花蓮區研究彙報 21:71～79

設施蔬菜栽培施肥改進試驗[1]

詹朝清[2]　陳吉村[2]

摘要

爲避免設施中因超量施用化學肥料，造成肥料及鹽分累積等問題之發生而影響設施蔬菜之產量與品質，因此進行設施蔬菜栽培合理之施肥量及方法之研究。

由本研究之結果可以發現，埋管排水能有效降低設施土壤中鹽分的累積，並減少硝酸態氮的濃度，對降低鹽害及連作障礙有明顯的效果，且其效果隨著處理次數的增加而更爲明顯。另外，透過土壤診斷結果之推薦量進行之施肥，其除具有避免過量施肥及減緩鹽分累積之效果外，並可節省成本及提高產量，所以應鼓勵農民多進行土壤診斷施肥。

關鍵字：蔬菜、設施栽培、施肥

前言

利用塑膠布覆蓋的栽培設施種植蔬菜，夏季可避免豪雨侵襲，冬季則具有提高設施內氣溫（林等，1987；陳等，1992）及栽培夏季蔬菜（如莧菜、空心菜、瓜類等）的功用（黃等，1989）。但設施蔬菜栽培爲求縮短生產時間和提高產量，往往超量施用化學肥料，加上設施內之土壤缺少雨水淋洗，致使土壤中氮(N)、鹽基(K、Ca、Mg、Na)及磷(P)等之累積（蔡等，1989a），這種養分過剩的現象，不但會破壞土壤中之微生物相和造成作物生理障害，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（蔡等，1989b）。因此，探討設施蔬菜之合理施肥技術與土壤管理，對目前大力推廣精緻蔬菜之生產實爲當務之急。且目前設施蔬菜栽培工作因尚無一套施肥標準可供參考，所以農民的施肥方法多比照一般露地栽培者實施，長久過量施肥易造成土壤變劣及產生連作障礙，而解決連作障礙最直接之方法就是施用有機質肥料（詹，1991），另外根據腐植酸及有機質肥料對青蔥生長及連作之影響試驗結果顯示施用有機質肥料可改善青蔥連作障礙，或添加土壤改良劑（鈴木，1977；郭等，1989），種植清除作物（中嶋等，1986）、湛水及加熱（河西，1986）等處理，均可改善土壤之劣變。又湛水處理對土壤中鹽類（電導度）及硝酸態氮濃度下降均有顯著效果（河西，1986），惟湛水處理常常導致積水不退，影響栽種，致使農民難以接受。因而本實驗除針對施肥量作探討外，並以埋設水管及淹水做爲降低土壤塩份累積之處理，以求建立設施蔬菜栽培合理之施肥量及方法及可能之土壤管理對策，以避免設施中因超量施用化學肥料，造成土壤肥料及鹽分累積等問題之發生，確保設施蔬菜之產量與品質。

---

[1]花蓮區農業改良場研究彙報第 178 號。

[2]花蓮區農業改良場助理研究員。

[3]花蓮區農業改良場副研究員。

材料與方法

(一)供試作物：白莧菜。

(二)試驗地點：宜蘭縣五結鄉設施網室內。

(三)試驗時間：85 年 3 月至 86 年 11 月。

(四)試驗設計：田間試驗採用逢機完全區集設計，四重複，小區面積 3×2.5 公尺。試驗田區分爲埋管排水及不埋管排水各兩棟，埋管排水之處理試驗前先將 8 英吋寬、24 米長之 PVC 塑膠管埋入土中約 60 公分深，每棟 2 支，然後連續淹水，待排水乾燥後才開始田間施肥處理試驗。

(五)試驗處理：試驗處理 85 年度分別爲 (1)埋管排水＋農民慣行施肥法（施用台肥 5 號複合肥料 10 公斤，即每公頃 N：140 公斤，P_2O_5：70 公斤，K_2O：100 公斤）；(2)埋管排水＋土壤診斷結果施肥法；(3)不埋管＋農民慣行施肥法（施用台肥 5 號複合肥料 10 公斤，即每公頃 N：140 公斤，P_2O_5：70 公斤，K_2O：100 公斤）；(4)不埋管＋依土壤診斷結果施肥。86 年度又增加(1)埋管排水＋每棟施用每公頃 N：P_2O_5：K_2O=100：70：100 公斤；(2)埋管排水＋每棟施用硫銨 4 公斤（每公頃施用 N：67.7 公斤）不施磷鉀肥；(3)不埋管＋每棟施用每公頃 N：P_2O_5：K_2O=100：70：100 公斤；(4)不埋管＋每棟施用硫銨 4 公斤（每公頃施用 N：67.7 公斤）不施磷鉀肥，共八處理。

(六)施肥方法：每棟設施（24m×5m）在種植蔬菜前皆均勻施用台肥 1 號有機質肥料 20 公斤。農民慣行施肥法之處理爲施用台肥 5 號複合肥料 10 公斤（即每公頃 N：140 公斤，P_2O_5：70 公斤，K_2O：100 公斤）。土壤診斷結果施肥區則於每作蔬菜栽種前，依土壤肥力分析結果調整施用單質肥料。經診斷結果每年第一、二作肥料量每棟施用台肥 5 號複合肥料 5 公斤，第三作以後均不施用化學肥料。

(七)調查項目：每期作栽培前後採取土壤測定土壤 pH（玻璃電極法，水：土＝1：1）、有機質含量（OM%，比色法）、P（白雷氏第一法）、K（孟立克氏法）及電導度（EC），並調查株高、株重以及產量等園藝性狀。

結果與討論

(一)埋管排水對莧菜產量之影響

從 85 年度共進行二次試驗，其莧菜的園藝性狀及產量之調查結果如表一。由表一可以發現二期作各處理（埋管排水＋農民慣行法、埋管排水＋營養診斷法及不埋管排水＋營養診斷法）之株高、植株重均比對照處理高（不埋管排水＋農民慣行法），顯示利用埋管能有效加速鹽分洗失促使土壤的電導度值降低（表二）及以營養診斷方式推薦之合理施肥量確實能有效提高作物之生長，並減少連作障礙之產生，這一點可從各處理產量之變化加以驗證（表一）。另外，埋管排水＋農民慣行法、埋管排水＋營養診斷法及不埋管排水＋營養診斷法等三

種處理，其二次處理之產量均比對照之不埋管排水＋農民慣行法處理高，其差異並達顯著之水準，而埋管排水的兩個處理之產量亦比不埋管排水之處理高，顯示埋管排水能有效降低土壤鹽分而減少對作物生長之阻礙（表一及表二）比較農民慣行法及營養診斷法兩個處理之差異，發現不管有沒有埋管排水，利用營養診斷法進行施肥之產量均比農民慣行法高，顯示利用營養診斷的確能提供作物適當的肥料而提高其產量，因此營養診斷仍是提高產量的有效辦法，不可忽視。另外，觀察二個期作間產量之變化可以發現埋管排水＋農民慣行法、埋管排水＋營養診斷法及不埋管排水＋營養診斷法三個處理之產量與對照處理（不埋管排水＋農民慣行法）其產量之比值的差異隨著期作次數的增加而有增加的趨勢，顯示對照處理因未進行埋管排水且以農民慣行用量施肥，容易造成鹽分的累積，其現象隨著耕作次數的增加而更趨明顯，這可以從試驗前後土壤電導度值的變化獲得證實，表二顯示試驗前對照處理之電導度值爲 2.41 ms/cm，比其他三個處理之電導度值 1.54 ms/cm、1.44 ms/cm 及 1.73 ms/cm 高，而試驗後所測得之電導度值除對照處理仍繼續升高爲 2.85 ms/cm 外，其它三個處理之電導度值均呈降低之現象，造成兩者間之電導度值的差異更大，因此其產量的差異亦隨著期作的次數增加而變大，這與郭等（1989）提出連作的土壤經湛水後可降低土壤電導度值的結果相類似。

表一、1996 年度不同處理對莧菜園藝性狀之影響

Table 1. The properties of vegetable horticulture after different treatment in 1996.

Planting date yy/mm/dd	Treatment*	Plant height (cm)	Plant weight (g)	Yield (t/ha)	Index (%)
85/3/13	1	31.9	8.6	25.6^{b**}	103.2
	2	36.7	9.9	27.2^{a}	109.7
	3(CK)	31.0	8.3	24.8^{c}	100.0
	4	31.0	8.4	25.2^{bc}	101.6
85/5/23	1	25.4	7.6	21.6^{b}	105.9
	2	26.8	9.0	24.4^{a}	119.6
	3(CK)	25.2	7.0	20.4^{c}	100.0
	4	25.3	7.2	20.8^{bc}	102.6

*1. Exclude water by pipe and traditional fertilizer.

2. Exclude water by pipe and fertilizers by soil diagnose.

3. None water pipe and traditional fertilizer. (CK)

4. None water pipe and fertilizers by soil diagnose.

** : Means in the column followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

表二、1996 年度不同處理對試驗土壤成分含量之影響

Table 2. The chemical properties of soil after different treatment in 1996.

Sampling date yy/mm/dd	Treatment*	pH (1:1)	NO_3-N	P （ppm）	K	EC (ms/cm)

85/1/31	1	3.63	1403	23.9	12.3	1.54
	2	3.77	1247	24.3	11.1	1.44
	3(CK)	3.53	2347	30.4	11.3	2.41
	4	3.84	1938	29.5	10.6	1.73
85/3/20	1	4.29	1716	33.8	31.2	1.49
	2	4.04	1279	30.0	19.1	1.22
	3(CK)	4.14	3790	31.3	33.9	2.85
	4	3.82	3017	33.8	17.0	2.32

* The treatments same with table 1.

(二)不同施肥量對莧菜產量之影響

86 年度爲進一步探討不同施肥對蔬菜生長之影響，因此另外增加不同施肥量之處理，並於試驗前先採取土壤樣本及埋管處理淹水 20 天，其調查結果如表三。由表中發現各期作之產量均以第 2 處理（埋管排水＋每棟施用每公頃 N：P_2O_5：K_2O=100：70：100 公斤）之表現較佳，其產量分別爲 21.6 t/ha、25.6 t/ha 及 26.8 t/ha，與對照區相比其增產量分別爲 28.5%、6.6% 及 9.8%。其次爲第 3 處理（埋管排水＋土壤診斷結果施肥法），其產量分別爲 20 t/ha、24.8 t/ha 及 24.9 t/ha，其產量分別比對照區增產 19.0%、3.3% 及 2.0%。由各處理間產量之差異觀察，埋管排水之產量各期作均比不埋管排水之處理高，顯示不管施用何種肥料或施肥量多寡，埋管排水均能有效降低土壤之鹽分並提高產量，雖然依據土壤診斷結果進行之施肥所得到的產量不是最高，這是因爲合理之施肥推薦量並不是以絕對高產量爲目標，而是在兼顧環境保護及經濟成本考量下所作出之推薦量，所以雖然埋管排水＋土壤診斷結果施肥法之處理的產量不是最高，但其增產之效果仍是明確的，這個現象在未埋管排水的處理更爲明顯（表三）。未埋管排水的處理（處理 5、6、7、8）因無法有效將土壤中過多的鹽分洗掉，因此容易造成生長障礙，但是透過土壤診斷所建議之合理施肥量仍可以減緩過度施肥所造成對作物生長的阻礙，因此處理 7 的產量在三個期作上均比其它三個處理高（處理 5、6 及 8）。

表三、1997 年度不同處理對莧菜園藝性狀之影響

Table 3. The properties of vegetable horticulture after different treatment in 1997.

Planting date Yy/mm/dd	Treatment*	Plant height (cm)	Plant weight (g)	Yield (t/ha)	Index (%)
86/3/21	1	25.3	4.7	18.8^{b**}	111.9
	2	26.7	5.7	21.6^{a}	128.5
	3	26.1	4.9	20.0^{ab}	119.0
	4(CK)	25.8	4.3	16.8^{bc}	100.0
	5	21.4	3.6	14.4^{cd}	85.7
	6	23.5	3.8	14.8^{c}	88.0
	7	24.8	4.0	16.8^{bc}	100.0
	8	23.4	3.5	13.6^{d}	80.9

86/5/8	1	28.1	7.4	24.4[b]	101.6
	2	29.4	8.6	25.6[a]	106.6
	3	28.2	7.3	24.8[ab]	103.3
	4(CK)	28.3	7.2	24.0[bc]	100.0
	5	26.1	5.1	22.0[c]	91.6
	6	27.9	6.8	21.6[cd]	90.0
	7	28.0	7.0	22.4[c]	93.3
	8	27.7	6.4	21.2[d]	88.3
86/6/28	1	30.4	8.1	23.2[c]	95.0
	2	33.1	9.1	26.8[a]	109.8
	3	30.8	8.3	24.9[b]	102.0
	4(CK)	30.1	8.3	24.4[bc]	100.0
	5	28.0	7.6	21.2[de]	86.8
	6	29.1	7.8	22.0[d]	90.1
	7	27.8	7.4	22.4[cd]	91.8
	8	27.9	7.3	20.8[e]	85.0

*1.Exclude water by pipe and traditional fertilizer (10 kg No. 5 complex ertilizer/greenhouse).

2.Exclude water by pipe and N:P_2O_5:K_2O=100:70:100 kg/greenhouse.

3.Exclude water by pipe and fertilizers by soil diagnose.

4.Exclude water by pipe and 4 kg ammonium sulfate/greenhouse without P, K fertilizer. (CK)

5.None water pipe and 10 kg No. 5 complex fertilizer/greenhouse.

6.None water pipe and N:P_2O_5:K_2O=100:70:100 kg/greenhouse.

7.None water pipe and fertilizers by soil diagnose.

8.None water pipe and 4 kg ammonium sulfate/greenhouse.

** : Means in the column followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

(三)不同施肥量對土壤化學特性之影響

表四爲每次進行試驗時所採取之土壤分析資料，由表中可以發現在第一次處理時（86/3/21），除處理 4 及 5 因爲肥料施用量較少（只施用 4 公斤硫酸銨及 5 公斤台肥 5 號複合肥料），因此其電導度值爲 0.73 及 0.62 ms/cm 較低外，其它處理均介於 1.15 至 1.91 ms/cm 之間，其中尤其以第 7 個處理（不埋管排水＋土壤診斷結果施肥）最高，顯示推薦量有偏高之現象，不過這個現象到第三期作（86/6/28）就有明顯的改善，表示依照土壤診斷結果進行之施肥在長期的表現仍優於傳統之施肥，在埋管排水的處理部分亦顯示依照土壤診斷結果進行之施肥其土壤電導度有有持續下降之趨勢，尤其在經過三期作的連續種植後可以發現，依照土壤診斷結果進行之施肥處理的電導度值其降低之幅度大於其他處理，顯示原先之推薦施肥量是適當的，其肥料並未在土壤中累積，反觀其它處理（處理 1、2、4 及 5、6、8）其與依照土壤診斷結果進行之施肥處理（處理 3 及 7）之土壤電導度值的比值則有增加的趨勢。

表五爲民國 86 年 6 月 28 日最後一期作試驗灌水前後之土壤成分含量分析表。由結果顯示，不管在灌水排水前或灌水排水後，有埋管排水之處理其硝酸態氮含量均比未埋管排水處理之濃度低，尤其在灌水排水後其差異更明顯，因爲硝酸態氮爲帶負電之陰離子型態，其與同樣帶負電之黏土粒子相斥，所以灌水處理能將硝酸態氮洗出，因爲埋管處理其排水效果較好，因此能將更多的硝酸態氮洗掉，所以其濃度亦較低。鉀因其移動性較大，容易隨水分的流動而移動，因此其濃度的變化與硝酸態氮的變化相似，也是有埋管排水之處理其鉀離子濃度均比未埋管排水處理之濃度低，而灌水後則更明顯，至於土壤電導度值則因爲受土壤溶液中可溶性硝酸態氮及鉀離子濃度的影響亦呈現相似之結果。而磷因爲溶解度較小且容易被固定，因此其濃度雖在灌溉後亦有降低，但其變化之幅度則較小。

結論

宜蘭地區的自然環境，夏季高溫多濕，一年中的梅雨季及豪雨期長，冬季則常有寒流來襲，以致蔬菜生產極不穩定，而發展設施園藝雖可克服此類問題，但設施應用後常產生土壤鹽份累積及連作障礙。爲克服此類問題，除了改善耕作制度外，對土壤合理的管理、有機質肥料及土壤改良劑的補充更顯的重要，尤其是宜蘭地區土壤 pH 偏低，屬於強酸性土壤，必須於種植前施用消石灰以提高其 pH 值，並且利用葉片植體及土壤營養診斷分析結果進行施肥，以降低肥料施用量。綜合以上之試驗結果可以發現埋管排水能有效降低設施栽培土壤中鹽分的累積，並降低硝酸態氮的濃度，對降低鹽害及連作障礙有明顯的效果。另外，透過土壤診斷結果的推薦量進行之施肥，除可避免過量施肥及減緩鹽分累積外，並可節省成本及提高產量，所以應鼓勵農民多進行土壤診斷施肥。

表四、1997 年度不同處理對試驗土壤成分含量之影響

Table 4. The chemical properties of soil after different treatment in 1997.

Planting date yy/mm/dd	Treatment*	pH 1:1	OM %	P ppm	K ppm	EC ms/cm
86/3/21	1	3.77	3.5	16.8	32.7	1.15
	2	3.86	3.7	16.8	46.3	1.18
	3	3.89	3.9	14.6	42.3	1.29
	4(CK)	4.03	3.8	15.5	31.9	0.73
	5	3.79	3.9	14.5	51.2	0.62
	6	3.66	3.9	14.5	55.5	1.53
	7	3.61	3.7	14.5	63.5	1.91
	8	4.05	3.7	14.5	37.0	1.48
86/5/8	1	4.05	3.7	16.2	31.1	1.00
	2	4.03	3.9	16.3	38.6	1.32
	3	4.30	3.9	15.3	40.0	0.86
	4(CK)	4.05	3.7	16.1	32.4	0.82

	5	4.09	4.0	14.4	41.4	1.05
	6	4.35	3.7	14.5	43.5	0.43
	7	4.43	3.9	14.4	20.8	0.71
	8	4.12	3.9	14.5	50.7	0.55
86/6/28	1	4.32	4.4	17.1	36.0	0.67
	2	4.01	4.5	14.2	47.0	1.35
	3	4.34	3.8	15.2	33.4	0.69
	4(CK)	4.03	3.8	16.8	45.7	1.26
	5	4.28	3.9	14.4	56.4	0.43
	6	3.91	3.8	14.5	70.2	1.31
	7	4.20	4.6	14.5	55.1	0.92
	8	4.20	4.1	14.4	61.3	1.05

* The treatments same with table 3.

表五、1998 年度不同處理對灌水前後土壤成分含量之影響

Table 5. The chemical properties of soil were before and after irrigation after different treatment in 1996.

Sampling date yy/mm/dd	Treatment*	pH 1:1	NO_3-N	P (ppm)	K	EC ms/cm
86/7/7	1	4.23	1490	17.1	36.9	1.42
Pre-irrigation	2	4.44	1380	15.5	40.0	0.81
	3	4.40	1190	15.9	37.2	0.67
	4(CK)	4.23	1240	17.8	37.1	0.70
	5	4.35	2899	14.5	51.2	1.95
	6	4.46	2840	14.4	55.5	1.53
	7	4.43	2540	14.0	37.0	1.48
	8	4.28	2600	10.1	41.4	1.31
86/7/30	1	4.89	840	11.1	24.6	0.69
After of irrigation	2	4.90	820	11.8	29.8	0.67
	3	4.90	780	11.7	25.4	0.23
	4(CK)	4.81	810	12.4	25.3	0.34
	5	4.95	1200	10.6	31.2	0.95
	6	5.01	1421	10.8	32.5	0.81
	7	4.98	1148	10.2	28.6	0.72
	8	4.85	1266	10.0	29.3	0.70

* The treatments same with table 3.

參考文獻

1.林學正、侯鳳舞 1987 國內各類設施栽培之現況介紹 設施園藝研討會專集 台灣省農業試驗所及中國園藝學會聯合編印 pp. 31～42。

2.陳鴻堂 1992 台灣中部設施土壤鹽分累積之特性及改良 國立中興大學 土壤學研究所碩士

論文。
3.蔡素惠、楊秋忠、黃山內 1989a 小白菜及芥藍不同部位氮素累積量及遮陰與烹調之影響 中華農學會報 148：34～41。
4.蔡素惠、楊秋忠、黃山內 1989b 不同氮肥及貯藏對青梗白菜無機氮含量之影響 中華農學會報 148：36～46。
5.郭孚耀、吳世偉 1989 蔬菜設施栽培連作問題及病蟲害管理 第二屆設施園藝研討會專集 pp. 172～191。
6.詹朝清 1991 腐植酸及有機質肥料對青蔥生長及連作之影響 花蓮區農業改良場研究彙報 7：133～146。
7.黃祥慶、蔡宜峰、賴文龍 1989 中部地區主要蔬菜栽培之土壤障害因子調查 台中區農業改良場研究彙報 24：63～70。
8.鈴木達彥 1977 土壤改良劑の種類とその投入效果(1). 農業および園藝. 52(9)：1141～1145。
9.中嶋靖之、田中寬 1986 野菜作におるクリーニング作物の種類と導入效果. 農業および園藝. 61(7)：869～874。
10.河西孝司 1986トマト栽培における湛水陽熱處理の效果. 農業技術研究. 40(11)： 20～23。