液體肥料對菠菜產量及品質之影響研究[1]

黃祥慶　王錦堂　陳鴻堂[2]

摘　要

爲瞭解酸性土壤施用液體肥料(N-P_2O_5-K_2O 12-6-6)對菠菜生育、產量及品質之影響，於75年冬作在臺中市南屯區辦理田間試驗。結果顯示在相同堆肥及石灰粉之肥培管理下，菠菜每公頃施用12-6-6液體肥料1,300公斤稀釋50倍液灌施區較單質肥料區每公頃增產5,750公斤，增產率達25.8%，並可提高炒食青脆風味及增加經濟收益。

前　言

菠菜(*Spinacia oleracea*, L)別名赤根菜、波斯菜、兩花菜、鸚鵡菜或飛龍菜。屬藜科，爲雌雄異花作物，其營養價值高，富含鈉、鉀、鈣、糖分及維他命A、B，生育期短，容易栽培，是本省主要秋冬季栽培綠色葉菜類之一。12-6-6液體肥料頗適合各種葉菜類之施用，其係臺灣肥料公司產品，以聚磷酸製成0-6-6澄清之聚磷酸鉀液肥，再配尿素製造成而，具有良好之物理性，適合於本省全年貯存及施用(5)，是一種中性之完全肥料，pH 6.5~7.2，淺茶色之澄清透明液體，擴散性好，施於葉面或土壤，吸收快，流失少，施肥效率高(1)，可在作物生長期間做追肥，並可與農藥混合使用。據水稻肥料效果試驗顯示單質固體肥料施用在土壤表面易於流失或揮失，其吸收利用者約爲30%，而施在土層中可被吸收利用者可達60~70%，利用紙包或土包肥料或機械深施肥料者，效果亦頗佳(11,12,13,16)，然而此種施肥法，僅能在作物種植前或生長初期施用，生育中期以後則不易應用。液體肥料則有很多之優點(5)，諸如貯存與運輸簡便、性質良好、肥效迅速、在任何時期施用均相當方便，並易於施入土壤中，效果均佳(3)，已漸爲農民所歡迎接受之肥料，尤其本省果樹及蔬菜具有施用之潛力，唯液體肥料之施用量及施用方法亟待進一步研究，以達實際應用之目的。本試驗目的欲探討12-6-6液體肥料利用表土澆灌對菠菜生育、產量及品質之效果，俾供農民推廣應用。

材料與方法

本試驗在臺中市南屯區溝墘里之酸性土壤進行，該土壤經本場速測室分析及調查結果(表一)，土壤屬砂頁岩排石灰性新沖積土，草湳里系(TTn)，質地爲壤土，呈酸性反應，排水不完全，有機質中量，有效性磷、鎂高量，鉀鈣中量，銅鐵含量較高，錳鋅及電導度均屬低含量。本試驗於民國75年冬季栽培，供試菠菜品種爲美力斯(アグリ交配)，採用逢機完全區集設計，四處理、四重複，計16小區，小區面積1.2 m×5.0 m=6 m^2，每小區五行，行株距20 cm×5 cm，點播方式，每穴種子2~3粒，於發芽後每行間拔留98株，每小區共490株。於75年12月9日播種，12月13日發芽，76年1月21日收穫，生育日數爲44天，在種植前二週田間全面撒施石

[1] 臺中區農業改良場研究報告 0127 號。

[2] 臺中區農業改良場助理研究員、助理研究員、助理。

灰石粉1,000 kg/ha，而後整地作畦栽培，其他一般管理均按照本場推薦栽培法實施(2)，肥料之施用方法除液體肥料全部以稀釋50倍液澆灌行株間表土外，餘固體肥料均施於行株間後覆土，並在試驗前後，採取土壤及植物體分析(6,7)土壤肥力與營養狀況，作爲試驗結果之參考。肥料用量每公頃N-P_2O_5-K_2O爲156-78-90公斤，堆肥15公噸，單質肥料採用尿素、過磷酸鈣、氯化鉀，複合肥料採用16-8-12配方，液體肥料採用12-6-6配方，其試驗處理如下：

1. 單質肥料配合使用區：氮鉀肥各¼，堆肥及磷肥全量當基肥，餘¾氮鉀肥分三次於發芽後10、20、30天施用。
2. 基肥單質肥料、追肥液體肥料區：單質肥料N 48-P_2O_5 24-K_2O 36 kg/ha 與堆肥全量當基肥，12-6-6液體肥料900 kg/ha分三次追肥表土澆灌。
3. 基肥複合肥料、追肥液體肥料區：採用16-8-12配方複合肥料300 kg/ha及堆肥全量當基肥，追肥同處理2。
4. 液體肥料區：堆肥全量當基肥，再以12-6-6配方液體肥料1,300 kg/ha ¼當基肥，餘¾分三次追肥表土澆灌。

結　果

菠菜採收時土壤肥力分析結果(表一)，土壤pH因施用石灰石粉而提高0.3單位，有機質及有效性磷、鉀、鈣、鎂、銅、鐵含量均有增加之趨勢，鹽分(EC)及有效性鋅含量變化不大，但有效性錳則降低，顯出此種施肥方式仍可維持地力。而植物體分析結果(表二)，因施用單質肥料區之氮、錳含量較其他處理偏低，但植株生長均屬正常，並無缺乏或過剩之現象，而施用12-6-6液體肥料全量或追肥時，可使菠菜吸收較充足之氮與錳，促進菠菜生育。

表一　試驗田土壤肥力分析

Table 1. Analysis of soil fertility of trial field[1]

Sampling time	Soil layer	Treatment	pH	OM (%)	Available elements (ppm)								EC mmhos/cm
					P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	
Preplanting	Surface soil	–	5.6	2.4	6.5	5.0	161	26	4.5	719	17.5	5.2	0.28
	Sub soil	–	5.8	2.3	6.3	5.0	175	28	2.8	750	16.0	4.8	0.20
After harvesting	Surface soil	1. Single fert. used	5.9	2.6	7.1	7.6	199	31	4.7	811	14.8	5.0	0.84
		2. Single and liquid fert. used	5.9	2.6	7.0	7.5	188	30	4.8	819	15.0	5.1	0.79
		3. Compound and liquid fert. used	5.9	2.6	7.1	8.0	192	29	4.7	812	16.4	5.3	0.74
		4. Liquid fert. used	5.9	2.6	7.1	7.7	186	30	4.7	800	14.4	5.2	0.75

[1] Soil texture: Loam.

表二　採收期植物體分析

Table 2. Analysis of plant tissue after harvesting (dry wt. basis)

Treatment	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	%					%			
1. Single fert. used	5.09	0.64	3.95	0.95	1.41	147	102	7.8	80
2. Single and liquid fert. used	5.84	0.64	3.89	0.93	1.46	149	128	7.9	82
3. Compound and liquid fert. used	5.96	0.63	3.94	0.96	1.45	146	122	7.6	79
4. Liquid fert. used	5.97	0.60	3.94	0.92	1.42	146	123	8.3	81

菠菜產量調查結果(表三)，以12-6-6液體肥料區產量最高，平均高達28,000 kg/ha，較單質肥料區(對照)每公頃增加5,750 kg，增產率達25.8%，基肥複肥、追肥液肥區較對照區增產20.6%，基肥單質、追肥液肥區則增產11.4%，單質肥料區產量最低，每公頃產量僅達22,250 kg。產量經Duncan's顯著性測驗結果，液體肥料區對單質肥料區及基肥單質肥料、追肥液肥區均達極顯著差異，顯示施用液體肥料對菠菜有增產效果(圖一)。

表三　菠菜產量

Table 3. Yield of spinach (fresh wt.)

Treatment	Yield of spinach (kg/ha)	Index (%)
1. Single fert. used	22,250 c[1]	100.0
2. Single and liquid fert. used	24,783^{bc}	111.4
3. Compound and liquid fert. used	26,833^{ab}	120.6
4. Liuqid fert. used	28,000^{a}	125.8

[1] Significantly different at 1% level by Duncan's multiple range test.

菠菜園藝性狀及品質調查結果(表四)，株高以12-6-6液體肥料區最高，平均株高33.0 cm，較單質肥料區增高4.4 cm，但較基肥單質肥料、追肥液肥區及基肥複合肥料、追肥液肥區僅增高1~2 cm，單質肥料區(對照)株高最低，顯示施用液體肥料可增進菠菜生長(圖二)，而株高與產量也成正相關(圖三)。其他株重、每株葉數、最大葉寬等性狀均以液體肥料區爲優，葉色亦較濃綠鮮明，菠菜經炒食後風味較單質肥料區味道好而青脆，可提高菠菜之品質。

表四　菠菜園藝性狀及品質

Table 4. Agronomic characteristics and quality of spinach

Treatment	Plant height (cm)	Fresh weight (g)	No. of leaves per plant	Max. leaf width (cm)	Leaf color	Flavor
1. Single fert. used	28.6±2.55	26.7±2.13	9.7±0.35	12.5±0.94	Light green	Good
2. Single and liquid fert. used	31.0±2.61	29.7±2.15	10.1±0.38	13.1±0.96	Dark green	Fair
3. Compound and liquid fert. used	32.0±2.63	32.2±2.20	10.4±0.37	13.4±0.89	Dark green	Fair
4. Liuqid fert. used	33.0±2.53	33.6±2.11	10.6±0.32	13.5±0.86	Dark green	Fair



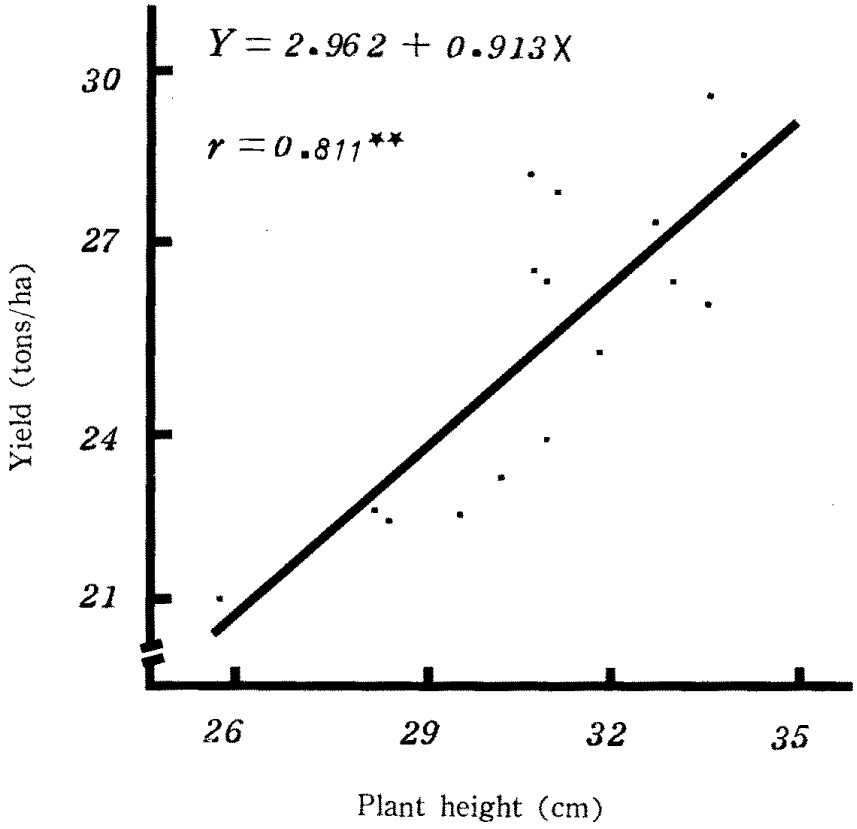
圖一　菠菜施用12–6–6液體肥料與單質肥料之比較

Fig. 1. Comparison on the effects of 12-6-6 liquid fertilizer used on spinach and conventional single fertilizer.
Right: Single fertilizer used.　　Left: Liquid fertilizer used.



圖二　不同處理間對菠菜生育之比較

Fig. 2. Comparison of spinach plants between various treatment.
From right to left are: (1)Single fertilizer (2) Combination of single and liquid fertilizer (3) Combination of compound and liquid fertilizer (4) Liuqid fertilizer.



圖三　菠菜株高與產量之關係

Fig. 3. The correlation between yield and plant height of spinach.

菠菜產量經濟粗收益分析比較結果(表五)，以施用12-6-6液體肥料區最高，每公頃較對照區(單質肥料區)增收44,839元，基肥複肥、液肥追肥區增收36,341元，基肥單質、液肥追肥區增收16,472元，顯示施用液體肥料可增加經濟粗收益，使農民收入增加。

表五　菠菜產量經濟收益比較

Table 5. Comparison of gross earning in various treatments[1]

Fertilizer treatment N-P_2O_5-K_2O (156-78-90 kg/ha)	Yield (kg/ha)	Value I NT$	Fertilizer cost II NT$	Gross earning I-II NT$	Comparison of gross earning NT$
1. Single fert. used	22,250	222,500	55,279	167,221	0
2. Single and liquid fert. used	24,783	247,830	64,137	183,693	+16,472
3. Compound and liquid fert. used	26,833	268,330	64,768	203,562	+36,341
4. Liuqid fert. used	28,000	280,000	67,940	212,060	+44,839

[1] Calculation basis (in NT$/kg): spinach 10, compost 5, urea 7.8 supuphosphate 3.7, potassium chloride 6.8, liquid fertilizer (12-6-6) 13.8 compound fertilizer (16-8-12) 7.8.

討　論

菠菜適宜表土深厚，有機質肥沃之壤土至粘質壤土種植，在鹼性土壤易於栽培，產量頗高[10]，但菠菜對土壤抗酸能力很弱[9]，因在酸性土壤則不易吸收土壤中養分而導致生長不良，一般菠菜最適宜pH爲6~7，故在酸性土壤施用石灰效果頗大[15]。本試驗在播種前施用石灰以提高土壤pH，以增進菠菜吸收養分而生長，加以液體肥料在酸性土壤施用較易被菠菜吸收利用而達到產量高，品質佳之目的。

從菠菜株高、株重，每株葉數及最大葉寬(表四)觀察得知，均以施用液體肥料區(12-6-6)最佳，其原因係葉菜類受光合作用之影響最大，葉部養分影響光合能力，液體肥料灌施可迅速供給菠菜葉部養分之生長，促進光合作用機能旺盛，使菠菜生長量增加而產量隨之增加[8]。但液體肥料之施用須先行稀釋後適量施用，不可過濃或過於頻繁施用，以免引起肥傷[5]，菠菜氮肥過多易引起生育繁茂異常而產生一種泥臭味[9]，或施肥法不當常在菠菜葉緣產生銹斑，形成「框緣」，外觀不雅，致使價格低廉。本試驗中以12-6-6液體肥料稀釋50倍液每隔10天澆於行株間表土，並無肥傷現象，使菠菜生育正常，產量及品質頗佳，此種施肥方法可應用於半自動機具或自動噴灌設備進行灌施，以節省人力，所以液體肥料是值得推廣應用的肥料。

氮肥對葉菜類效果顯著[4]，增施氮肥可提高蔬菜產量及蛋白質含量[5]，往往氮素養分之缺乏對光合作用之影響，顯然比磷鉀缺乏來得嚴重[14]，故蔬菜對氮肥需要較多，氮素效應較大，因此在液體肥料配製上應以氮爲主，磷鉀爲輔，以符合迅速供給蔬菜吸收養分之需求。施用12-6-6液體肥料確可迅速供給菠菜生長所需氮磷鉀養分，增加其產量及品質，提高經濟收益，但因其目前價格較單質肥料爲高，一般農民較難接受，如能降低其價格，則農民之受益更多，推廣應用更具意義。

誌　謝

本文承蒙國立中興大學王銀波教授及農委會黃山內博士斧正，謹此致謝。

參考文獻

1. 液體肥料施用法簡介　1985　臺灣肥料公司編印　p.1-30。
2. 蔬菜栽培手冊　1972　臺灣省臺中區農業改良場編印　p.1-25。
3. 王世中　1956　液體氮肥　臺灣糖業試驗所技術專刊　No.1。
4. 林慶喜　1974　葉菜類葉面施肥試驗　省農林廳土壤肥料試驗報告　p.102-107。
5. 林茂椿、鄭國安、楊應秀　1979　葉面噴施用液體肥料之製造與肥效研究　臺灣肥料公司研究發展專題。
6. 張愛華　1981　本省現行土壤測定方法　省農試所特刊　13:9-26。
7. 張淑賢　1981　本省現行植物體分析法　省農試所特刊　13:53-59。
8. 劉政道　1977　氮肥施用量對五種熱帶葉菜類之生育與蛋白質含量之相關研究　中國園藝23(3):114-128。
9. 諶克終　1982　蔬菜園藝學　國立編譯館出版。
10. 謝慶芳　1986　菠菜液體複合肥料試驗　省農林廳土壤肥料試驗油印報告　p.329-336。
11. Hsieh, C. F. and S. N. Hung. 1977. Improving the efficiency of nitrogen fertilizer in the flooded rice soil. Bulletin of Taichung District Agri. Impro. Station. 1:55-68.
12. Jewitt, T. N. 1942. Loss of ammonia from ammonium sulfate applied to alkaline soils. Soil Sci. 54:401.

13. Larsen, S., and D. Gunary 1963. Ammonia loss from ammoniacal fertilizers applied to calcareous soils. Soils Fertilizers. 26:128.
14. Natr, L. 1975. Influence of mineral nutrition on photosynthesis and the use of assimilates. P. 537-555. In J. P. Cooper (ed) Photosynthesis and productivity in different environments. Cambridge Univ. Press, London.
15. Su, N. R. 1972. The fertility status of Taiwan soils. ASPAC/FFTC Technical Bulletin No. 8:16-95.
16. Wahhab, A., M. S. Rand hawa, and S. W. Alam 1957. Loss of ammonia from ammonium sulfate under different conditions when applied to soils. Soil Sci. 84:249.

The Effect of Liquid Fertilizer on the Yield and Quality of Spinach[1]

H. C. Huang, C. T. Wang and H. T. Chen[2]

ABSTRACT

A field trial on the effect of liquid fertilizer (N-P_2O_5-K_2O 12-6-6) and quality of spinach was carried out a Nantwen, Taichung City in winter, 1986. Under compost 10 ton/ha and lime 10 ton/ha conditions, the application of liquid fertilizer (N-P_2O_5-K_2O 12-6-6) 1,300kg/ha increased spinach yield upto 5,750 kg/ha or 25.8% as it compared with conventional single fertilizer mixture. The use of this liquid fertilizer also increased cooking flavor and grower earing.

[1] Contribution No. 0127 from Taichung DAIS.

[2] Assistant soil scientist, assistant soil scientist and assistant of Taichung DAIS, respectively.