

農作物篇(三)植物保護章

四、公害

(三) 重金屬及微量元素對作物之影響

行政院農委會農業藥物毒物試驗所 林浩潭

一、重金屬及微量元素之定義

重金屬一般係指工業及農業上常用且比重較大(大於 5)之鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛及鋅等金屬，此外，砷雖為非金屬但因理化性質與金屬類似，亦被歸類於重金屬中；重金屬中砷、鎘、鉻、汞及鉛皆不是作物生長所需之元素，如作物吸收過量，則會直接對作物產生毒害，或間接影響食品衛生。微量元素為作物生長之必需元素，需要量很少，但在作物生理上却不可缺少，故稱為微量元素，此類元素有：鐵、鎳、錳、銅、鋅、硼、鉬及氮等，其中之鎳、銅及鋅皆屬重金屬。作物吸收適量微量元素以維護生育，但微量元素如吸收不足或過量，都可能引起生理障害。

二、微量元素之功能

微量元素為作物維持正常生理所不可缺少，其功能如表一所示。

表一、微量元素之功能

微量元素	功 能
鐵 (Fe)	葉綠素合成，酶及酶之構成元素
鎳 (Ni)	酶之構成元素，與尿素代謝有關
錳 (Mn)	光合作用及呼吸作用中酶之致活劑
銅 (Cu)	光合作用及呼吸作用中之氧化酶成份。促進植物對蛋白質之利用
鋅 (Zn)	植物生理作用之輔酶，生長激素之合成，與醣類代謝有關
硼 (B)	幫助植物對無機養分之吸收，細胞膜之形成，醣類之合成，果實及種子發育
鉬 (Mo)	植物對氮之固定與轉變。與維生素 C 合成，光合作用、呼吸作用有關
氯 (Cl)	水分吸收，光合作用，調節植體 pH 值，生長素成分

三、微量元素缺乏對作物生長之影響

作物微量元素缺乏之癥狀示於表二，引起作物微量元素缺乏之原因不外施肥不當與受土壤之影響，即土壤中微量元素有效性低，致作物吸收不足，引發缺乏；影響微量元素有效性之土壤因子有：

1. 土壤中有機質含量太低(低於 2%)或太高(30 公分深土層含高於 30%有機質)，皆會降低微量元素之有效性。
2. 黏質土壤(細質地土壤)之植物有效性微量元素較高，砂質土壤(粗質地土壤)之微量元素含量較低。
3. 土壤溫度及濕度亦為重要之因子，作物在低溫且潮濕之土壤不易吸收微量元素；但土壤水份含量太低，則降低土中微量元素之移動性，間接降低微量元素之有效性。
4. 除鉬外，微量元素之有效性與土壤 pH 值成反比，pH 值上升則有效性下降，一般而言土壤 pH 值如高於 7.5，作物極易發生微量元素缺乏。
5. 土壤中重金屬(鎘、鉻、鋅、銅及鎳)含量太高抑制微量元素其它微量元素之吸收及利用。
6. 磷肥施用過量，磷酸鹽與微量元素結合而影響微量元素之有效性。

表二、微量元素缺乏癥狀及對微量元素缺乏較敏感之作物

微量元素	缺乏癥狀	敏感作物
鐵 (Fe)	幼葉葉脈間黃白化，嚴重時葉脈間及葉緣產生褐色壞疽。	柑橘、葡萄、豆類
鎳 (Ni)	生長點黃化甚至壞死，發芽受阻，收成降低	無
錳 (Mn)	幼葉葉緣黃白化或產生褐斑，缺鐵在幼葉亦有此癥狀，但缺錳時在葉片中肋或葉柄上會出現壞疽，而缺鐵則無此癥狀。某些穀類作物之葉片會產生白色或灰色斑點。	穀類、豆類、果樹(柑橘、蘋果)
銅 (Cu)	生長受阻，幼葉黃白化卷曲變形，嚴重時變黑及枯萎，開花亦受影響。	穀類、向日葵、波菜及苜蓿
鋅 (Zn)	葉片呈黃色或黃色斑點，葉片變小，新葉叢生，葉片左右不對稱；番茄與菸葉自老葉，大麥與水稻自新葉黃化，呈暗褐色斑點，新葉不伸長，下葉展開。落葉果樹之小葉病，柑橘葉斑點病，玉米之白芽病等皆為缺鋅之症狀。	穀類、豆類、草類、葡萄、亞麻及柑橘
硼 (B)	幼葉黃白化及褐化，根前端或生長點壞死，植株變矮、簇生，葉柄及莖微裂，不開花或開花而不稔實(受粉不良)，莖及根之中心呈褐色或中空，果實畸形，如蕪菁之褐心病，葡萄及蘋果之縮果病(果實內部木栓化)，木瓜果實表皮畸形或流膠。	豆科、十字花科、葡萄及果樹(蘋果、梨及木瓜)
鉬 (Mo)	易發生於老葉，葉脈間有斑點壞疽，局部黃化，十字花科蔬菜產生鞭狀葉；豆科產生杯狀葉，類似缺氮之症狀，如整株黃化，生長受阻，產量下降等。	十字花科及豆科
氯 (Cl)	穀類根部發生凋萎或生長受阻，呈叢生狀。番茄整株或老葉之葉緣向下彎曲，葉片主脈間產生黃褐色斑點壞疽。	番茄、甘藍

三、重金屬及微量元素過量對作物生長之影響

電鍍、皮革、化工、電子、電池等工業廢水中可能含高量重金屬，重金屬在環境中不易降解，一旦排入農田，則會累積於土壤中，引起重金屬污染。重金屬對作物之危害機制為：1.改變作物之生理。2.與微量元素如鐵或必需元素和氮、磷等產生競爭作用。作物受重金屬毒害常發生幼葉葉片黃白化，但葉脈仍呈綠色，嚴重者葉緣產生壞疽（缺鐵症狀），或呈紅紫色條紋（缺磷症狀），根系生長受阻，鬚根無法生長，根系呈刺鐵絲狀，產量下降。重金屬對作物之毒害以旱田較易發生，因旱田土壤通氣良好，呈氧化狀態，土中重金屬為硫酸態；反之，水田土壤因淹水而呈還原狀態，重金屬為硫化物型態；硫酸態之重金屬化合物較易分解而為作物吸收，因此以旱田之受害症狀較明顯；但砷為例外，因三價砷（還原態）之毒性大於五價砷（氧化態）。土壤含砷量過高時，水稻常會不稔。比較不同作物中重金屬含量與土壤中重金屬含量之比，發現以米類吸收重金屬較多，而蔬菜類其次。重金屬中，鎘易為作物所吸收運行而達到食用部份，因此在土壤受鎘污染農田可能生產鎘含量偏高之稻米，當稻米中之鎘含量超過食品衛生標準時，經食用後可能影響人體健康。引起作物受過量重金屬或微量元素毒害之原因除農田受工業廢水污染外，施肥過量、以含重金屬或微量元素過高之地下水灌溉、空氣污染及土壤母質含重金屬或微量元素過高皆可引起作物受害。

表三、重金屬或微量元素過量之毒害癥狀及較敏感之作物

微量元素	毒害癥狀	敏感作物
砷 (As)	老葉產生紅棕色壞疽斑點，根黃化或棕色化，新芽受抑制，稻實不稔。	無
鎘 (Cd)	葉片黃化或呈棕色斑塊，葉脈及葉柄紅化，葉卷曲，根呈棕色變型。	豆類、菠菜、胡蘿蔔及燕麥
鉻 (Cr)	幼葉黃化、根生長受阻，植株生長受抑制	豆類
汞 (Hg)	嚴重阻礙發芽及發根，葉片黃化及呈棕色斑點	甜菜、玉米及玫瑰
鎳 (Ni)	幼葉葉脈間黃化，老葉呈灰綠色，根呈棕色且無法產生鬚根	穀類
鉛 (Pb)	葉片濃綠，老葉萎凋，葉片生長受阻，根短且呈棕色	無
鐵 (Fe)	植株生長受抑制，葉片呈棕色斑點，嚴重時葉片棕色化枯萎（水稻“青銅症”），根短且呈棕色；某些植物葉片呈紅紫色之缺磷症狀。	水稻、菸草
錳 (Mn)	老葉出現黃化及壞疽傷痕，或出現黑棕色或紅色焦狀斑點，葉尖枯乾，根生長受阻。	穀類、豆類、馬鈴薯及甘藍
銅 (Cu)	葉部先出現濃綠色後再出現缺鐵黃化現象，葉片變厚，根呈刺鐵絲狀，分孽受阻。	穀類、豆類、菠菜、柑橘幼苗、劍蘭
鋅 (Zn)	葉尖黃化壞疽，幼葉葉脈間黃化，植株生長受阻，根呈刺鐵絲狀。	穀類、菠菜
硼 (B)	葉尖呈黃化或棕色化，生長點萎縮，老葉凋萎	穀類、馬鈴薯、番茄、胡瓜、向日葵及芥菜
鉬 (Mo)	葉片黃化或棕色化，根及分孽受阻	穀類
氯 (Cl)	由葉緣向內黃化、壞疽、卷縮至枝條枯死	豆類、桃及李

四、作物受過量重金屬或微量元素毒害之預防與處理

防止作物受過量重金屬或微量元素毒害，首先須防止水污染、空氣污染，適當處理廢棄物，農業資材如肥料、農藥之使用須適時、適量、適用。於鐵害發生區須施石灰。調整土壤pH值，施用二氧化錳(MnO_2)(50 至 100 公斤/公頃)，調整植體中鐵/錳比，降低鐵害。於錳害發生區施石灰，或施用硫酸鐵、石膏或禽畜糞堆肥亦有幫助。硼害發生區土壤之pH值須調整至 5.5 至 6.0，種植前須將土中過量之硼以含低硼之灌溉水將硼洗除。含氯過高之土壤須長期重覆進行淡水灌溉，洗滌與排水，以去除氯並添加有機質；受重金屬為害之土壤可利用排土、客土及翻土等方法降低或除去重金屬，亦可以吸重金屬植物吸收重金屬後再作適當之移除與處理。



圖 1. 落花生受重金屬毒害發生幼葉黃白化及壞疽



圖 2. 水稻受鐵過量毒害葉片棕色化枯萎