

二、清淨作物驗證

本次清淨作物驗證地點位於桃園市蘆竹區一家有機蔬菜栽培農場，農民因長期過量施用豆粕類肥料，導致土壤酸化及電導度過高，因此，導入清淨作物(蕹菜-莧菜-莧菜-蕹菜-蕹菜)，並調整有機質肥料由植物渣粕類肥料改為長纖維蔗渣

堆肥；驗證過程中調查土壤酸鹼度、電導度、有機質、磷酐、氧化鉀、氧化鈣及氧化鎂變化及作物產量。

技術驗證前已有溫室土壤酸化及鹽類累積情形，酸鹼度為4.5，電導度為1.1 dS/m，磷酐及氧化鎂有累積的情形；考量在不影響農民經濟生產前提下，逐步進行鹽化土壤改良，因此，導入莧菜及蕹菜等清淨作物，莧菜在設施內夏季栽培時生育良好，在高溫下具極佳之光合作用能力，無高溫障礙，好肥性強，可當作清淨作物，減少土壤鹽害。此外，農民因長期施用豆粕類肥料導致土壤酸化，故調整肥料種類為粗質有機質肥料(蔗渣堆肥)，驗證後土壤酸鹼度由4.8提升至5.0，電導度由1.4 dS/m下降至0.7 dS/m，顯示種植清淨作物搭配肥料管理可確實降低土壤電導度，產量則由8.1公噸/公頃提升至11.7公噸/公頃，約增量44%。

結語

根據本場歷年土壤肥力分析資料顯示，蔬菜設施栽培土壤鹽分偏高者約25%，土壤養分不平衡者(主要為磷、鉀、鈣及鎂)約60%，且轄區內土壤鹽類累積比例有逐年增加的情形。因此，建議農友採取預防勝於治療的觀念，定期進行土壤肥力分析，追蹤土壤電導度變化，進行合理化施肥，以避免土壤鹽類累積，造成土壤劣化及經濟損失。

表1.設施蔬菜鹽化土壤深耕及淋洗改良結果

處理	酸鹼度(1:1)	電導度(1:5)	有機質	磷酐	氧化鉀	氧化鈣	氧化鎂
		dS/m	%	-----公斤/公頃-----			
改善前	6.7	1.16	8.6	858	3,701	9,870	3,200
深耕後	6.9	0.74	9.1	704	3,100	9,368	2,964
淋洗							
第一週	7.1	0.26	10.1	580	2,257	9,070	2,818
第二週	7.1	0.26	8.5	613	1,997	9,107	2,388
第三週	7.2	0.20	7.9	538	1,609	7,827	2,033
第四週	7.1	0.20	7.8	432	1,619	7,411	1,885
參考值	5.5-6.8	<0.6	>3	60-290	90-300	2,000-4,000	200-400

表2.設施蔬菜鹽化土壤種植清淨作物改良結果

調查月份	作物	產量	酸鹼度(1:1)	電導度(1:5)	有機質	磷酐	氧化鉀	氧化鈣	氧化鎂
		公噸/公頃		dS/m	(%)	-----公斤/公頃-----			
	試驗前		4.8	1.4	9.0	689	108	4,353	1,318
111/6	蕹菜	8.1	5.0	1.2	8.9	573	82	4,946	1,743
111/7	莧菜	9.6	4.8	0.9	9.0	583	91	4,813	1,205
111/8	莧菜	10.5	4.9	0.9	9.3	538	118	4,372	1,356
111/9	蕹菜	11.2	4.9	0.7	8.9	468	113	4,040	1,287
111/10	蕹菜	11.7	5.0	0.7	8.7	514	92	4,622	1,638
	參考值		5.5-6.8	<0.6	>3.0	60-290	90-300	2,000-4,000	200-400



利用深耕方式將表土與底土混合，改善土壤鹽類累積

農業部桃園區農業改良場檢測報告

農戶姓名： 農戶編號(帳號)： 樣品編號：
 樣品類別：土壤 樣品代號：1-13 作物類別：
 檢驗員：呂修芳 經辦人：林勇佳 負責人：潘宗浩
 送件日期：2024/05/08 寄件日期：2024/06/14 服務電話：03-4768216#330-335

檢測項目	酸鹼度	電導度(1:5)(dS/m)	有機質(%)	磷酐(公斤/公頃)	氧化鉀(公斤/公頃)	氧化鈣(公斤/公頃)
檢測值	4.9	0.66	7.6	771	137	3684
參考值	5.5-6.8	<0.6	>3.0	60-290	90-300	2000-4000
檢測項目	氮(ppm)	磷(ppm)	鉀(ppm)	鈣(ppm)	鎂(ppm)	
檢測值	727	5.4	11.1	0.06	1.3	
參考值	200-400	--	--	--	--	
檢測項目	鉍(ppm)					
檢測值	2.5					
參考值	--					

【建議】
 酸性：每分地施石灰120-200公斤，石灰介紹
 電導度過高：減少施肥量，避免鹽害。
 磷含量過高：減量1/2以上。
 鉍含量過高：減少投入。

註(1)：本資料僅供施肥參考，不作為任何證明文件，ND表示未檢出。
 註(2)：磷使用白鹼式第一法測定，鉀鈣鎂使用孟立克氏法測定，重金屬使用0.1N鹽酸萃取法測定。

根據土壤檢測報告建議事項調整肥料及石灰用量可預防鹽害



設施內部鹽類累積，導致蔬菜生長受阻

鹽害土壤改善後蔬菜生長恢復正常

土壤鹽類累積導致蔬菜葉緣乾枯

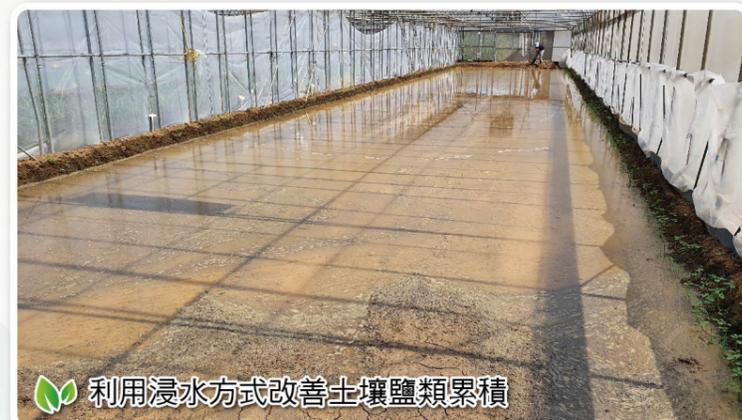
桃園區農技報導

設施鹽害土壤改良技術驗證

李宗翰

前言

蔬菜設施栽培為北部地區主要生產方式之一，轄區設施蔬菜栽培面積約386公頃，其中桃園市約305公頃(占79%)、新竹縣42公頃(占11%)，是北部設施蔬菜最主要的生產專區。因設施栽培土壤長期缺乏雨水淋洗，且農民常有施肥過量的情況，導致土壤中鹽類累積、養分不平衡、重金屬累積等問題；而養分過剩的現象，不但會破壞土壤中之微生物相和造成作物生理障礙，使蔬菜生育受阻、產量降低、品質欠佳，且過多的硝酸離子可能被蔬菜吸收，不利於人體健康；過度施用氮肥亦會造成大氣、地下水資源等環境污染問題而造成蔬菜生長受到影響。



利用浸水方式改善土壤鹽類累積



鹽類累積原理及發生條件

當土壤中的可溶性鹽類達到某種濃度時，即對作物根部水分及養分吸收產生障礙，主要係因土壤溶液濃度過高引起滲透壓升高，而阻止作物根部吸收水分，導致作物無法正常生長甚至枯死。而鹽類累積發生原因如下：

一、缺乏雨水淋洗及高溫環境

一般農民設施栽培肥料施用量與露天栽培無異，然而，因設施栽培缺少雨水淋洗，縱使有灌溉措施，灌溉水量不足以將可溶性鹽類淋洗到較深的土層，或經由排水而移除多餘的鹽類，造成可溶性鹽類累積在表土情形。另外，設施中的溫度常高於設施外的溫度，土壤水分蒸發量大，底土中的可溶性鹽類隨水分的毛細管作用往上移動至表土，待水分蒸發後，可溶性鹽類便累積在表土，形成鹽斑。

二、單位面積投入高肥料量

設施栽培在高溫多濕的環境下，作物生長快速，複種指數增加，單位面積肥料投入量也隨之增加，土壤中可溶性鹽類累積更加嚴重。

三、不當的施肥措施

土壤中過量的鹽類累積，容易造成作物生長不良，農民常誤認為係肥料量不足，而投入更多的肥料，此一增施肥料措施，將使土壤鹽類累積問題益形嚴重。

四、有機質肥料品質不佳及過量施用

據調查分析資料顯示，部分市售有機質肥料品質並不穩定，加上農民長期大量施用時，也會因施用不當而導致土壤累積多量鹽類，致使作物種子發芽及生長不良。

土壤鹽類累積徵狀

當作物生長表現出以下徵狀時，可以判斷為土壤鹽類累積，此時可導入鹽類土壤改良技術：

- 一、種子發芽不良或發芽後枯萎：種子經發芽試驗確認發芽率正常，播種後呈現種子發芽不良或發芽後枯萎，即表示土壤中可溶性鹽類過高而產生肥害。
- 二、凋萎現象：作物因施肥過量或土壤長期鹽類的累積，使根部無法正常吸收水分，而導致葉片凋萎，此種凋萎即使大量澆水於土壤中也不會恢復。
- 三、根部褐化或伸展受阻：作物發生上述凋萎現象時，若將根部挖出，便可發現根部變為褐色(通常為白色)，此種狀態持久下去作物就會枯死。
- 四、葉片邊緣乾枯：此種情形作物根部並沒有嚴重受害，僅係葉片中鹽類濃度偏高，隨著水分的蒸散，葉的周緣鹽類濃度高，造成部分細胞死亡。
- 五、植株軟弱、徒長及葉色濃綠：發生此一徵狀主要係氮肥施用過量，容易使作物抵抗病蟲害的能力降低。
- 六、土表出現鹽斑：當土壤乾燥時，表層出現白色鹽斑情況時，表示土壤鹽類已大量累積。
- 七、檢測報告電導度偏高：當土壤電導度超過0.6 dS/m(土水比1:5)(w/v)，建議應立即改善或調整施肥習慣，避免持續惡化。

預防措施

- 一、定期採取土壤樣品送改良場分析，瞭解土壤性質及肥力情形，並依據檢測報告推薦的方法管理土壤及施肥。

- 二、肥料用量需參考作物施肥手冊推薦量施用，切勿過量施肥，造成土壤鹽類大量累積。
- 三、儘可能選用富含植物纖維及木質素且肥分低的有機質肥料，藉以改善土壤物理、化學及生物性。
- 四、一般蔬菜栽培適宜的土壤酸鹼度(pH值)為5.6-7.0間，當土壤酸鹼度低於5.6(強酸性)或明顯的缺鈣、鎂元素，可依據改良場推薦的石灰資材種類及用量施用外，千萬不可盲目施用其他未推薦之鹼性資材，以免造成土壤酸鹼度過高及鈣、鎂元素的累積而導致養分拮抗作用。
- 五、肥料三要素中氮肥最容易流失及揮散，需適時適量補充，磷及鉀肥較不易流失，土壤中常存有高量的磷及鉀肥，因此，需根據土壤檢測報告分析結果調整肥料種類及施用量。

改善方式

- 一、浸水：以大量的水進行多次反覆浸泡及排水，沖去鹽類離子，淋洗浸泡時間視鹽分累積之程度而異，反覆幾次即可有效改善。
- 二、深耕：依據土壤分析結果，如表土(0-15公分)鹽類累積較高，且底土(16-30公分)無鹽類累積現象時，可採取深耕混合表底土方法，以稀釋鹽類離子的濃度。
- 三、刮除0-5公分的表土：一般土壤鹽類會隨毛細管水上升至0-5公分的表土，使表土鹽類含量最高，在土壤鹽害初期較不嚴重時，可採取刮除表土的方法與電導度較低之區域土壤混拌後回填，亦可降低鹽分含量。
- 四、種植耐鹽作物或綠肥作物：土壤鹽類累積尚不至於太嚴重時，可連續種植數作的玉米、田菁、苜蓿等吸收土壤中累積的鹽類離子，並將植株砍除移走。

改良技術驗證案例

一、深耕及浸水改良技術驗證

本次改良案例在本場蔬菜栽培溫室進行，改良前土壤性質如表1所示，電導度為1.16 dS/m，磷酐、氧化鉀、氧化鈣及氧化鎂含量均超出標準值，田間植株生長情形不良，因此，導入深耕及浸水兩種鹽害土壤改良技術進行驗證，田間操作流程如下所示：

- 1.深耕操作：本次深耕使用曳引機(廠牌：YANMAR AF220，20匹馬力)搭配小型三板犁(長120公分，寬60公分，高106公分)進行深耕，耕犁深度為40公分，曳引機行駛速度為每小時0.5公里，深耕完成後將土壤進行整平工作，並調查耕犁前後土壤肥力變化。
- 2.浸水洗鹽：本次浸水洗鹽步驟為先浸水5日(超出土壤表面2-3公分)，之後再排水曬田2日，反覆循環4次，共28日，每一次排水後均檢測土壤電導度及養分累積改善情形，調查改良前後土壤肥力變化，分析酸鹼度、電導度、有機質、磷酐、氧化鉀、氧化鈣及氧化鎂。

改善前土壤電導度為1.16 dS/m，在經過深耕處理後土壤電導度降為0.74 dS/m，但因土壤磷、鉀、鈣及鎂含量仍偏高導致田間植株仍然生長不良，後續導入淋洗作業後土壤電導度降為0.2 dS/m，土壤磷酐、氧化鉀、氧化鈣及氧化鎂亦有明顯降低趨勢，分別降低51%、56%、21%及41%，田間植株生長情形亦回復正常。



定期土壤檢測避免土壤鹽類累積