

# 西螺地區塑膠防雨簡易設施蔬菜栽培氮磷肥減量之研究<sup>1</sup>

林晉卿、黃山內<sup>2</sup>

## 摘要

林晉卿、黃山內· 2001· 西螺地區塑膠防雨簡易設施蔬菜栽培氮磷肥減量之研究。台南區農業改良場研究彙報 38：54~68。

本省因年雨量分佈不均，熱帶氣旋又常帶來豪雨，在經濟利益的考量下，塑膠設施蔬菜田為之興起。然以塑膠布覆蓋之設施溫室栽培蔬菜，因連年施肥又缺乏雨水淋洗，往往由於養分長期蓄積，造成蔬菜生育阻礙，形成經濟上的浪費及環境的惡化。本場於 86 年在西螺地區選取一處表土含高鹽分 ( $EC > 3 \text{ dS m}^{-1}$ )、高硝酸態氮 ( $> 40 \text{ mg kg}^{-1}$ )、高有效性磷酐 ( $> 1000 \text{ mg kg}^{-1}$ ) 之十年塑膠防雨簡易設施蔬菜田，進行氮、磷肥減量施用對短期葉菜類生產之產量及土壤品質的影響研究。由連續 3 年施肥試驗調查結果發現，每作施用台肥 2 號有機質肥料  $600 \text{ kg ha}^{-1}$ ，且每年施用豆粕  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  兩次，但全不施用氮、磷化學肥料的情況下，試驗統計分析結果顯示，並不會造成蔬菜及莧菜的減產。而且建議於塑膠防雨溫室生產短期葉菜類，土壤中若含有高濃度磷酐，在每作施用有機肥的情況，應該可以不再施用磷肥。

**關鍵詞：**設施栽培、連作障礙、土壤肥力、硝酸態氮。

接受日期：2001 年 10 月 2 日。

## 前言

台灣地區因年雨量分佈不均，熱帶氣旋又常帶來豪雨，在經濟利益的考量下，塑膠設施蔬菜田為之興起，目前雲嘉南地區塑膠設施栽培短期葉菜類蔬菜以西螺、溪口、新港等鄉鎮為主，而現今仍可維持正常運作之連作田，又以西螺地區設置最久。以塑膠布覆蓋設施栽培蔬菜，因連年施肥又缺乏雨水淋洗，往往由於養分長期蓄積，造成土壤養分組成不均衡，進而造成蔬菜生育阻礙<sup>(5)</sup>，結果不是原地廢耕就是重新客土或洗鹽，形成經濟上的浪費及農業生產環境的惡化。持續過量施肥的害處，一時不易查覺，而溫室又較露地之土壤容易引起氮、磷及鹽基之蓄積，造成蔬菜生育阻礙<sup>(9)</sup>。施用高量氮、磷肥，對作物生育、產量及營養要素的影響，過去已有很多報導<sup>(12-17, 20)</sup>。如磷的缺乏會造成大豆莢數及種子減少而影響產量<sup>(13)</sup>。Csizinszky 以 winged bean 進行三要素施用量實驗，發現增加氮的施用量，造成芽中氮的濃度增加，磷、鉀、鎂、銅、鐵、錳、鉬、鋅濃度降低；增加磷肥的施用量，造成芽的磷、鉀、錳、鋅濃度增加<sup>(14)</sup>。在化學氮肥大量施用下，蔬菜中之硝酸根與亞硝酸根含量可能累積到足以傷害到人體健康之程度<sup>(19)</sup>。因此設施內施用氮、磷肥料量過高，是否會造成土壤中氮、磷大量蓄積，及造成作物可食部份之硝酸根含量過高，也是值得探討的課題。目前設施蔬菜栽培工作並無一

1. 行政院農業委員會台南區農業改良場研究報告第 266 號。

2. 台南區農業改良場助理研究員、前場長。台南市 701 林森路一段 350 號。

套施肥標準可供參考，農民的施肥方法多比照一般露地栽培。由於多年塑膠防雨設施蔬菜田的連作障礙陸續發生，近年來西螺地區的農民以增加有機肥的施用來因應。詹等亦曾提出使用有機質肥料可改善青蔥的連作障礙<sup>(4)</sup>。雖然市售有機肥以禽畜糞堆肥居多，然並無證據顯示施用此類有機肥料會使蔬果植體中可食部份的硝酸態氮含量較施用化學肥料者高<sup>(7)</sup>。此外，湛水處理雖對降低土壤中鹽類(EC)及硝酸態氮濃度有顯著效果<sup>(10)</sup>，然湛水處理常導致積水不退。深層埋管排水雖然有效，但耗資過大。而諸如此等的洗鹽過程多少會對水質造成污染。因此本實驗針對目前農民慣用的施肥法設計，在多年設施田進行減量施肥試驗，以探究其對蔬菜產量、品質及土壤肥力影響，作為日後推廣設施栽培減量施肥的依據。

## 材料與方法

一、試驗地點：西螺地區一處設置十年以上塑膠防雨溫室(試驗前土壤性質見表1)。

二、供試作物：莧菜、蕹菜輪作(耕作次序見表2)。

三、試驗設計：由於上年度在塑膠防雨溫室蔬菜園進行施肥調查，發現目前西螺地區農民普遍施肥量為每作有機質肥料 1-4 ton ha<sup>-1</sup>及氮、磷肥分別為70-180、70-180 kg ha<sup>-1</sup>外，冬季加施豆粕。因此本試驗設計施肥量於每作施用台肥2號有機質肥料(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O = 4-4-4%) 600 kg ha<sup>-1</sup>，冬季再取兩作加施豆粕(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O = 6.5-1.6-2.5%) 300 kg ha<sup>-1</sup>外，將農民慣用三要素(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O = 112-70-112 kg ha<sup>-1</sup>)之氮及磷肥施用量當作1，鉀肥全量施用。設七處理分別為：

A、氮肥1，磷肥1(N1P1)                      B、氮肥2/3，磷肥1(N2/3P1)

C、氮肥1/3，磷肥1(N1/3P1)                D、氮肥1，磷肥0(N1P0)

E、氮肥2/3，磷肥0(N2/3P0)                F、氮肥1/3，磷肥0(N1/3P0)

G、氮肥0，磷肥0(N0P0)

採逢機完全區集設計，每處理四重複、小區面積 10 m<sup>2</sup>。

四、實施步驟：在同一設施行短期葉菜類週年生產，每一作基肥施用有機肥料全量及化學肥料氮(尿素) 50%、鉀肥(氯化鉀) 100%、磷肥(過磷酸鈣) 100%，剩餘 50%氮(尿素)，於本葉展出期施用。於每兩作調查蔬菜株高及產量，並分析植體之銨態氮、硝酸態氮、全氮、磷、鉀、鈣、鎂及鐵、錳、銅、鋅。於每兩作採 0-20 cm 表土，分析 pH、EC(飽和抽出液)、有機質、總氮、銨態氮(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N)、硝酸態氮(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N)、總磷、有效性磷酐(Bray No.1)、交換性鉀、鈣、鎂(Mehlich's method)及表土飽和抽出液之 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>，並於每半年採不同深度之土樣(A) 0~20 cm (B) 21~40 cm (C) 41~60 cm (D) 61~90 cm (E) 91~120 cm (F) 121~150 cm，分析 pH、EC(1:5)<sup>(8)</sup>、銨態氮、硝酸態氮、有效性磷酐。

五、分析方法(參考 Methods of Soil Analysis, 1982)

(一) 水分含量：在 100±3°C 烘箱乾燥至恆重，測之。

(二) 機械分析及質地：土壤先經適量 30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 處理，去除有機質後，採用吸管法(pipet method)測定，並依美國農部之質地三角形予以命名。

(三) pH 值：土壤比水 1:1 (w/v)，以玻璃電極法測定。

(四) 比電導度(EC)：取土壤飽和抽出液或土水比 1:5 (w/v)，以電導度計測之。

(五) 有機質含量：採用 Walkley-Black 濕式氧化法測定。

(六) 全氮：土壤採用水楊酸-硫代硫酸鈉修正之 Kjeldahl 法測之。植體以硫酸分解後測之。

(七) 土壤之銨態氮及硝酸態氮：新鮮土壤以 1:10 之 2M KCl 抽取，將土壤抽出液加 MgO 蒸餾滴定定量之，即為銨態氮。殘餘液再加 MgO 及 Devarda alloy 蒸餾滴定定量之，即為硝酸態氮。兩者並校正水分含量。

(八) 磷：以鉬藍法 ( ammonium molybdate ascorbic acid method ) 測定。

(九) 植體之硝酸態氮取 5 克新鮮植體加 50 毫升 2% 醋酸液均質機中打碎過濾<sup>(13)</sup>，抽出液以波長 210 mm 比色測定之；銨態氮為將抽出液以蒸餾比色法定量之。並換算成乾物含量。

(十) 鈣、鎂、鉀、鈉、鐵、錳、銅、鋅：以原子吸光儀 ( Hitachi Z-5300 ) 測之。植體先經濕式分解後測之。

(十一) 土壤抽出液之  $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  以離子層析儀 ( Dionex-DX100 ) 測定之。

表 1. 試驗前之土壤性質

Table 1. The physical and chemical properties of soil

Items	Depth of soil, cm					
	0-20	21-40	41-60	61-90	91-120	121-150
Texture	L	SL	L	L	SiCL	SiC
pH	5.9	6.3	6.4	6.5	6.4	7.0
EC, dS m <sup>-1</sup>	3.09	2.14	1.93	2.09	1.72	1.80
Organic matter, %	2.92	2.12	2.21	2.35	2.34	1.96
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N, mg kg <sup>-1</sup>	36.3	37.8	37.7	39.7	40.8	31.7
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N, mg kg <sup>-1</sup>	56.6	55.9	61.1	65.4	68.9	67.6
Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , mg kg <sup>-1</sup>	1358	691	337	235	105	25
Exchangeable K <sub>2</sub> O, mg kg <sup>-1</sup>	153	105	110	122	187	104
Exchangeable CaO, mg kg <sup>-1</sup>	4590	2530	-	-	-	-
Exchangeable MgO, mg kg <sup>-1</sup>	1010	500	-	-	-	-

表 2. 蔬菜種植的次序及時期

Table 2. The kinds of vegetables and the cropping periods during the experiment

次序 Sequence	第一年 1st year	第二年 2nd year	第三年 3rd year
第一作	97/09/26-97/10/20 莧	98/09/22-98/10/15 莧	99/10/01-99/11/01 莧
第二作	97/10/23-97/11/18 蘿	98/10/18-98/11/16 莧	99/11/03-99/11/29 蘿
第三作	97/11/21-97/12/29 莧	98/11/18-98/12/18 蘿	99/12/04-00/01/17 蘿
第四作	97/01/03-98/02/15 蘿	98/12/20-99/02/01 莧	00/01/19-00/03/01 蘿
第五作	98/02/18-98/03/25 蘿	99/02/03-99/03/09 蘿	00/03/03-00/04/05 蘿
第六作	98/03/27-98/04/25 莧	99/03/12-99/04/12 莧	00/04/08-00/05/10 莧
第七作	98/04/27-98/05/22 莧	99/04/16-99/05/14 莧	00/05/12-00/06/07 莧
第八作	98/05/24-98/06/27 莧	99/05/17-99/06/12 莧	00/06/10-00/07/04 莧
第九作	98/06/29-98/07/24 莧	99/06/15-99/07/06 莧	00/07/11-00/08/03 莧
第十作	98/07/28-98/08/22 莧	99/07/09-99/08/02 莧	00/08/07-00/09/01 莧
第十一作	98/08/24-98/09/14 莧	99/08/05-99/08/30 莧	00/09/05-00/10/02 莧
第十二作		99/09/04-99/09/29 莧	00/10/06-00/11/03 莧

## 結果與討論

### 一、不同氮磷肥處理對蔬菜產量及品質的影響

本實驗於 86 年 9 月開始進行至 89 年 11 月結束，共計 35 作，本試驗區於每次採收前 4-5 天施行灌溉一次，使土壤水分張力降到約 10 kPa 為止。植體採樣調查 18 作，採樣時間在上午 9-10 時進行。將 18 作之株高及產量進行統計分析，於各處理間均無顯著差異 ( $P>0.05$ )。表 3 列出數作莧菜不同處理間的產量差異，在 18 作中 D 處理 (N1P0) 有 4 作之產量指數低於 G 處理 (N0P0) 外，餘各處理均有 6-7 作產量指數低於 G 處理 (N0P0)。而於 89 年 4 月以後各處理之產量指數均高於 G 處理 (N0P0)，推斷此時 G 處理可能開始出現缺肥效應。表 4 列出數作莧菜不同處理植體成分分析的結果，由表 4 知試驗頭兩年植體中銨態氮、硝酸態氮含量相當高，於莧菜分別在 200-600 mg kg<sup>-1</sup>、0.7-1.2%，而薺菜植體的硝酸態氮含量較莧菜為低，約在 0.3-0.5%。在試驗第三年，植體中銨態氮及硝酸態氮濃度才顯示有降低的趨勢，分別維持在 < 400 mg kg<sup>-1</sup> 及 0.3-0.7% 之間。將處理間各營養成分作統計分析的結果，由於區集間變異頗大，於 18 作中只有 86 年 12 月 B(N2/3P1)、C(N1/3P1)、D(N1P0)、E(N2/3P0)、F(N1/3P0) 等五處理之植體銨態氮顯著高於 A(N1P1) 處理，A、B、D、E、F 處理之硝酸態氮顯著高於 G(N0P0) 處理，及 A、B、C、D、E 處理之總氮量高於 G 處理。此外 87 年 5 月 A 處理莧菜植體之硝酸態氮顯著高於 B、C、E、F、G 處理。89 年 8 月 A、B 處理莧菜植體之銨態氮顯著高於 G 處理。雖然在塑膠設施內栽培，短期葉菜類植體內硝酸態氮的濃度和氣候（乾、雨季）仍然有極大的相關，在雨季各處理植體之硝酸態氮濃度均顯著降低。可能因為雨水造成土壤中無機態氮易於流失或缺氧環境增加脫氮作用。另外，87 年 7 月及 88 年 2 月兩次採樣 G 處理植體之鎂含量顯著偏低。雖然上述所列植體營養成分有部分顯示差異，然於整體趨勢並不明顯，故並不認為具有代表性的意義

表 3. 不同氮磷肥處理對蔬菜產量之影響

Table 3. The influences of different applying rates by the two kinds of chemical fertilizer-nitrogen and phosphorous on yield

採樣月份 Month	處理 Treatment	株高	產量	產量指數
		Height (cm) mean±SD	Yield (g m <sup>-2</sup> ) mean±SD	Yield index (%)
1997.10	N1P1 <sup>#</sup>	35.0 ± 2.6	3297 ± 397	104
	N2/3P1	34.4 ± 2.5	3084 ± 256	97
	N1/3P1	35.4 ± 1.8	3153 ± 254	99
	N1P0	35.5 ± 1.5	3137 ± 432	99
	N2/3P0	35.2 ± 1.2	3149 ± 435	99
	N1/3P0	35.8 ± 1.4	2926 ± 174	92
	N0P0	35.0 ± 1.6	3179 ± 251	100
1998.05	N1P1	29.3 ± 1.4	1877 ± 277	97
	N2/3P1	30.4 ± 1.1	1901 ± 257	98
	N1/3P1	30.1 ± 0.9	2040 ± 117	105
	N1P0	28.4 ± 1.7	1885 ± 310	97
	N2/3P0	29.3 ± 1.3	2076 ± 413	107
	N1/3P0	30.4 ± 1.4	1997 ± 258	103
	N0P0	28.6 ± 0.6	1939 ± 52	100

採樣月份 Month	處理 Treatment	株高	產量	產量指數
		Height (cm) mean±SD	Yield (g m <sup>-2</sup> ) mean±SD	Yield index (%)
1998.11	N1P1*	24.2 ±3.6	2418 ±260	102
	N2/3P1	25.2 ±2.0	2445 ± 62	104
	N1/3P1	26.6 ±1.2	2528 ±209	107
	N1P0	24.3 ±3.0	2512 ±440	106
	N2/3P0	25.1 ±2.1	2441 ±363	103
	N1/3P0	24.0 ±1.8	2407 ±245	102
	N0P0	24.7 ±1.7	2362 ±231	100
1999.05	N1P1	27.5 ±4.0	2675 ±303	111
	N2/3P1	26.8 ±1.0	2593 ±202	108
	N1/3P1	26.1 ±1.3	2311 ±116	96
	N1P0	27.3 ±1.6	2610 ±211	108
	N2/3P0	25.9 ±2.2	2406 ±272	100
	N1/3P0	27.2 ±2.4	2674 ±349	111
	N0P0	25.0 ±4.0	2409 ±361	100
1999.11	N1P1	25.9 ±4.3	2510 ±561	96
	N2/3P1	26.6 ±4.2	2665 ±131	101
	N1/3P1	28.1 ±1.4	2838 ±289	108
	N1P0	27.2 ±2.1	2646 ±171	101
	N2/3P0	27.5 ±1.2	2825 ±306	108
	N1/3P0	28.7 ±1.9	2801 ±201	107
	N0P0	26.6 ±3.8	2628 ±349	100
2000.05	N1P1	30.4 ±3.1	2131 ±237	102
	N2/3P1	31.7 ±2.1	2278 ±540	109
	N1/3P1	31.4 ±1.1	2198 ±246	106
	N1P0	30.5 ±3.4	2079 ±127	100
	N2/3P0	30.4 ±2.6	2173 ±458	104
	N1/3P0	30.4 ±2.6	2132 ±340	102
	N0P0	30.8 ±2.5	2082 ±173	100
2000.11	N1P1	32.3 ±4.9	2336 ±137	113
	N2/3P1	31.6 ±2.8	2095 ±263	101
	N1/3P1	32.7 ±1.5	2217 ± 22	107
	N1P0	31.1 ±3.3	2081 ±358	100
	N2/3P0	32.7 ±0.9	2310 ± 75	111
	N1/3P0	32.2 ±2.7	2098 ±146	101
	N0P0	32.8 ±2.5	2073 ±188	100

\* : N1P1 means N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> is used by 112-70 kg ha<sup>-1</sup>

N2/3P1 means N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> is used by 112×2/3-70×1 kg ha<sup>-1</sup>

The rest can be done in the same manner.

表 4. 不同氮磷處理對蔬菜植體成分之影響  
Table 4. The influences of different applying rates by the two kinds of chemical fertilizer-N and P on vegetables ingredients

採樣月份 Month	處理 Treat.	銨態氮 <sup>#</sup> NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg kg <sup>-1</sup> (mean±SD)	硝酸態氮 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N mg kg <sup>-1</sup> (mean±SD)	氮 N g kg <sup>-1</sup> (mean±SD)	磷 P g kg <sup>-1</sup> (mean±SD)	鉀 K g kg <sup>-1</sup> (mean±SD)	鈣 Ca g kg <sup>-1</sup> (mean±SD)	鎂 Mg g kg <sup>-1</sup> (mean±SD)	鋅 Zn mg kg <sup>-1</sup> (mean)	銅 Cu mg kg <sup>-1</sup> (mean)	鐵 Fe mg kg <sup>-1</sup> (mean)	錳 Mn mg kg <sup>-1</sup> (mean)	
1997.10	N1P1*	515±172	9929±2074	40.1±1.5	7.97±0.50	95.4±3.3	15.1±1.0	12.8±2.5	119	16	366	51	
	N2/3P1	618±151	9359±1613	39.7±1.5	8.26±0.81	100.1±6.2	15.4±2.0	13.2±2.4	133	16	334	44	
	N1/3P1	569±60	7536±738	37.3±2.3	8.39±0.47	104.0±4.5	20.5±8.0	10.3±4.0	128	17	347	46	
	N1P0	602±72	9939±1480	37.7±3.3	8.20±0.76	93.8±8.4	13.7±3.3	10.8±3.8	118	18	458	61	
	N2/3P0	535±133	8882±529	38.4±1.7	8.52±0.40	103.6±7.0	13.6±3.0	11.6±3.2	122	17	400	47	
	N1/3P0	442±82	8060±1601	38.9±2.3	8.07±0.33	100.4±8.2	13.4±3.1	11.2±3.3	113	17	388	46	
	N0P0	661±131	7192±2086	37.2±1.6	7.81±0.84	104.7±8.3	14.2±3.1	11.9±1.1	113	17	402	40	
	1998.5	N1P1	420±27	12452±178	36.7±1.4	9.15±0.45	112.6±1.8	23.7±3.1	15.3±0.5	124	30	1145	74
		N2/3P1	443±19	10775±558	36.5±1.0	9.05±0.41	125.8±0.9	22.9±3.9	16.1±2.6	103	22	1459	65
		N1/3P1	451±26	11232±644	36.4±1.4	8.90±0.59	128.1±8.9	23.3±1.6	14.8±0.9	116	30	1398	65
N1P0		476±30	11598±895	36.8±2.9	8.80±0.38	117.1±9.9	22.7±2.0	15.0±0.8	98	31	1110	68	
N2/3P0		539±92	11309±1348	37.8±1.9	8.78±0.55	130.5±6.4	24.9±3.7	14.7±0.9	81	23	1022	58	
N1/3P0		445±29	10772±305	36.4±2.9	8.47±0.39	126.5±14.5	25.7±1.7	15.0±1.5	96	19	1190	55	
N0P0		431±71	10960±1119	37.8±3.1	8.91±0.42	129.4±12.2	25.3±1.9	14.3±1.3	98	25	921	54	
1998.11		N1P1	577±20	8746±2194	41.4±5.1	7.67±0.72	80.8±2.9	25.0±4.2	11.1±1.3	54	38	738	61
		N2/3P1	506±37	8873±2016	42.6±4.8	7.87±0.27	87.2±8.2	26.1±4.7	10.4±1.0	49	44	695	49
		N1/3P1	506±41	8122±1345	40.1±2.6	8.31±0.61	91.7±8.0	29.3±2.5	10.5±0.7	63	35	818	57
	N1P0	499±55	8896±1043	41.2±2.7	7.64±0.50	85.9±7.4	26.6±3.2	10.3±0.1	46	33	686	48	
	N2/3P0	496±87	7861±1843	39.8±3.7	7.49±0.47	75.1±21.7	27.6±2.0	10.5±1.2	47	36	901	48	
	N1/3P0	532±49	8259±1553	40.5±3.1	7.63±0.43	83.7±5.9	29.3±3.9	10.3±0.8	44	40	667	44	
	N0P0	531±35	8591±1610	41.4±3.0	7.71±0.40	87.9±6.8	29.2±1.4	10.2±0.8	52	32	855	48	
	1999.5	N1P1	527±41	10142±1666	39.8±1.7	7.03±0.28	97.3±10.4	24.3±5.1	10.7±0.8	39	18	1441	49
		N2/3P1	556±26	9810±2107	39.0±2.8	7.22±0.51	99.8±11.9	25.7±2.3	10.0±2.3	40	18	1426	65
		N1/3P1	559±32	9293±1699	38.0±2.1	7.17±0.15	102.9±10.6	24.8±2.8	10.5±0.4	36	28	1441	43
N1P0		575±26	10481±1331	40.4±1.5	6.84±0.16	102.2±12.8	25.3±4.3	10.8±0.1	36	23	1286	40	
N2/3P0		571±26	8168±593	37.9±0.8	7.05±0.24	105.8±13.0	29.0±5.8	11.0±0.8	33	20	1580	42	
N1/3P0		548±28	8664±1067	38.6±1.2	7.01±0.30	104.6±4.5	24.5±0.7	11.1±0.4	40	20	1440	41	
N0P0	549±38	9357±1045	39.2±0.9	6.86±0.87	97.6±10.8	25.1±3.0	12.1±2.5	57	20	1566	51		

採樣月份 Month	處理 Treat.	銨態氮 <sup>**</sup> NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg kg <sup>-1</sup> (mean±SD)	硝酸態氮 NO <sub>3</sub> -N mg kg <sup>-1</sup> (mean±SD)	氮 N g kg <sup>-1</sup> (mean±SD)	磷 P g kg <sup>-1</sup> (mean±SD)	鉀 K g kg <sup>-1</sup> (mean±SD)	鈣 Ca g kg <sup>-1</sup> (mean±SD)	鎂 Mg g kg <sup>-1</sup> (mean±SD)	鋅 Zn mg kg <sup>-1</sup> (mean)	銅 Cu mg kg <sup>-1</sup> (mean)	鐵 Fe mg kg <sup>-1</sup> (mean)	錳 Mn mg kg <sup>-1</sup> (mean)	
1999.11	N1P1 <sup>#</sup>	482±107	7733±490	37.0±2.3	7.99±0.78	79.8±6.3	14.9±1.7	8.91±1.08	40	34	634	51	
	N2/3P1	508±106	7228±608	35.9±0.9	7.78±0.34	85.8±5.6	13.7±0.8	8.38±0.20	42	20	558	46	
	N1/3P1	447±45	7203±409	36.7±1.3	7.81±0.28	78.8±8.6	14.8±0.9	7.97±0.54	32	33	744	44	
	N1P0	440±57	8273±1110	36.8±0.5	8.00±0.59	84.3±3.5	14.7±2.1	8.41±0.75	33	26	751	43	
	N2/3P0	470±77	6894±1052	37.5±1.2	8.03±0.64	84.2±2.3	14.7±1.0	8.52±0.11	32	28	601	40	
	N1/3P0	486±87	7050±1016	35.7±1.1	8.31±0.25	87.4±6.5	15.9±4.1	8.75±0.54	37	27	663	36	
	N0P0	399±37	7137±668	36.6±0.8	7.78±0.37	84.3±3.0	14.1±2.0	8.72±0.38	40	21	565	44	
	2000.5	N1P1	329±174	6260±1539	35.1±3.3	6.57±0.58	105.2±7.7	18.0±1.0	13.8±0.4	56	17	718	38
		N2/3P1	356±198	5788±1225	34.2±2.0	6.72±0.34	112.0±5.5	17.8±1.2	13.3±1.1	57	17	814	33
		N1/3P1	292±69	5934±1765	31.6±2.8	6.58±0.53	114.6±8.9	17.7±0.8	12.0±1.3	59	16	743	49
N1P0		274±90	6520±1389	34.1±3.3	6.32±0.50	107.5±3.5	17.2±1.6	12.1±0.7	57	36	805	45	
N2/3P0		347±153	5316±899	33.6±2.9	6.48±0.55	109.9±6.7	17.2±0.5	11.1±1.8	44	16	690	41	
N1/3P0		382±211	5723±1592	42.9±16.3	6.36±0.59	108.8±3.8	18.5±2.3	12.8±0.7	37	16	710	39	
N0P0		272±157	4767±1219	33.9±2.8	6.60±0.69	108.9±4.2	16.9±2.9	12.5±1.0	41	17	737	49	
2000.11		N1P1	176±59	7070±1483	28.3±6.2	7.27±0.34	105.3±7.9	22.0±4.3	13.5±0.6	84	28	1263	78
		N2/3P1	165±150	6339±1125	31.2±8.3	7.37±1.25	100.6±6.3	18.2±4.8	13.5±0.7	81	30	880	64
		N1/3P1	90±57	6077±716	28.9±2.9	7.18±0.77	98.1±8.5	21.5±4.7	12.8±1.5	80	29	1141	61
	N1P0	138±55	6551±757	29.1±6.4	7.86±0.74	101.2±19.4	22.6±6.6	14.1±1.2	79	29	1136	76	
	N2/3P0	170±49	6606±1640	33.3±6.1	7.63±0.60	104.8±16.8	16.3±4.6	12.9±1.7	70	29	892	56	
	N1/3P0	176±67	7102±1790	27.7±2.8	7.69±0.72	97.2±8.5	22.1±6.7	13.8±1.4	74	31	1114	64	
N0P0	139±46	7038±1445	34.3±5.8	8.07±0.50	100.3±19.3	19.1±4.3	14.0±0.7	79	28	1097	69		

\* : More details of N1P1, N2/3P1, N1/3P1-----, etc. are at Table 2.

\*\* : Vegetables ingredients expressed by dry weight

## 二、不同氮磷肥處理對表土品質的影響

試驗期間各處理表土 (0-20 cm) 之 pH、EC、有機質、總氮、銨態氮、硝酸態氮、總磷及有效性磷的變化情形見圖 1。表土之 pH 值在試驗期間逐漸上升 (由 5.9 至 6.5)，可能由於化學肥料減施、所使用之堆肥為偏鹼性、及灌溉水偏中性 (pH 6.6-7.0) 等之故。由圖 1，土壤有機質似乎沒有增加的趨勢，且經統計分析，各處理間並沒有顯著差異。在氮磷肥減施的情況，試驗期間土壤的 EC 值並沒有明顯的下降趨勢。試驗後各處理 0-20 cm 表土中銨態氮濃度在第 1 次採土樣時，即大幅降低 (由 36 降至 8 mg kg<sup>-1</sup>)，以後多維持在 10 mg kg<sup>-1</sup> 以下。土壤的總氮似乎有下降的趨勢，試驗初期各處理平均值最高為 2.3 g kg<sup>-1</sup> 至試驗後期平均值最高為 1.9 g kg<sup>-1</sup>。不同處理表土中硝酸態氮的濃度在區集間變異頗大。於控制肥料的使用一段期間後，土壤中硝酸態氮的濃度就少有超過 40 mg kg<sup>-1</sup>。表土中有效性磷的濃度，即使在不施磷肥的處理 (D,E,F,G)，也始終保持在 1000 mg kg<sup>-1</sup> 以上。由圖 1，試驗期間土壤中總磷濃度的變化觀察，似乎未能看出有下降的趨勢。由於土壤及植體中磷的濃度在各處理間均無顯著差異，故推斷在此耕作條件下，似乎由台肥 2 號有機質肥料提供之磷肥即可供應所需。將試驗期間，不同處理之土壤成分濃度分別進行統計分析，結果表土之 pH 只有 87 年 10 月 C(N1/3P1)、F(N1/3P0)、G(N0P0) 處理顯著高於 A(N1P1)、B(N2/3P1)、D(N1P0) 處理。於表土之硝酸態氮則顯示有兩次顯著性差異，分別為 87 年 6 月 A 處理顯著高於 B、C、F、G 處理，及 88 年 3 月 A 處理顯著高於 B、C、D、E、F、G 處理。而表土之有效性磷則僅有 88 年 2 月顯示 A、B、C 處理顯著高於 G 處理。

圖 2 為各處理在試驗期間 0-20 cm 土壤飽和抽出液，陰、陽離子的變化情形。試驗期間土壤飽和抽出液的 K<sup>+</sup>、Ca<sup>++</sup>、Mg<sup>++</sup> (未圖示)、Na<sup>+</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup> 似乎沒有明顯的增減趨勢。土壤飽和抽出液之 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup> 有頗大的區集間變異，經作統計分析，各處理間這些離子除了 87 年 10 月 A、B、D 處理的 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 顯著高於 G 處理外，均沒有顯示有顯著性的差異。由於圖 1 顯示長期減施氮磷肥對土壤比電導度值似乎沒有降低的效果，但土壤飽和抽出液的 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>，卻顯示有漸漸增加的趨勢 (由 900 升至 1500 mg kg<sup>-1</sup>)。可能由於本區灌溉水質：pH 值 6.6-7.0，EC 值 0.96-2.43 dS m<sup>-1</sup>，鉀 7.9-22.0 mg l<sup>-1</sup>，鈣 159-330 mg l<sup>-1</sup>，鎂 60.4-71.0 mg l<sup>-1</sup>，鈉 19.1-119 mg l<sup>-1</sup>，氯 38.0-61.5 mg l<sup>-1</sup>，硝酸根離子 0.64-37.0 mg l<sup>-1</sup>，硫酸根離子 743-1430 mg l<sup>-1</sup>。李等<sup>(2)</sup> 亦曾指出雲林地區含鹽分較高的地下水，主要分佈於沿海與較內陸之西螺地區。而灌溉水含有高比電導度、鈣、鎂、硫酸根及硝酸根離子，可能為造成處理間施肥效果不顯著的原因之一。

## 三、不同氮磷肥處理對不同深度土壤品質的影響

圖 3 為各處理在試驗期間不同土壤深度，土水 (1:5 w/v) 抽出液 EC 值的變化情形。由各土層深度的 EC 值看來，表土 (20 cm) 以下不同深度土壤的 EC 值變化並不大，且並未隨土壤深度增加而降低，可見鹽分已洗入下層。由圖 3 看來，試驗的第三年 20 cm 以下土壤的 EC 值似乎有降低的趨勢。而試驗期間，各處理不同深度土水 (1:5) 抽出液的 EC 值，經分別作統計分析，並沒有顯示差異。

圖 4 為各處理在試驗期間不同深度土壤，硝酸態氮濃度的變化情形。由圖可看出經過試驗施肥處理後，在半年後的第一次深層採樣時，各處理的土壤中硝酸態氮濃度就急劇降低，此種降低同樣影響到深層土壤。各土層硝酸態氮的濃度差異不大，可見硝酸態氮已洗入下層土壤。實驗期間硝酸態氮的濃度似乎與氣候 (乾、雨季) 的變化有大的相關。然由圖 4 仍可看出在節省化學肥料的施用下，確實造成土壤中無機態氮濃度的降低，因此化學肥料合理施用對農業環境的保護確有其效。將試驗期間各處理不同深度土壤中硝酸態氮的濃度作統計分析，只有 87 年 9 月 121-150 cm 處 A、D 處理顯著高於 B、C、E、F、G 處理，88 年 3 月 21-40、41-60、61-90、91-120 cm 處，A 處理土壤顯著高於 B、C、D、E、F、G 處理。其餘則均沒有顯著差異，原因可能由於一般塑膠防雨溫室大都填土 1 m 以上，本試驗區也不例外，本區 140cm 左右及以下土層有粗砂結構，可能因此造成潮溼土壤之硝態氮易於往下繼續淋洗。此外台肥 2 號有機質肥料所含的無機態氮偏高 (>2%)，灌溉水含高的硝酸根離子等，都可能造成氮素化肥效果不明顯。

圖 5 為各處理在試驗期間不同深度土壤，有效性磷濃度的變化情形。由圖可看出有效性磷隨土壤深度增加而減少，各處理不同深度土壤的有效性磷經統計分析均無顯著性差異。由於在不施化學磷肥的情況，土壤中有效性磷的濃度並沒有明顯的下降趨勢。因此建議於塑膠防雨設施生產短期葉菜類，土壤中若含高濃度磷，在每作施用市售有機肥後，應該可以不施或必須減施磷肥。

## 四、結論

由連續 3 年施肥試驗調查發現，西螺地區塑膠防雨溫室多年蔬菜栽培田，於每作施用台肥 2 號有機質肥料 600 kg ha<sup>-1</sup>，且每年施用兩次豆粕 300 kg ha<sup>-1</sup> 的情況，全不施用氮、磷化學肥料，並不會造成蔬菜及莧菜的減產。此外，建議塑膠防雨溫室生產短期葉菜類，土壤中若含高濃度磷，在每作施用有機肥後，應該可以不施磷肥。



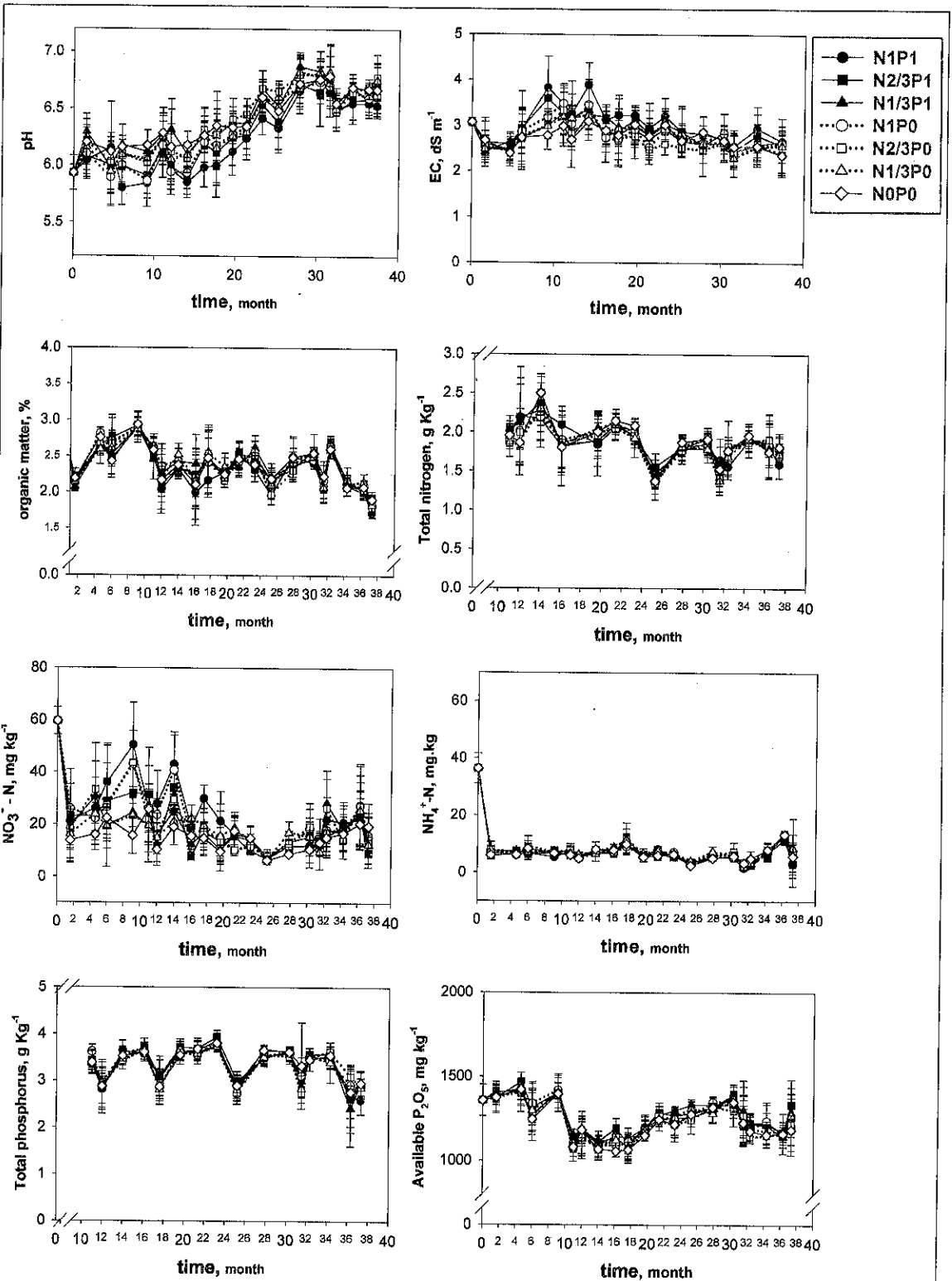


圖 1. 不同氮磷肥處理在試驗期間土壤性質的變化情形

Fig. 1. The changes of soil from the surface layer (0-20 cm) by different treatments

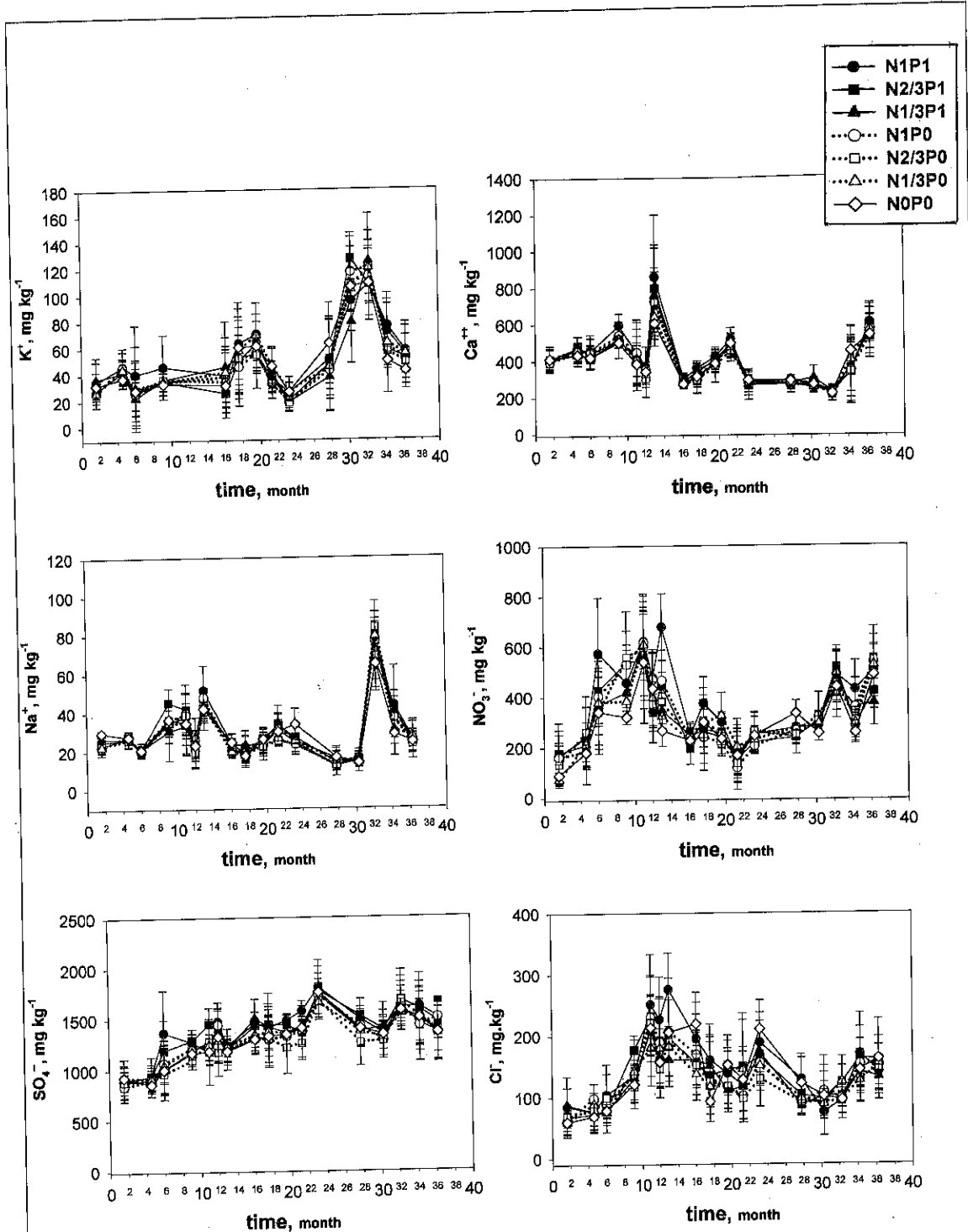


圖 2. 不同氮磷肥處理在試驗期間表土飽和抽出液陰陽離子的變化情形  
 Fig. 2. The changes of ions of saturation extract from the surface layer (0-20 cm) by different treatments

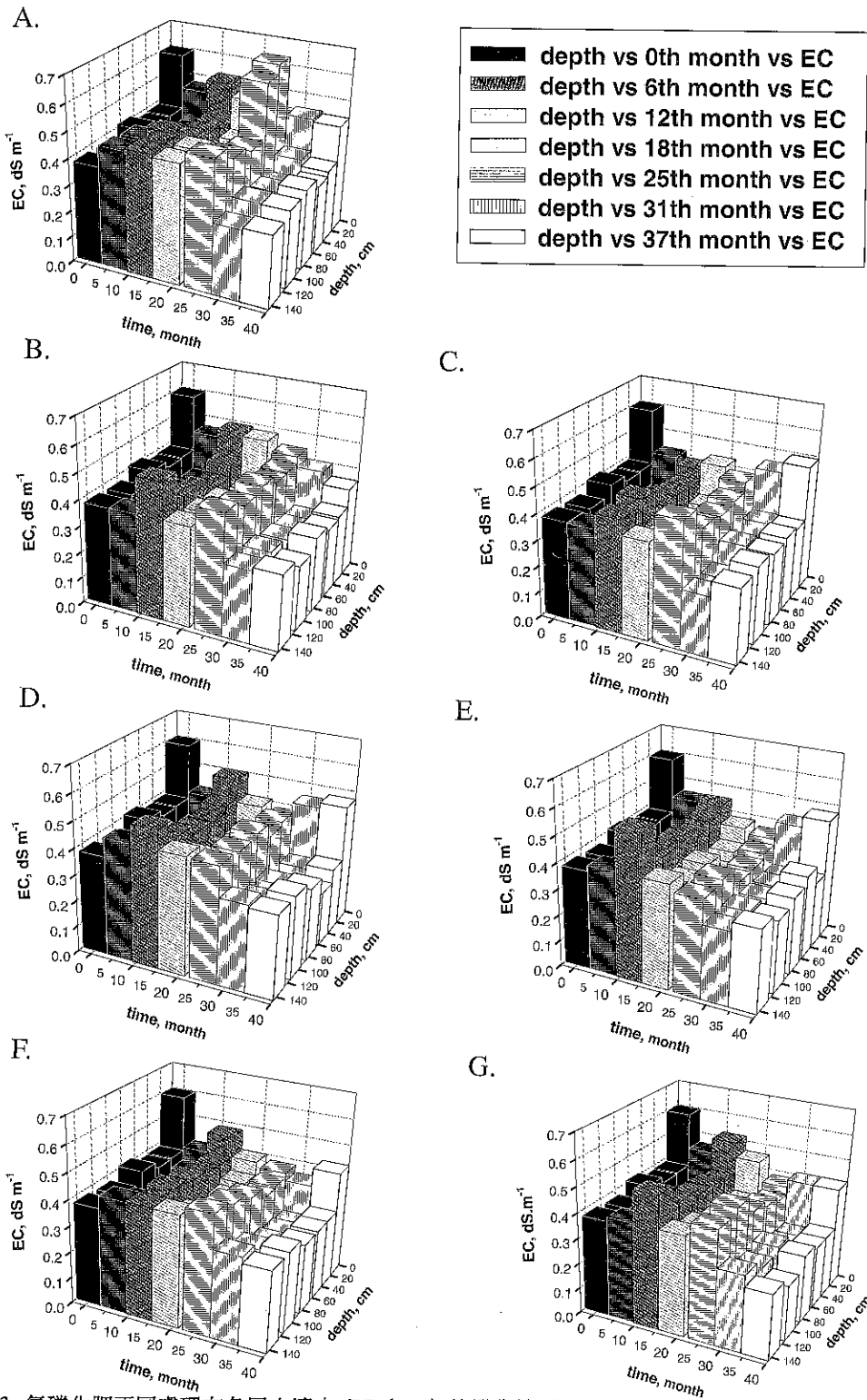
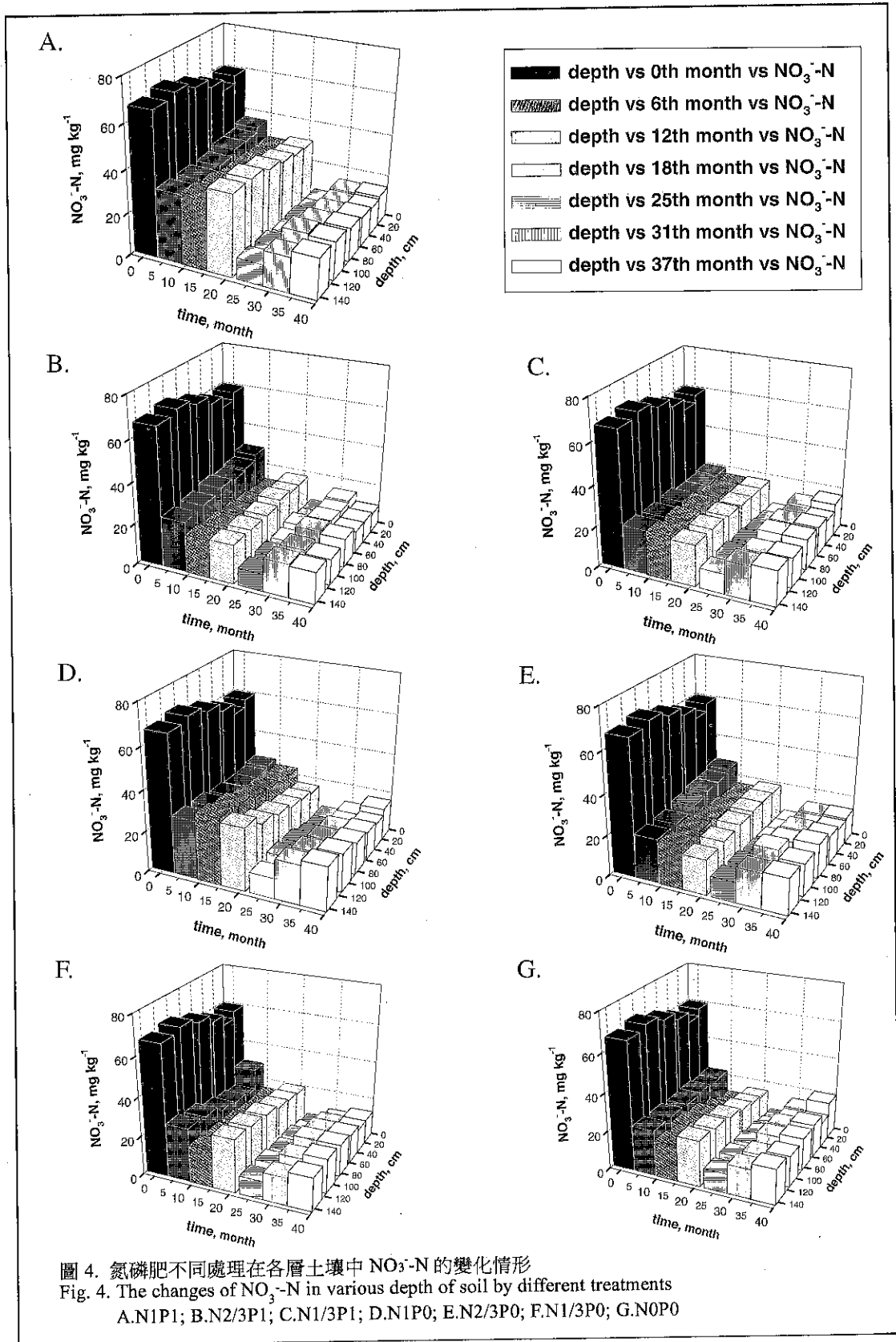


圖 3. 氮磷化肥不同處理在各層土壤中 EC (1:5) 的變化情形  
 Fig. 3. The changes of ECe (1:5) in various depth of soil by different treatments  
 A.N1P1; B.N2/3P1; C.N1/3P1; D.N1P0; E.N2/3P0; F.N1/3P0; G.N0P0



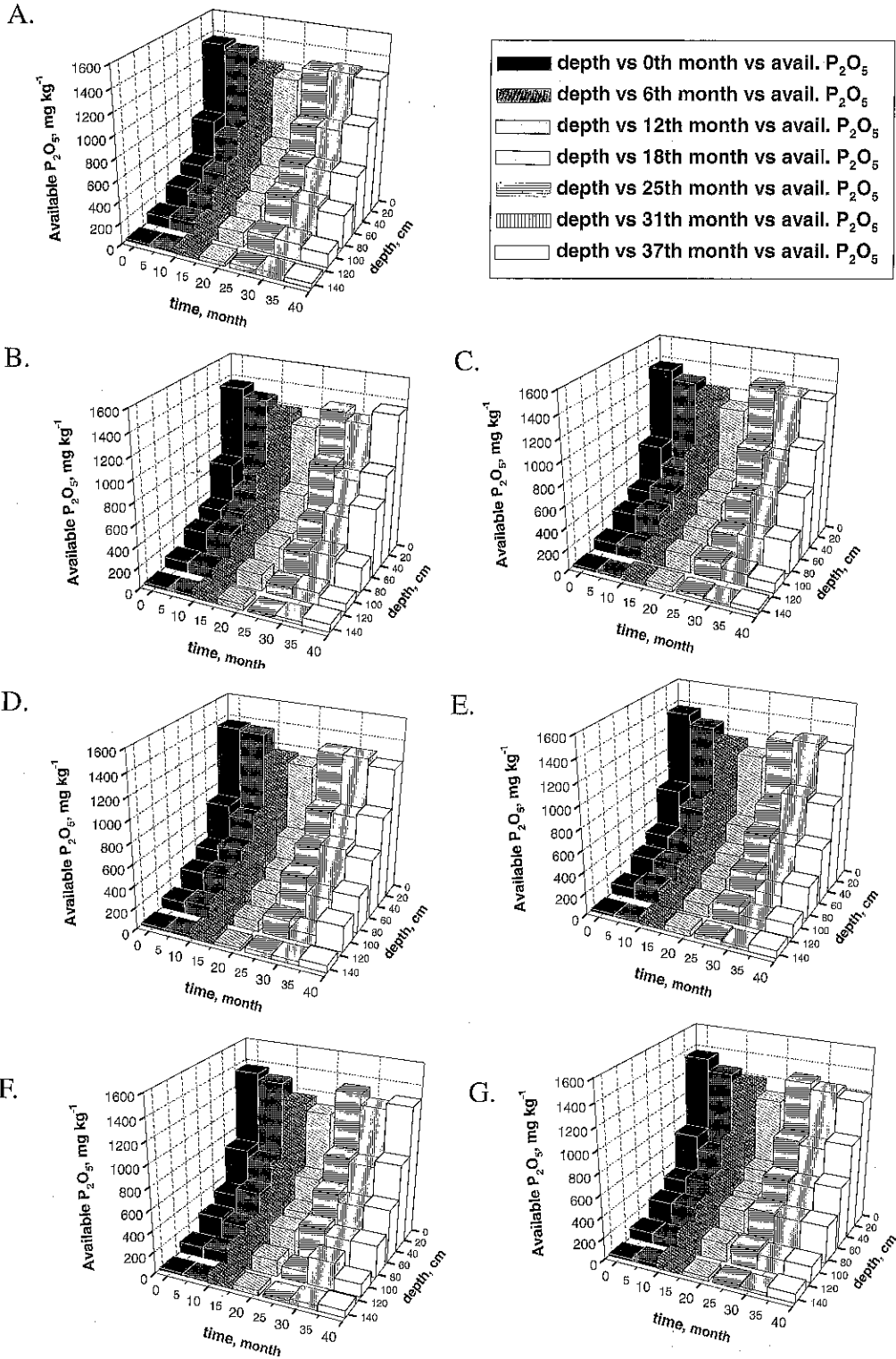


圖 5. 氮磷肥不同處理在各層土壤中有效性磷酐的變化情形

Fig. 5. The changes of available  $P_2O_5$  in various depth of soil by different treatments

A.N1P1; B.N2/3P1; C.N1/3P1; D.N1P0; E.N2/3P0; F.N1/3P0; G.N0P0

## 引用文獻

1. 王銀波、吳正宗、申雍。1994。硝酸態氮測定方法的選定與影響其含量的一些營養元素。設施園藝之研究與技術開發計畫執行成果報告 p.343-350。
2. 李寶鍾、吳浚霖、張文亮。1993。雲林地區水井淤塞的原因與清除方法之研究。八十二年度農業工程研討會 台中。八十二年度農業工程研討會論文集 p.71-78。
3. 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。
4. 詹朝清、丁文彥、呂文通。1991。腐植酸及有機質肥料對青蔥生長及連作之影響。花蓮區農業改良場彙報 7:133-146。
5. 郭孚耀、吳世偉。1988。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 p.172-191。台灣省農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分析編印。
6. 郭孚耀、黃山內、謝慶芳、蔡宜峰。1990。防雨及無加溫設施栽培研究－蔬菜生理及連作問題探討。設施園藝之研究與技術開發計畫執行成果報告 p.12-18。
7. 譚鎮中、王銀波。1997。有機肥料施用對作物硝酸與銅鋅含量之影響。有機農業科技成果研討會專刊 p.100-108。
8. 三好洋。1978。土壤診斷法。農山漁村文化協會。東京。
9. 相馬曉。1985。ハウス野菜の連作障害の實態と對策(1)、(2)。農業および園藝 62(10):1287-1290；60(11):1415-1420。
10. 河西孝司。1986。トマト栽培にける湛水陽熱處理の效果。農業技術研究 40(11):20-23。
11. Kowal, J.J., and A.V. Barker. 1981. Growth and composition of cabbage as influenced by nitrogen nutrient. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 12:979-995.
12. Camberato, J. J. and B. R. Bock. 1990. Spring wheat response to enhanced ammonium supply: I. Dry matter and nitrogen content. *Agron. J.* 82:463-467.
13. Crafts-Brandner, S. J. 1992. Significance of leaf phosphorus remobilization in yield production in soybean. *Crop Sci.* 32:420-424.
14. Csizinszky, A. A. 1992. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on growth and elemental composition of winged bean, *Psophocarpus tetragono-lobus* (L.) DC., seedlings. *Acta Horti.* 318:281-289.
15. Frost, W. E., C. A. Raguse and K. L. Taggard. 1990. Subclover early growth responses to levels and placements of superphosphate and ammonium nitrate. *Agron. J.* 82:795-799.
16. Fry, J. D., M. A. Harivandi and D. D. Minner. 1989. Creeping bentgrass response to P and K on a sand medium. *Hortscience* 24(4):623-624.
17. Moraghan J. T. 1991. The growth of white lupine on Caliaquoll. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55:1353-1357.
18. Singh, J.P. 1988. A rapid method for determination of nitrate in soil and plant extracts. *Plant and Soil.* 110:137-139.
19. Vogtmann, H., and R. Biedermann. 1985. The nitrate story-No end in sight. *Nutrition and Health.* 3:203-216.
20. Weston, L. A. and B. H. Zandstra. 1989. Transplant age and N and P nutrition effects on growth and yield of tomatoes. *Hortscience* 24(1):88-90.

## Rate-reducing Use of Nitrogen and Phosphorous Fertilizers for Cultivation of Vegetables in Plastic Protected Structure<sup>1</sup>

J. C. Lin and Huang, S. N.<sup>2</sup>

### Summary

Due to the uneven distribution of rainfall and the damage of tropical storms, vegetable production is very different in the summer. Therefore, the use of simple plastic houses to grow fast-growing vegetables became popular in the last 1-2 decades. However, the continuous application of chemical fertilizers plus the lack of drenches with natural rain waters, accumulation of salts has become a serious problem which limited vegetable production in the houses, and the environment is also polluted. In 1997, a simple plastic house in the major vegetable-producing area in Silo, Yulin country, which had been continuously used for vegetable production in the last decade, was used to study the effect of fertilizer rate-reducing use on the cultivation of vegetables. The plot before studies was found with high electrical conductivity ( $EC > 3 \text{ dS m}^{-1}$ ), high nitrate nitrogen ( $> 40 \text{ mg kg}^{-1}$ ), and high available phosphoric anhydride ( $> 1000 \text{ mg kg}^{-1}$ ). In the experiment period from 1997-2000,  $600 \text{ kg ha}^{-1}$  of organic fertilizer (Taiwan Fertilizer No.2) and  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  of soybean dregs and no N or P chemical fertilizer was used in the plot. Results indicated that yield of water convolvulus and amaranth was not effected. If soil contained high phosphorous, and in the presence of organic fertilizer, phosphorus chemical fertilizer is not necessary.

Key words : Protected cultivation, The problem of crop succession, Soil fertility, Nitrate nitrogen.

Accepted for publication : October 2, 2001.

---

1. Contribution No.266 from Tainan District Agricultural Improvement Station.

2. Assistant Agronomist and Ex-director, Tainan DAIS. 350, Section 1, Linsen Rd., Tainan city Taiwan, R. O. C.