產效果卻越來越不明顯，人們發現化肥不那麼“靈”了。究竟是什麼原因降低了化肥的增產效果，歸納起來有以下

幾點：

(一) 肥料過量施用

不少農民過量施用肥料，以為施肥愈多愈有利於農產品生產，有機肥及化肥的施用量是適用量的好幾倍，常常造成肥害，影響產量。目前我國耕地每公頃3要素平均施用量約500公斤，若扣除休耕地，則其值恐怕只會更大，遠高於日本的407公斤，是世界平均量的5倍。

農試所調查西螺蔬菜產區之專業農戶，其3要素之年施用量近萬公斤，雖係產出量大、複重指數高所致，但仍超出施肥手冊推薦量很多，其氮、磷及鉀利用率分別只有11.0、1.7及15.1%，未吸收的肥料易形成鹽害或淋洗損失。

部分農民會把作物因鹽分累積，生長不良的現象，歸因於肥料不足，而加入更多的肥料，因而使鹽分的累積更為嚴重。鹽分累積時可能使作物出現某種元素的缺乏症狀，但並不是因為土壤缺乏此元素，而是因為營養元素之間的不

平衡所造成的，例如常見的銨離子太多時，影響鉀的吸收（此現象稱為拮抗作用），即使土壤中有夠多的鉀離子，仍可能出現缺鉀的現象，此時再施入鉀肥，土壤鹽分累積的程度更形惡化。

(二) 肥料比例失調

有些農民仍按傳統的經驗施肥，存在著嚴重的盲目性和隨機性。以為多施氮肥可以促進葉菜生長，多施鉀肥可以促進根莖菜類生長，多施磷肥可以促進花果生長，因而盲目偏施各該類肥料，造成營養失衡。

由於離子的拮抗作用造成養分吸收異常，導致營養失調。例如，土壤溶液中的 NH_4^+ 濃度過高，會妨礙鈣的吸收。在鹽害土

壤中，植物所需要的養分通常都是過剩的，但是卻常出現某些元素的缺乏徵狀。其實並不是必需元素的絕對量有所缺乏，而是因為元素間的比例不對，造成的拮抗作用所導致。

(三) 肥料施用方法不對

施用肥料時，要選擇合適的方法，



小白菜鹽害



非洲菊田鹽害結晶



非洲菊田鹽害結晶

如不同肥料撒施，還是條施；深施，還是淺施；不同的生長時期淋施，還是噴施；有機肥是否充分腐熟等，若不按適當的方法施用，將會出現肥害，或肥效難以發揮。以雞糞為例，應當施以充分腐熟的雞糞，部分菜農常施用生雞糞或認為乾雞糞便是充分腐熟的，結果施用後常因雞糞開始腐熟，放出氨氣、二氧化碳或二氧化硫等氣體而使作物出現危

害，並且生雞糞亦易產生很多病蟲害。又如磷肥，水溶性磷肥(如過磷酸鈣)易被土壤固定，宜條施或穴施，盡量減少與土壤接觸；然而難溶性磷肥(如磷礦粉)不易溶解，宜撒施後與土

壤充分混合接觸，才能促進溶解，提高肥效，且必須在強酸性土壤上施用。

(四) 不能對症合理施肥

很多農民缺乏必要的肥料和作物知識，在植株出現缺乏徵狀後不能立即診斷，而盲目用肥。缺乏某種營養，施用 1 種不對症的肥料，不僅不能改善徵狀，反而有可能因拮抗作用或沉澱作用而加重。

(五) 微量元素沒有得到應有的重視或施用量掌握不好

現代農業有機質肥料施用少，產量高宜出量多，又肥料純度提高等，若土壤中的微量元素長期得不到補充，其含量將不能滿足作物的生長需要，即使氮、磷、鉀的施入比例合理也會影響作物的產量。此外，微量元素的適宜含量

範圍遠小於大量元素，稍一不慎就很容易施用過量。

(六) 盲目追求速效性

很多農友喜歡選擇速效性的化肥使用，因其表現效果快、看得見。但長期大量施用易導致植株病變、環境汙染及土壤物化性質變劣等。如於葉面施肥中添加含有激素類或以氮素為主的成分，噴灑後幾天便可見效，葉片變大，植株生長加快，



施用未腐熟堆肥

然而這種快速生長只是 1 種徒長，植株較弱，對生長發育過程不利，對急需補充營養的植株，偶爾為之尚可，長期施用的情況通常在植株的生長後期表現出植株衰老較快。

(七) 盲目追新求異

市場上流通的肥料種類很多，其中有部分是沒有登記的肥料，品質參差不齊。部分菜農、花農喜歡用較新的肥料或舶來品。

(八) 過於相信肥料的功效

很多肥料的說明中都有適用範圍，在購買肥料時，只要是標註作用多的，便會買來使用。如標榜催大、催甜、催熟、催花、促進著色等各式功能的肥料，農民多偏好施用之。

(九) 作物單一化

農產品多偏向省工精緻栽培，作物趨於單一化，施肥管理的變異減少，同一種(類)作物對土壤養分的消費一致，土壤中養分的均衡遭到破壞，易殘留大量養分。

二、不當施肥所造成的問題

施肥不當表現在土壤環境汙染、水體優養化、大氣汙染、地下水汙染和農產品的不健康等。

(一) 施肥與土壤環境汙染

1. 肥料中的有害物質

品質不良的磷礦粉中含有過量氟和鎘，如美國西部磷礦石生產的重過磷酸鈣和澳大利亞生產的過磷酸鈣分別含鎘 50 - 250 和 38 - 48 毫克/公斤，磷礦粉中含氟量 2.20 - 4.20%，氟雖可在加工過程中，以氟化氫揮失，施用磷礦石加工品不致發生氟害，但有機農業強調施用磷肥原礦，不得不注意；中興大學土壤調查試驗中心 87 - 92 年間分析 551 個禽畜糞堆肥樣品，其銅和鋅含量分別為 172 和 569 毫克/公斤，銅遠高於和鋅接近於國家限值（禽畜糞堆肥銅和鋅限值分別為 100 和 800 毫克/公斤），難怪有部分欲轉型為有機茶栽培的茶農，在申請有機驗證時，土壤 0.1 N 鹽酸抽出鋅因施用雞糞堆肥而超過法定上限；此外蛇紋石的鎳，魚粉的鎳，有堆肥業者在堆肥堆製過程中添加而被驗出鎳超量，這些重金屬過量都是有害植物生長與人類健康的。

2. 農地土壤酸化

作物吸收的陽離子量通常大於陰離子，為了維持作物體內的電中性，會將氫離子或帶正電的有機酸排出根部外，使得土壤變酸。譚鎮中(1995)在菊花園發現多肥的菊花根圈土壤的 PH 值比畦溝土壤降低了 2.0 個單位。此可能因大量施用銨態

氮肥(如硫酸銨)和尿素，銨態氮進行硝化作用時，釋出的氫離子而使土壤變酸。

土壤酸化後，對作物生長有許多不利的影響。不僅增加鉀、鈣、鎂的淋溶，減少鋁、硼、鈣、磷對植物的有效性，而且急遽增加鋁、鐵、錳的溶解度，並產生毒害，對土壤微生物活動亦有不利的影響。



洋桔梗鹽害

3. 農地土壤鹽化

土壤中肥料鹽分增加，滲透壓增加，使得土壤水勢能降低，水分有效性降低。水是由水勢能高的地方流向勢能低的地方。當土壤水勢能因鹽分累積而降低時，植物根部吸水的能力便因此而降低，導致脫水死亡。

當植物吸收了較多的鹽分，增加了細胞汁液的滲透壓，使土壤水分的活性相對降低，高鹽缺水抑制細胞擴大，影響細胞分裂和擴張，導致植物細胞變小，植株矮小、葉小。

鹽分累積因成因不同，造成的鹽分成分也不同。例如有些鹽分地，鹽分來

自海水，因此鈉和氯離子特別多。一般農用土壤鹽分的累積，多是施肥，以及管理不當所造成，其成分多為肥料成分或其副成分。黃紋賓 (1993) 在永靖地區調查一非洲菊土壤的表土有效性銨態氮高達 695 毫克/公斤，這麼高的銨濃度，能使植物直接受到氨的毒害，植物體中過多的銨離子，會對細胞膜造成傷害，降低其通透性，葉子捲曲，嚴重者植物死亡。並且可能抑制 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的吸收，導致生長不良。

土壤微生物在土壤中擔任營養元素轉化的角色，例如有機質的分解 (把大分子有機物轉化成小分子)、礦質化 (把有機物轉化成無機物)、硝化作用 (把銨態氮轉化成硝酸態氮)、生物固氮 (把植物無法利用的氮氣轉化成植物可以利用的銨態氮) 等。由於鹽分的累積，土壤中的生物運作多少受到抑制，而不利於作物的生長。硝化作用被抑制，土壤中累積過多的銨態氮，造成氨的毒害，高電導度亦抑制土壤中尿素水解酶、磷酸酯酶，以

及固氮酶的活性。尿素水解酶的功能在分解尿素使其形成銨與二氧化碳，磷酸酯酶使有機態的磷礦化成無機態的磷，植物主要吸收無機態的氮和磷。沒有微生物的參與，土壤中的大部分養料是無法被吸收利用的。

鹽分的累積，且常是連作的情形下，土壤原有的生物相失去平衡，原有的生物多樣性降低，整個土壤生態系無法接受外來病原菌的衝擊，其抑病能力將比原來的土壤降低，致容易使作物得病。

4. 土壤的生物汙染

大量施入土壤的有機肥、禽畜糞，以至汙泥、汗水，若未經過充分發酵，其中有害微生物繁多。不少在土壤中繼續繁衍，引起農作物感染，以致發病，或隨雨水、地下水流入水域，還有不少附著在植株表面，導致產品汙染。植株的殘體，如間苗、整枝、老葉、病葉也會攜帶病原菌，未經處理散落田中，亦會傳播病、蟲、草害，因而導致農田汙染。

5. 導致土壤物理性變差

在過量施肥的土壤中，常有一層鹽類結晶覆蓋在土壤表面，部分占據土壤孔隙，因此灌溉時，水分無法順利入滲土層內部，若不注意，則只有土壤表面濕潤，而內部還是乾燥的。並且土壤通氣性變差，土壤內部空氣無法與外部空氣順利交換，大量的二氧化碳累積在土壤中，造成作物生長不良。



草莓鹽害



茶園表面撒施肥料

(二) 施肥與水體汙染

水體優養化主要來自於氮、磷不斷進入水域(如江、河、湖、海)，而使浮游生物超常繁殖的水體汙染過程。最後常導致水體氧氣不足、有機物太多、水體發臭、魚蝦死亡。造成水體優養化的根本原因乃是大量施肥，然後隨水淋溶流失進入水體，一般水體含氮量超過 0.3 毫克/公升，含磷量超過 0.01 毫克/公升可為優養化的指標。

大台中飲用水的水體含氮量 5.7 毫克/公升，中興大學的地下水硝酸態氮含量亦達 6.0 毫克/公升，雖尚未達到我國飲用水中硝酸態氮允許值(10 毫克/公升)，但也不能忽視。硝酸鹽一般不具毒性，但在還原的狀況下，會還原成亞硝酸鹽，可與二級胺形成亞硝酸胺，亞硝酸胺是致癌物質，尤其在維生素 C 不足下更容易引起癌症。

(三) 施肥與大氣汙染

肥料對大氣的汙染主要是 NH_3 的揮發，脫氮過程中生成的 NO_x (包括 N_2O 和 NO)，有機物厭氣發酵生成的沼氣

(CH_4)，以及製造不當的有機肥的惡臭，不僅造成肥料的流失和大氣環境的汙染，同時對蔬菜造成氨中毒、氮氧化物傷害等。

碳酸銨、氨水的氨氣易揮發；尿素施入土壤以後，在尿素酶的作用下，形成碳酸銨，再分解生成游離氨逸散在空氣中；施用未發酵的雞糞和豆餅，會使蔬菜葉片

像水燙熟了一樣，萎凋下垂，這也是氨氣侵入氣孔，破壞了葉綠素的結果。空氣中氨積累到 5 ppmv (ppmv, 百萬體積分率) 以上，蔬菜就會受害，10 ppmv 以上，葉片開始呈水漬狀斑，而後細胞失水死亡，形成枯死斑塊。

(四) 施肥對農產品的汙染

施肥所造成的農產品汙染，除有機肥和禽畜糞處理不當，造成生物汙染，如大腸桿菌和蛔蟲卵汙染外，主要來自過量而且偏施氮肥所致。氮肥的過量與不合理施用，使蔬菜中硝酸鹽增加，對人體健康造成威脅。此外，一些含有重金屬的肥料，如過磷酸鈣的鎘、豬糞堆肥的銅、雞糞堆肥的鋅、蛇紋石的鎳等，使用前必須收集詳盡資料，並對施用量與施用次數審慎評估。

施肥是解決糧食問題、增進土壤肥力最迅速且簡便的方法，然而不當施用卻也問題多多，只有從杜絕汙染來源、提高土壤自淨能力和科學地施用肥料，並且適地、適作、適量、適時與適法的施用肥料，才能避免肥料所造成的環境公害問題，也才能讓農業永續經營。🌱