

宜蘭地區溫泉水灌溉薤菜肥培管理之研究¹

彭德昌²

摘要

為探討施用粉狀單質化學肥料或粒狀複合肥料等不同肥料種類，以及追肥有無分施對宜蘭地區溫泉水灌溉薤菜產量與品質之影響，自 88 年 1 月至 12 月在宜蘭縣礁溪鄉進行試驗。結果顯示每公頃在施用腐熟堆肥 10 ton 及化學肥料用量 N : P₂O₅ : K₂O=450 : 225 : 337.5 kg 之情況下，以施用粉狀單質化肥者比施用粒狀複肥者為佳，並以每次採收後隨即施用一次粉狀單質化肥 N : P₂O₅ : K₂O=25 : 12.5 : 18.75 kg/ha 至生育中期再施用一次液體複肥 N : P₂O₅ : K₂O=50 : 25 : 25 kg/ha 者之產量 25,048 kg/ha 為最佳，比每次採收後只施用一次粉狀單質化肥 N : P₂O₅ : K₂O=75 : 37.5 : 56.25 kg/ha 者增產 2.1%，連續採收 6 次之總產量達 150,288 kg/ha，溫泉薤菜之售價若以每公斤新台幣 30 元計算，在扣除肥料成本及施肥工資後，每公頃之粗收益可增加 64,000 元。6 個不同施肥處理在薤菜莖葉之硝酸態氮含量為 1.22~1.59 ppm 之間。

(關鍵字：薤菜、溫泉水灌溉、施肥方法)。

¹花蓮區農業改良場研究報告第 165 號，本試驗經費承蒙行政院農業委員會補助(計畫編號：88MCAC-糧-01(1)-9)，謹此誌謝。

²花蓮區農業改良場作物環境課助理研究員。

前言

薤菜(*Ipomea aquatica* Forsk.)原係熱帶蔬菜，植株耐熱及耐濕，生長迅速，適合水生、半水生或露地栽培，宜蘭縣礁溪地區利用礁溪溫泉之餘水為灌溉水源採淺水栽培之方式生產「溫泉薤菜」，因其具有莖葉粗大、青脆可口、炒後色澤不易褐變等特點，故遠近馳名，極受消費者之喜愛。溫泉薤菜自定植後約每隔 40 天採收一次，計可連續採收 6~8 次。若採水田栽培時，以保持田水飽和狀態為佳，水深以經常保持 5~10 cm 為宜，若以採割 6 次計算，每公頃之肥料用量為腐熟堆肥 20 ton 及三要素 N : P₂O₅ : K₂O=450 : 225 : 420 kg/ha，全量之堆肥與 45 % 之磷肥，以及 30 % 之氮、鉀肥當基肥，定植成活後各以 15%之氮、鉀肥當追肥，每次採割後各以 11 % 之氮、磷、鉀肥當追肥，共計 5 次(劉、李 1995)。

在作物施肥手冊(1996)中，對薤菜之施肥推薦量則建議，每公頃在施用堆肥 10 ton 之情況下，三要素之施用量為 N : P₂O₅ : K₂O=120~180 : 50~90 : 100~150 kg / ha，全量之堆肥與磷肥，以及 34 % 之氮、鉀肥當基肥，在播種後 10~12 天及 18~20 天分別以 33 % 之氮、鉀肥各施用一次當追肥。

由於溫泉薤菜在生育期間畦面經常保持湛水之狀態，致使施肥作業頗感不便，至生育中後期又因莖葉密佈田間，施肥更為不易，因此，菜農多在採收後隨即施用追肥一次，至下次

採收前均不再施肥，此種肥培方式可能無法供應生育後期足夠之養分而有改進之必要，特研擬本計畫以供推薦肥培管理之依據。

材料與方法

本試驗於民國 88 年 1 月至 12 月在宜蘭縣礁溪鄉德陽村進行，供試品種為白骨種薺菜，單質化學肥料為硫酸銨（ $N = 21\%$ ）、過磷酸鈣（ $P_2O_5 = 18\%$ ）及氯化鉀（ $K_2O = 60\%$ ），粒狀複肥為台肥 5 號複合肥料（ $N : P_2O_5 : K_2O = 16 : 8 : 12\%$ ）液體複肥為台肥 1 號即溶肥料（ $N : P_2O_5 : K_2O = 26 : 13 : 13\%$ ）之 500 倍稀釋液，堆肥為興農寶島 1 號有機質肥料（ $N : P_2O_5 : K_2O : OM = 1 : 1 : 1 : 63\%$ ）。

本試驗採逢機完全區集設計，共 6 處理，處理(1)為追肥只施用單質化肥一次，處理(2)為追肥只施用粒狀複肥一次，處理(3)為追肥共施用單質化肥二次，處理(4)為追肥共施用粒狀複肥二次，處理(5)為第一次追肥施用單質化肥，第二次追肥施用液體複肥，處理(6)為第一次追肥施用粒狀複肥，第二次追肥施用液體複肥，每處理各 4 重複，每小區種植 4 行，行長 4 m，行距 27 cm，株距 25 cm，小區面積 3.84 m²，小區與小區之間均留 1 空行，並以塑膠浪板插入土中予以區隔，避免不同處理間之相互影響。每公頃在施用腐熟堆肥 10 ton 及化學肥料用量 $N : P_2O_5 : K_2O$ 為 450 : 225 : 337.5 kg 之情況下，全量之堆肥及化肥 $N : P_2O_5 : K_2O = 25 : 12.5 : 18.75$ kg/ha 當基肥在整地前施下，於 88 年 2 月 10 日定植，成活後每公頃之化肥施用量 $N : P_2O_5 : K_2O$ 為 50 : 25 : 37.5 kg，達採收階段時約每隔 40 天採收一次，本試驗共採收 6 次，每次採收後之次日施用第一次追肥，每公頃之化肥施用量 $N : P_2O_5 : K_2O$ 為 75 : 37.5 : 56.25 kg，追肥若分為兩次之處理者，第一次追肥之用量每公頃為 $N : P_2O_5 : K_2O = 25 : 12.5 : 18.75$ kg，約於第一次追肥後 15 天施用第二次追肥，每公頃之用量為 $N : P_2O_5 : K_2O = 50 : 25 : 37.5$ kg，第二次追肥若施用液體複肥者，為配合台肥 1 號即溶肥料三要素之配方，每公頃之用量為 $N : P_2O_5 : K_2O = 50 : 25 : 25$ kg/ha。每次施肥前將田間水排除，施肥後次日田間灌溉水深保持 10 cm 左右，其他田間管理措施按農友之慣行法實施。

試驗處理前及試驗結束後分別採取土壤樣本進行理化性質分析，其分析方法係按作物需肥診斷技術（行政院農業委員會農業試驗所 2000）之內容實施之，每次採收時調查薺菜合格品（莖長度在 65 cm 以上者）之產量，並採取植體樣本進行營養成分與硝酸態氮含量之分析。硝酸態氮之分析方法，係取 0.2 g 乾燥植體，以 50 ml 1N HCl 振盪抽取二小時，取 5 ml 抽出液於三角瓶，加入 40 ml 0.7M 氨水、蒸餾水和 1 ml $MnSO_4$ 使其總體積為 50 ml，加入 100 mg 鋅粉，振盪 30 分鐘過濾；取 2 ml 濾液，加入 46 ml 蒸餾水 1 ml 重氮試劑（diazotizing reagent, 以 100 ml 2.4 N HCl 溶解 0.5 g sulfanilamide）和 1 ml 偶合試劑（coupling reagent, 以 100 ml 0.12 N HCl 溶解 0.3 g N-(1-naphthyl-ethylene) diamine）呈色 30 分鐘，標準溶液以 50 ppm KNO_3 配製，使終濃度為 0.04~0.16 ppm 作標準曲線，再以 540 nm 吸光值測定之（林、陳 1986）。

結果與討論

一、不同肥料種類及追肥方式對溫泉水灌溉薤菜產量之影響

在 6 個施肥處理中，溫泉水灌溉薤菜合格品（莖長度在 65 cm 以上者）之產量，每公頃在施用腐熟堆肥 10 ton 及化學肥料用量 N : P₂O₅ : K₂O=450 : 225 : 337.5 kg 之情況下，以施用粉狀單質化肥者比施用粒狀複肥者略佳，而在統計分析顯示二種處理沒有差異。並以每次採收後隨即施用一次粉狀單質化肥（硫酸銨、過磷酸鈣、氯化鉀三者拌勻，N : P₂O₅ : K₂O=25 : 12.5 : 18.75 kg/ha），至生育中期再施用一次液體複肥（台肥 1 號即溶肥料 500 倍液，N : P₂O₅ : K₂O=50 : 25 : 25 kg/ha）者之產量 25,048 kg/ha 為較佳，比每次採收後只施用一次粉狀單質化肥 N : P₂O₅ : K₂O=75 : 37.5 : 56.25 kg/ha 之對照區增產 2.1%，溫泉薤菜之售價若以每公斤新台幣 30 元計算，在扣除肥料成本及施肥工資後，每公頃之粗收益可增加 64,000 元，其餘 4 個處理之產量均不及對照區，惟 6 個處理之產量經統計分析結果並未達到顯著之差異（如表一），處理間無差異之原因，可能與地力肥沃及施用大量之堆肥有關。根據表二與表三之土壤分析資料得知，試驗前土壤中之有機質含量為中 高之等級，營養元素含量除表土之磷含量偏低外，其他如：鉀、鈣、鎂以及底土之磷含量均達正常範圍，試驗整地前，每公頃在施用 10 ton 之堆肥下，造成地力大幅提高，此可由試驗後土壤中之磷、鎂含量大幅增加，有機質、鉀、鈣之含量仍維持在中 高之等級得到印証，惟溫泉薤菜施用粉狀單質化肥之產量比施用粒狀複肥者略佳之原因，可能係單位面積在三要素用量相同之情況下，以硫酸銨、過磷酸鈣、氯化鉀三種單質化肥混合後之體積較台肥 5 號複肥者為大，施用時分布較為均勻，且其顆粒較細，溶解較快，肥效較佳。每次採收後只施用一次追肥、至下次採收前均不再施肥之處理，因所施之肥料有被淋洗、流失或揮散之情形，至生育中後期可能無法供應足夠之養分予薤菜吸收，故追肥之方式以採分為二次之處理比只施一次者為佳。而第二次追肥又以施用台肥 1 號即溶肥料 500 倍稀釋液處理者之產量略高，其原因係台肥 1 號即溶肥料為含三要素（N : P₂O₅ : K₂O=26 : 13 : 13%）之水溶性粉末，加入水中立即溶解，肥效迅速，在溫泉薤菜生育中期以 500 倍稀釋液採葉面澆灌之方式，除可由薤菜根部吸收外，此時因薤菜莖葉已相當茂盛，即溶肥料稀釋液中所含之養分尚可由地上部之莖葉吸收，而粉狀單質化肥或粒狀複肥之處理則常因茂盛之莖葉造成施用不便，不但影響肥料撒布之均勻性，有時尚會附著於葉面上而另須人工處理，且其肥效較為緩慢，致其產量比即溶肥料稀釋液之處理為低。綜合本研究之不同施肥處理方式之結果，顯示不同施肥種類及方式對溫泉薤菜生長之結果差異不顯著。

表一、不同肥料種類及追肥方式對溫泉水灌溉薤菜產量之影響與經濟效益之比較

Table 1. Profits differences between different chemical fertilizers applied to water convolvulus

Applied chemical fertilizers after harvesting		Yield*	Product value**	Cost (NT\$/ha/harvest)**	Gross profits	
1 st	2 nd	(kg/ha /harvest)	(NT\$/ha/harvest)	Chemical fertilizers	Fertilizing labor	(NT\$/ha/harvest)

1.Mixed single fertilizers (ck)	——	24,540 ^a (100%)	736,200	3,296	1,000	731,904
2.Granular compound fertilizer	——	23,341 ^a (95.1%)	700,230	3,398	1,000	695,832
3.Mixed single fertilizers	Mixed single fertilizers	23,987 ^a (97.8%)	719,610	3,296	2,000	714,314
4.Granular compound fertilizer	Granular compound fertilizer	24,200 ^a (98.6%)	726,000	3,398	2,000	720,602
5.Mixed single fertilizers	Liquid compound fertilizer	25,048 ^a (102.1%)	751,440	6,868	2,000	742,572
6.Granular compound fertilizer	Liquid compound fertilizer	23,993 ^a (97.8%)	719,790	6,902	2,000	710,888

*Means followed by same letter are not significantly different at 5% level.

**Product value and cost for one hectare per crop calculated by the price and amount listed below:

Water convolvulus : 30.00 NT\$/kg.

Ammonium sulphate : 5.35 NT \$/kg×357.1 kg/ha(119.03 kg/ha for treatment 5).

Calcium superphosphate : 4.15 NT \$/kg×208.3 kg/ha(69.43 kg/ha for treatment 5).

Potassium chloride : 5.55 NT \$/kg×93.75 kg/ha(31.25 kg/ha for treatment 5).

Granular compound fertilizer T.F.C. No. 5 : 7.25 NT \$/kg×468.75 kg/ha(156.25 kg/ha for treatment 6).

Liquid compound fertilizer T.F.C. No. 1 : 30.00 NT \$/kg×192.3 kg/ha.

Fertilizing labor : 1,000 NT \$/ha/day.

二、不同肥料種類及追肥方式對土壤理化性質之影響

在本試驗處理之前，於 88 年 1 月間採取土壤樣本分析結果（如表二）顯示，土壤質地為粘質壤土（CL），表土及底土之 PH 值分別為 5.3 及 5.2，屬強酸性之土壤，表土及底土之有機質（OM）含量分別為 4.1%及 2.7%，屬於高及中之等級；在營養元素含量方面，除表土之磷含量（4 ppm）偏低外，其餘均達正常含量。試驗結束後採取土壤樣本分析結果（如表三）顯示，土壤之 PH 值均上升至微酸性(PH 6.1~6.5)，一般而言，酸性土壤浸水或栽培水稻後，土壤 PH 值會提高，本試驗蔬菜採淺水栽培之方式亦有相同之結果，可能與土壤呈還原之狀態有關（蘇 1991，廖 1991）；表土之有機質含量稍下降，底土者略上升；土壤中磷、鎂之含量呈較大幅之增加，鉀之含量小幅減少，鈣之變化則不大，惟試驗處理後各項土壤理化性質之變化，不同處理間並無明顯之差異。

表二、試驗前土壤理化性分析

Table 2. Physical and chemical properties of the soil before experiment

Depth (cm)	Texture	pH (1 : 1)	OM (%)	P	K	Ca	Mg
------(ppm)-----							
0~15	CL	5.3	4.1	4	71	1,548	103
15~30	CL	5.2	2.7	20	46	1,005	56

表三、試驗結束後土壤理化性分析

Table 3. Physical and chemical properties of the soil after experiment

Applied chemical fertilizers after harvesting		Depth	pH	OM	P	K	Ca	Mg
1 st	2 nd	(cm)	(1 : 1)	(%)	------(ppm)-----			
.Mixed single fertilizers	_____	0~15	6.5	3.2	150	46	1,845	234
		15~30	6.6	3.3	100	31	1,668	206
.Granular compound fertilizer	_____	0~15	6.2	3.5	150	45	1,281	161
		15~30	6.1	3.1	175	34	1,172	133
.Mixed single fertilizers	Mixed single fertilizers	0~15	6.5	2.8	125	43	1,520	190
		15~30	6.6	2.9	125	30	1,643	207
Granular compound fertilizer	Granular compound fertilizer	0~15	6.2	3.3	125	59	1,194	142
		15~30	6.3	2.9	100	33	1,030	117
.Mixed single fertilizers	Liquid compound fertilizer	0~15	6.3	3.3	160	53	1,215	152
		15~30	6.3	3.2	125	32	1,191	133
.Granular compound fertilizer	Liquid compound fertilizer	0~15	6.2	3.2	125	56	1,236	161
		15~30	6.3	3.2	150	37	1,469	167

三、不同肥料種類及追肥方式對溫泉水灌溉蕹菜莖葉營養成分與硝酸態氮含量之影響

於 88 年 8 月 11 日 (晴朗天氣) 上午採取合格品植株之莖、葉 (吳與王 1995) 分別進行營養成分與硝酸態氮含量之分析結果 (如表四) 顯示, 在 6 個施肥處理中, 以每次採收後隨即施用一次粉狀單質化肥、至生育中期再施用一次液體複肥者, 蕹菜莖部之氮、磷、鉀含量最高, 鈣、鎂之含量則以每次採收後隨即施用一次粒狀複肥、至生育中期再施一次液體複肥者為最高; 蕹菜葉部氮之含量, 以每次採收後只施用一次粒狀複肥者為最高, 磷、鈣、鎂之含量以每次採收後隨即施用一次粉狀單質化肥、至生育中期再施一次粉狀單質化肥者為最高, 鉀之含量則以每次採收後隨即施用一次粉狀單質化肥、至生育中期再施用一次液體複肥者為最高; 作物植體中之硝酸態氮(NO₃)含量之高低, 常受到先進國家之重視, 主要係因硝酸態氮被視為有害人體健康之物質 (Wright and Davison, 1964; Maynark et al., 1970; 蔡等 1989), 植體中硝酸態氮含量偏高之原因, 可能是植物吸收太多之硝酸態氮或是所吸收之硝

酸態氮來不及被同化為其他之含氮化合物，而施肥亦是影響植體中硝酸態氮含量之重要因素之一，因此本試驗亦採取不同施肥處理之薤菜樣品進行硝酸態氮含量之分析，結果顯示薤菜不論莖部或葉部之硝酸態氮含量，均以每次採收後隨即施用一次粉狀單質化肥、至生育中期再施一次粉狀單質化肥者較高，分別為 1.59 ppm 及 1.42 ppm，而每次採收後只施一次粉狀單質化肥者，以及每次採收後隨即施用一次粒狀複肥、至生育中期再施一次粒狀複肥者兩個處理薤菜葉部之硝酸態氮含量亦均為 1.42 ppm，惟其莖部之硝酸態氮含量則較低，分別為 1.22 ppm 及 1.32 ppm。以上各項分析數據均遠低於現行本省自來水質標準所訂之硝酸態氮最大容許量 10.0 ppm（目前我國尚未針對蔬菜訂定硝酸態氮之容許範圍）。

表四、不同肥料種類及追肥方式對溫泉水灌溉薤菜營養成分與硝酸態氮含量之影響

Table 4. Nutrient and nitrate nitrogen content by different chemical fertilizers applied to water convolvulus

Applied chemical fertilizers after harvesting		N		P		K		Ca	
1 st	2 nd	Stem	Leaf	Stem	Leaf	Stem	Leaf	Stem	Leaf
1.Mixed single fertilizers	—	3.51	4.33	0.43	0.53	3.84	2.28	0.77	0.67
2.Granular compound fertilizer	—	3.72	5.84	0.59	0.54	4.27	2.83	0.79	0.62
3.Mixed single fertilizers	Mixed single fertilizers	4.26	4.17	0.62	0.59	5.05	2.90	0.89	0.79
4.Granular compound fertilizer	Granular compound fertilizer	3.68	5.66	0.56	0.47	5.05	1.98	0.71	0.65
5.Mixed single fertilizers	Liquid compound fertilizer	4.33	4.98	0.74	0.53	6.03	3.22	0.89	0.76
6.Granular compound fertilizer	Liquid compound fertilizer	3.99	5.01	0.56	0.55	5.35	2.99	1.04	0.78

表四、不同肥料種類及追肥方式對溫泉水灌溉薤菜營養成分與硝酸態氮含量之影響

Table 4. Nutrient and nitrate nitrogen content by different chemical fertilizers applied to water convolvulus

Applied chemical fertilizers after harvesting		Nitrate nitrogen (ppm, dry wt.)	
1 st	2 nd	Stem	Leaf

1.Mixed single fertilizers	—	1.22	1.42
2.Granular compound fertilizer	—	1.34	1.32
3.Mixed single fertilizers	Mixed single fertilizers	1.59	1.42
4.Granular compound fertilizer	Granular compound fertilizer	1.32	1.42
5.Mixed single fertilizers	Liquid compound fertilizer	1.57	1.24
6.Granular compound fertilizer	Liquid compound fertilizer	1.30	1.26

結論與建議

根據本試驗之結果顯示，宜蘭地區溫泉水灌溉蔬菜之肥料種類及施肥方式，每公頃在施用腐熟堆肥 10 ton 及化學肥料用量 N : P₂O₅ : K₂O=450 : 225 : 337.5 kg 之情況下，採用粉狀單質化肥及粒狀複肥之施肥結果差異不顯著，但以每次採收後隨即施用一次粉狀單質化肥 N : P₂O₅ : K₂O=25 : 12.5 : 18.75 kg/ha、至生育中期再施用一次液體複肥 N : P₂O₅ : K₂O=50 : 25 : 25 kg/ha 者之產量 25,048 kg/ha 略高，經濟效益較佳，且其莖葉之硝酸態氮含量均甚低，分別為 1.57 及 1.24 ppm，可供農友栽培時之參考。

誌謝

本試驗報告承蒙國立中興大學土壤環境科學系楊秋忠教授審查及斧正，特致謝忱。

參考文獻

- 1.行政院農業委員會農業試驗所 2000 (再版) 作物需肥診斷技術 pp. 9~29。
- 2.行政院農業委員會、台灣省政府農林廳 1996 蔬菜 作物施肥手冊 pp. 124~125。
- 3.吳正宗、王銀波 1995 一些影響小白菜(*Brassica chinensis* L.)硝酸態氮含量的環境因子 中國農業化學會誌 33 : 125~133。
- 4.林學正、陳淑玲 1986 鋅粉對硝酸還原的影響 國立台灣大學農業化學系學士論文。
- 5.廖乾華 1991 不同輪作制度下長期施用綠肥和植物殘株對作物產量及土壤性質的影響 輪作制度對土壤肥力及作物之影響研討會論文專輯 pp. 44~65。
- 6.劉政道、李碩朋 1995 蔬菜 台灣農家要覽 農作篇(二) pp. 339~344。
- 7.蔡素蕙、楊秋忠、黃山內 1989 小白菜及芥藍菜不同部位氮素累積量及遮陰與烹調之影響 中華農學會報 146 : 34~41。
- 8.蔡素蕙、楊秋忠、黃山內 1989 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。
- 9.蘇楠榮、王錦堂、吳懷國 1991 台灣多作制度下土壤肥力之變化 輪作制度對土壤肥力及作物之影響研討會論文專輯 pp. 1~27。
- 10.Maynard, D. N., A. V. Barker, P. L. Minotti and N. H. Peck. 1970. Nitrate accumulation in vegetables. Adv. Agron., 28:71~118.

11. Wright, M. J. and K. L. Davison. 1964. Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. *Adv. Agron.*, 16:197~247.