

低分子量有機酸對土壤性質及作物生長的影響

文・圖／林永鴻

近年來，由於有機質對土壤理化性質的改良，以及植物營養的供應等具有良好的功效，因此有機質肥料的施用漸受到重視。有機質肥料的製程，在翻堆過程中，有機質(特別是植物殘體)會漸趨分解為分子量較低的物質，當中脂肪族有機酸及芳香族有機酸即為重要的中間產物，脂肪族有機酸包含了草酸、檸檬酸、蘋果酸、琥珀酸、乳酸等，而芳香族有機酸則屬於含苯環的酚酸類，較常見的有尿囊素(allantoin)、阿魏酸(ferulic acid)、水楊酸(salicylic acid)、香草酸(vanillic acid)、苯甲酸(Benzoic acid)等。

低分子量有機酸水溶性高、酸性強、活性基團數少，具強的遷移性。當土壤中存在低分子量有機酸時，會使土壤的酸鹼度降低，因此，所產生之豐富的氫離子會造成磷酸鹽及硫酸鹽等難溶物質瓦解而使得當中的陰離子(磷酸根、硫酸根等)釋出成為作物可吸收利用的有效型態；另外，這些有機酸存在土壤中能夠將不易釋放的陽離子(如鐵、鈣及鎂等)鉗合而使其有效性大大提昇。另外，當土壤因強酸化而使鋁溶出或是遭受重金屬污染時，低分子量有機酸可與毒性鋁及重金屬進行螯合而去毒，降低這些毒性物質對作物根部的傷害。一般土壤中低分子量有機酸的含量約為 $10^{-2} \sim 10^2 \mu\text{mol/L}$ ，土壤中的脂肪族有機酸因屬直

鏈，易受微生物分解，因此一般存在土壤中的時間不長，而芳香族有機酸因含有羧基、羰基、酚基、胺基等，構造複雜，因此較不易被微生物分解，存在土壤中的時間也較長，且會慢慢形成腐植質，增加土壤中的有機質含量。一般有機質肥料所分解的芳香族有機酸較常見的有阿魏酸、苯甲酸、尿囊素、水楊酸及香草酸，當中阿魏酸對於植物同化、代謝、傳輸及氮的儲存扮演重要角色；苯甲酸為水溶性，於植體內可促進植物之呼吸代謝功能及使葉綠素含量增加，並促進光合成速率、蛋白質合成及體內碳水化合物的運輸及轉化；尿囊素可使根部的細胞膜通透性增加，使植物對養分的吸收增加；水楊酸於植物體內可在韌皮部內運輸，是一種植物內源激素，可促進細胞呼吸速率，並促進開花，另外，曾有研究指出，外源施用水楊酸後，可使煙草體內抗病能力增強；而香草酸普遍存在植物體內，是植物結構不可或缺的一部分。

雖然這些芳香族有機酸對作物生長有諸多好處，然而存在體內的濃度過高時，對作物卻是不利的。例如當植物體內阿魏酸濃度大於 10 mmol/L 時種苗發育會受到抑制；尿囊素濃度過高則易與細胞壁上的聚醣類進行酯化，致細胞堅硬使細胞生長受到限制，並誘導脂質過度氧化，影響某些酵素活性及阻礙養分的

吸收；至於苯甲酸、水楊酸及香草酸濃度過高亦會使植物生長受到阻礙。一般有機質腐化的初期會產生大量的酚酸、脂肪酸、萜類、植物鹼等物質，倘使這些物質因施用有機肥致存在土壤中濃度過高，易造成土壤酸鹼度(pH值)驟降以及對根部產生毒害現象，因此有機質肥料應經過腐熟使這些物質濃度降低後再行施用為宜。

由以上敘述瞭解，當土壤中存在適當濃度的芳香族有機酸時，對土壤養分有效性、作物養分吸收是有所助益的，筆者曾以五種芳香族有機酸的混合物($0-30 \text{ mgL}^{-1}$)添加於兩種高屏地區大宗土系之鹼性土壤(砂頁岩沖積土、粘板岩新沖積土)，結果發現，添加後兩週，兩種土壤之酸鹼度均有下降情形，顯示芳香族有機酸的添加對鹼性土壤之鹼度有降低效果；另外，對土壤有機質及養分有效性的提昇亦有所助益，至第四週其效果仍持續存在，然而至第六週其效果即漸趨式微。至於適當濃度的芳香族有機酸對於甘藍及萵苣之養分吸收及植株生長亦有正面效應，因此建議，在種植蔬菜前，以混合之芳香族有機酸 $20 \sim 30 \text{ ppm}$ 進行土壤澆灌，對甘藍及萵苣養分吸收及生長是有所助益的，且施用頻率約以一個月土壤澆灌一次為宜。



▲甘藍苗以五種芳香族有機酸之混合酸10、20、30 ppm處理，於一個半月栽培後根的生長以20 ppm處理者較佳



▲萵苣苗以五種芳香族有機酸之混合酸10、20、30 ppm處理，於一個半月栽培後根的生長及苗的發育以30 ppm處理者最佳