

# 二十一、廢物肥料對蕃茄生育及生殖之影響

張家達

## 一、前言

據台灣醫學會分析，番茄 ( Tomato ) 含蛋白質 ( Protein ) 0.7 %，脂質 ( Fat ) 0.3 %，醣質 ( Carbohydrate ) 3.5 %，鈣 ( Ca ) 11 mg %，磷 ( P ) 24 mg %，鐵 ( Fe ) 0.4 mg %、維生素 A ( Vitamin A ) 260 I.U.、維生素 B<sub>1</sub> 0.04 mg %、維生素 B<sub>2</sub> 0.03 mg %、維生素 C 29 mg %，每 100 克可生熱量 18 卡，係一種營養價值甚高之經濟作物。果實可作為水果生食，炒食作湯均有特殊風味，加工製品有番茄汁、番茄罐頭、番茄糊 ( Tomato paste )、番茄泥 ( Tomato Puree )、番茄醬 ( Tomato Ketchup )、番茄辣醬油 ( Tompatato souse ) 等。除內銷外，向外銷香港及星馬地區，為本省主要輸出蔬菜之一。

過去在台灣栽培番茄大多與水稻輪栽，佔用稻田，殊影響稻穀之生產，應設法改善。番茄對於土壤之適應性頗廣，自砂地以至粘土均可栽培，但最理想之土壤為土層深厚，排水佳良，有相當保水力，pH 值在 5.6 ~ 6.7 範圍內之砂質壤土以至粘質壤土為宜。過於輕鬆之土壤，若能適量施肥及灌水，亦能使番茄生育旺盛，生產品質優良之果實。

本試驗之目的在於利用家庭日常生活之廢物 ( 豆渣 ~ 製豆漿後之餘渣、尿、洗魚水、洗鱗水、洗米水、蛋殼內剩餘蛋白水溶液等 ) 作為肥料，在陽台上以砂耕盆栽方式栽培番茄，探求番茄盆栽之可行性，減輕與水稻等經濟作物對土壤之競爭，以期推廣並增加番茄之產量。

## 二、材料及方法

本試驗材料，番茄 ( 品種 ~ 大型福壽 ) 種子係於民國 65 年 9 月 20 日購自種子店。65 年 9 月 22 日播種於無肥砂地，7 日後，開始發芽，發芽率為 95 %。

試驗設計採用完全逢機設計，10 處理 ( 施完全營養液、細粒魔肥 ~ Magamp K、豆渣、豆渣加 Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 及 KCl、尿、洗魚水加洗鱗水及 KCl、洗米水、豆渣加洗米水及尿、蛋殼內剩餘蛋白水溶液及無營養液等 )，每一處理重複 3 次，共為 30 個砂盆 ( 每個高 14 cm，直徑 16 cm )。播種及砂耕用砂均取自新竹頭前溪之河砂，其成分如表 1 所示。65 年 9 月 22 日播種於室外大砂盆，播種期間氣溫雖高 ( 均為 25 °C 以上 )，但多為陰天，日照不足，以致 7 日後始發芽。10 月 17 日移植於砂盆，每砂盆栽植 1 株幼苗，置於陽台，晴天每日之日照充足。完全營養液 (A) 之 pH 為 6.6，其濃度如表 3 所示，細粒魔肥 (B)，pH 值為 6.6，表 4。豆渣 (C)、豆渣加 Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 及 KCl (D)、尿 (E)、洗魚水加洗鱗水及 KCl (F)、洗米水 (G)、豆渣加洗米水及尿 (H)、蛋殼內剩餘蛋白水溶液 (I) 等均用稀水溶液，表 2，無營養液 (J) 者只用自來水。

每一砂盆 ( 下有排水孔 ) 之排水及通氣均良好。生育初期完全營養液照表 1 所示濃度使用，其他肥料則用稀溶液。生育中期及後期，完全營養液使用表 1 之 2 倍濃度溶液，其他肥料則用較濃溶液。每週施肥 2 次，以滴入法 ( Drip culture ) 將肥料液連續使用滴於砂上 ( 每株每次

72 ml )。另外，晴天每日適量灌自來水 2 次，陰天則每日灌 1 次。新竹地區自來水所含元素：民國 65 年 9 月份，Ca 為 40 ppm，Mg 為 11.1 ppm，K 為 10.5 ppm，Fe 為 0.01 ppm 以下，pH 值 6.9，其他月份亦大致相同。（據台灣省自來水公司第三區管理處檢驗室）。本試驗於 66 年 4 月 26 日結束，試驗期間共 217 日。

表 1 頭前溪河砂之成分元素

元 素	100 g 砂中含量 ( MeG )
available K	0.13
available Ca	0.25
available Mg	0.11

表 2 各種廢物肥料之成分

廢 物 肥 料 ( 1000 ml )	加 入 之 化 學 肥 料 ( ppm )	pH 值	代用符號
豆渣稀溶液	$H_3BO_3$ (B 0.5)	6.2	C
豆渣稀溶液	$Na_2HPO_4$ ( $P_2O_5$ 30) KCl ( $K_2O$ 250) $H_3BO_3$ (B 0.5))	5.6	D
尿稀溶液	$H_3BO_3$ (B 0.5)	7.4	E
洗魚水+洗蠟水 (稀溶液)	KCl ( $K_2O$ 250) $H_3BO_3$ (B 0.5)	7.2	F
洗米水(稀溶液)	$H_3CO_3$ (R 0.5)	5.6	G
豆渣+洗米水+尿 (稀溶液)	$H_3BO_3$ (B 0.5)	6.8	H
蛋白稀溶液	$H_3BO_3$ (B 0.5)	7.2	I

表3 完全培養液之濃度

肥料 ( Fertilizer )	元素 ( Element )	培養液濃度 ( ppm )
$\text{NH}_4\text{NO}_3$	N	150
$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	$\text{P}_2\text{O}_5$	30
KCl	$\text{K}_2\text{O}$	250
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	CaO	100
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	MgO	30
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Fe	3
$\text{H}_3\text{BO}_3$	B	0.5
$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Mn	0.5
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Cu	0.02
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Zn	0.05

表4 細粒魔肥之成分

氮 ( N )	7%
磷酐 ( $\text{P}_2\text{O}_5$ )	40%
氧化鉀 ( $\text{K}_2\text{O}$ )	6%
氧化鎂 ( MgO )	12%

### 三、結果與討論

#### I、莖高生長

番茄苗生育於完全營養液施肥(A)、細粒魔肥(B)、豆渣(C)、豆渣加  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  及 KCl (D)、尿(E)、洗魚水加洗蠟水及 KCl (F)、洗米水(G)、豆渣加洗米水及尿(H)、蛋殼內剩餘蛋白水溶液(I)等施肥與不施肥(J)砂盆者，從民國 65 年 10 月 17 日(移植於砂盆)起，其每隔 30 日之莖高生長如表 5、6、7、8、9、10、11 所示。砂耕栽培至 150 日之發育情形，則如圖 2、3、4、5、6、7、8、9、10、11 所示。

表5 移植於砂盆時番茄之莖高

處理	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
平均值 (公分)	4.90	4.43	4.60	4.27	5.47	5.20	5.10	5.37	5.50	4.37

表 6 砂耕栽培 30 日後番茄之莖高

處 理	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
平均 值 (公分)	18.60	17.80	11.13	14.50	13.40	24.17	15.27	16.80	16.17	8.30

表 7 砂耕栽培 60 日後番茄之莖高

處 理	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
平均 值 (公分)	32.83	43.53	21.03	29.43	29.03	46.13	34.73	36.57	33.20	11.23

表 8 砂耕栽培 90 日後番茄之莖高

處 理	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
平均 值 (公分)	55.30	72.23	35.13	47.53	47.87	77.77	70.33	75.67	55.97	16.17

表 9 砂耕栽培 120 日後番茄之莖高

處 理	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
平均 值 (公分)	75.57	83.13	43.33	68.37	66.80	87.83	89.30	91.80	68.20	21.67

表 10 砂耕栽培 150 日後番茄之莖高

處 理	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
平均 值 (公分)	96.71	85.53	44.77	94.70	97.00	93.30	111.87	124.37	80.67	26.59

表 11 砂耕栽培 180 日後番茄之莖高

處 理	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
平均 值 (公分)	104.9	89.83	55.63	102.80	113.73	115.83	127.20	133.57	87.27	30.17

各種肥料對於番茄 6 個月後莖高生長之作用，如表 9 所示；茲再進行變方分析如表 12。

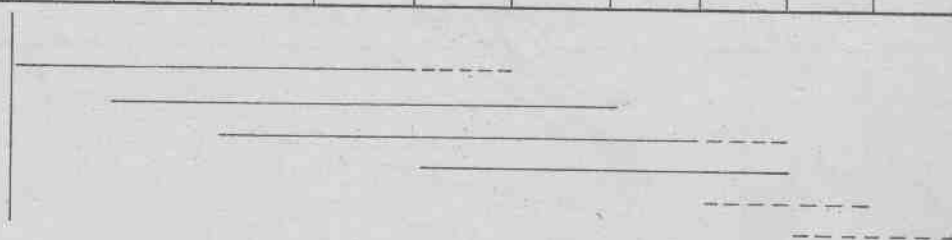
表 12 砂耕栽培 180 日後番茄莖高之變方分析

變異原因	自由度	平方和	均 方	實測 F 值	理 論 F 值	
					5 %	1 %
處 理	9	27828.68	3092.08	15.86	2.41	3.48
機 差	20	3899.56	194.98			
總 和	29	31728.24				

實測 F 值 15.86 均大於理論 F 值 2.41 ( P = 5 % 時 ) 及 3.48 ( P = 1 % 時 ) , 故各種不同肥料對番茄莖高生長之影響呈極顯著之差異, 再經鄧肯 ( Duncan ) 多變域測驗, 其結果如表 13 所示。

表 13 番茄莖高之鄧肯多變域測驗

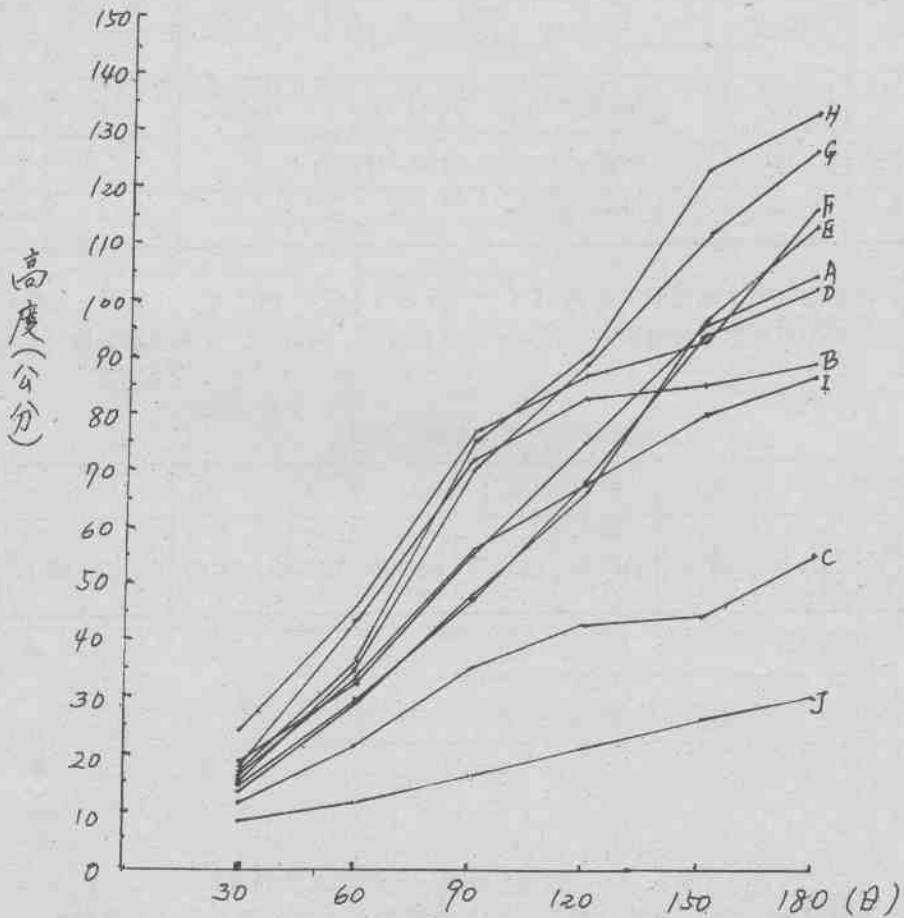
處 理	H	G	F	E	A	D	B	I	C	J
平 均 值 ( 公 分 )	133.90	127.20	115.83	113.73	104.90	102.80	89.83	87.27	55.63	30.17



( 註 ) —— 差異不顯著 ; ..... 差異顯著 ; 空白部分極顯著。

番茄於施豆渣加洗米水及尿者之莖高生長, 除與施洗米水、施洗魚水加洗蠟水及 KCl、施尿者之差異不顯著, 而與施完全營養液者呈顯著差異外, 與其他各處理皆呈極顯著之差異。施洗米水者除與施洗魚水加洗蠟水及 KCl、施尿、施完全營養液、施豆渣加  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  及 KCl 者之差異不顯著外, 與施細粒魔肥、施蛋白水溶液、施豆渣溶液、不施肥者呈極顯著之差異。施洗魚水加洗蠟水及 KCl 者除與施尿水, 施完全營養液、施豆渣加  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  及 KCl、施細粒魔肥溶液者之差異不顯著及與施蛋白水溶液者呈顯著差異外, 與施豆渣溶液, 不施肥者呈極顯著之差異。施完全營養液者除與施豆渣加  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  及 KCl、施細粒魔肥液、施蛋白水溶液者呈不顯著差異外, 與施豆渣溶液、不施肥、施豆渣加洗米水及尿者呈極顯著之差異。施蛋白水溶液者除與施豆渣者呈顯著差異外, 與施豆渣加洗米水及尿、施洗米水、施洗魚水加洗蠟水及 KCl、施尿水, 不施肥者呈極顯著之差異。施豆渣溶液者除與施蛋白液, 不施肥者呈顯著差異外, 與其他各處理皆呈極顯著之差異。

圖 12. 砂耕 180 日間不同處理對於番茄莖高之作用



由圖 12 可見，番茄生育於施不同肥料之砂盆中之莖高生長情形，栽培 30 日間相差甚微，愈久相差愈大。30 日後，施洗魚水加洗蠔水及 KCl 者最高，施細粒腐肥者次之，施豆渣加洗米水及尿者又次之。60 日後，施洗魚水加洗蠔水及 KCl 者仍最高，施豆渣加洗米水及尿者次之，施細粒腐肥者又次之。90 日後，施豆渣加洗米水及尿者最高，施洗米水者次之，施洗魚水加洗蠔水及 KCl 者又次之。120 日後，施豆渣加洗米水及尿者仍最高，施洗米水者次之，施尿者又次之。150 日後，施豆渣加洗米水及尿者仍最高，施洗米水者次之，施洗魚加洗蠔水及 KCl 者又次之。

## II、分枝數

番茄生育於化學肥料，廢物肥料及不施肥料之砂盆中之分枝數如表 14 所示，分枝情形則如圖 2、3、4、5、6、7、8、9、10、11 所示。

表 14 番茄生育於砂盆中 6 個月後之分枝數

處 理	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
平均 值 (支)	4	1	0	1	2.7	2.3	1.3	4.3	1.3	0

由表 14 可知，番茄生育於施豆渣加洗米水及尿者分枝最多，施完全營養液者次之，施尿者又次之，施豆渣及未施肥者無分枝。

### III、開花結果：

因定值苗較小（約 5 cm），以致施完全營養液，細粒魔肥、洗魚水加洗蠔水及 KCl、蛋白液者經 40 日始開花。施豆渣加  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  及 KCl、尿、洗米水、豆渣加洗米水及尿者則經 50 日始開花。施豆渣、不施肥者未開花。施細粒魔肥、洗米水者結果較早。施完全營養液、豆渣加

$\text{Na}_2\text{HPO}_4$  及 KCl、尿、洗魚水加洗蠔水及 KCl、豆渣加洗米水及尿、蛋白液者結果較遲。施豆渣、不施肥者則未結果實。

各種肥料對於番茄 6 個月間結果數之作用，如表 15 所示。

表 15 各種肥料對番茄結果數之作用

處 理	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
每株平均數 ( 個 )	6.3	3.3	0	3.3	6.6	5.0	5.3	8.6	1.6	0

各種肥料對於番茄結果數之作用如上表所示，茲再進行變方分析如表 16。

表 16 番茄平均結果數之變方分析

變異原因	自由度	平 方 和	均 方	實測 F 值	理 論 F 值	
					5 %	1 %
處 理	9	226.3	25.14	3.97	2.41	3.48
機 差	20	126.67	6.33			
總 和	29	352.97				

實測 F 值 3.97 均大於理論 F 值 2.41 ( P = 5 % 時 ) 及 3.48 ( P = 1 % 時 )，故各種不同肥料對番茄結果數之影響呈極顯著之差異，再經鄧肯 ( Duncan ) 多變域測驗，其結果如表 17 所示。

表 17 番茄結果數之鄧肯多變域測驗

處 理	H	E	A	G	F	B	D	I	C	J
每株平均數 ( 個 )	8.6	6.6	6.3	5.3	5.0	3.3	3.3	1.6	0	0

番茄於施豆渣加洗米水及尿者之結果數，除與施尿、施完全營養液、施洗米水、施洗魚水加洗蠔水及 KCl 者差異不顯著，而與施細粒魔肥、豆渣加  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  及 KCl 者呈顯著差異外，與其

他各處理皆呈極顯著之差異。施尿者除與施完全營養液、施洗米水、施洗魚水加洗蠟水及 KCl、施細粒魔肥、施豆渣加  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  及 KCl 者之差異不顯著外，與施蛋白液、施豆渣、不施肥者呈顯著之差異。施完全營養液者除與洗米水、施洗魚水加洗蠟水及 KCl、施細粒魔肥、施豆渣加  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  及 KCl、施蛋白液者之差異不顯著外，與施豆渣、不施肥者呈顯著之差異。施細粒魔者除與施豆渣加  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  及 KCl、施蛋白液、施豆渣、不施肥者差異不顯著外，與施豆渣加洗米水及尿者呈極顯著之差異。

施各種不同肥料於番茄，6 個月間之收穫量如表 18 所示。

表 18 施不同肥料 6 個月間番茄之收穫量

處 理	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
每株平均值 ( 克 )	309.43	160.33	0	148.67	371.76	157.14	215.00	556.64	63.33	0
每個平均重 ( 克 )	48.86	48.10	0	44.60	55.76	31.43	40.31	64.23	38.00	0
最大果實重 ( 克 )	100	95	0	68	165	64	75	128	74	0

由表 18 可見，番茄施豆渣加洗米水及尿者，其每株平均收穫量、果實平均重均最大，施尿水者次之，施完全營養液者又次之，其最大果實均超過 100 克。可知廢物肥料，豆渣加洗米水及尿、尿水對番茄收穫量之效果均優於化學肥料。數種廢物肥料混合施用效果更佳。

#### 四、結論

番茄植株施豆渣加洗米水及尿者，其莖長最高，枝數、結果數、果實收穫量均最多，果實亦最大。施尿者之莖高不如施洗米水、施洗魚水加洗蠟水及 KCl 者，枝數亦不如施完全營養液者，但其結果數、收穫量均較多，果實亦較大。施完全營養液者之莖高雖不如施洗米水、施洗魚水加洗蠟水及 KCl 者，但其結果數、收穫量及果實大小等均僅次於施尿者。施豆渣、施蛋白液者殊屬不良。施洗米水、施細粒魔肥者均較早結果，有早收穫之優點，但其結果數及收穫量均不甚理想；施洗米水者之莖高、分枝數、結果數及收穫量均大於施細粒魔肥者，若欲早收穫果實，可施用此種肥料。

由實驗結果觀之，番茄莖高對結果數及收穫量無顯著之影響，但分枝數與收穫量有密切關係。番茄之施肥效果，多種廢物肥料優於化學肥料、廢物肥料中，混合者尤佳。番茄於施 pH 為 6.8 之豆渣加洗米水及尿肥，施 pH 為 6.6 之完全營養液肥，施 pH 為 7.4 之尿肥等砂盆中之生育及生殖情況均佳，可知番茄亦適宜生育於微鹼性土壤。番茄施豆渣加洗米水及尿、施尿、施完全營養液者，果實大且收穫量多，在砂耕栽培番茄時，值得推廣施用。施用完全營養液時，若稍增加濃度，效果將更大。以砂耕法栽培番茄，無病蟲害發生，亦為其優點。

#### 五、參考文獻

1. 教育部世界名著譯述委員會：植物生理學原理(一)(二)(三) (1961)。
2. 台灣省政府農林廳：農業要覽第二輯土壤肥料 (1965)。

3. 台灣省政府農林廳：農業要覽第八輯園藝作物（蔬菜）（1966）。
4. 彭耀寰：食品化學（1971）。
5. 張家達：礦質養分對木麻黃幼苗生育之影響（1976）。
6. 武川滿夫：野菜、草花の養液栽培（1973）。
7. 農耕と園藝編集部：野菜の養液栽培（1974）。
8. 杉山直儀：野菜の營養生理と施肥技術（1975）。
9. 山崎傳：微量要素と多量要素（1975）。
10. WALLACE, T. : The diagnosis of mineral deficiency in plants by visual symptoms. ( 1953 ) 。

#### English Summary

The experiment of sand-culture method was used to observe the development of limb, height-growth and reproduction of tomato. It was the comparison between chemical fertilizer and organic ones (waste materials).

The fertilization of urine, culture solution and mixed fertilizer (soybean dregs + rice husk + urine) in sand-culture individually could not only develop stems and limbs well but also increase the yield of fruits. We observed it get earlier harvest by the fertilization of rice husk among the different (ten) ones. There is a close relation between the number of limbs and the yield of fruits, but not the height of stem. Some organic fertilizer (urine, mixed fertilizer) are more effectual than chemical fertilizer.

According to the experiment of botanist, slightly acid soil (pH value = 5.6~6.7) is most suitable to the tomato cultivation, it could be proved that weakly alkaline soil (pH value = 7.4) is also suitable for the tomato by this experiment. Neither disease nor insect pest emerged from tomatoes in the duration of experiment by sand-culture. This is a point of superiority of sand-culture.



圖 1 番茄之砂耕試驗場



圖 2 番茄施完全營養液時之發育情形

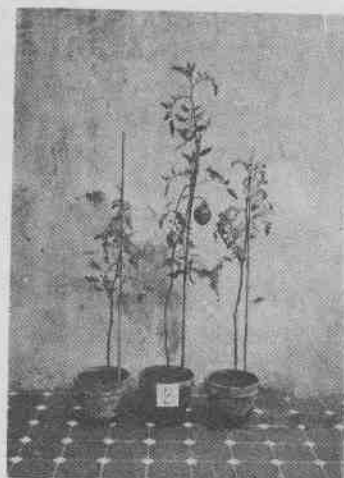


圖 3 番茄施細粒魔肥時之發育情形

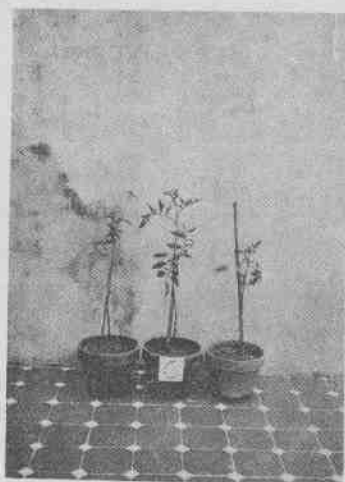


圖 4 番茄施豆渣時之發育情形

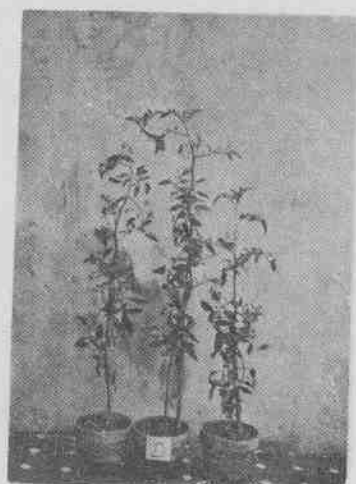


圖 5 番茄施豆渣加 $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 及 $\text{Kc1}$ 時之發育情形



圖 6 番茄施尿時之發育情形

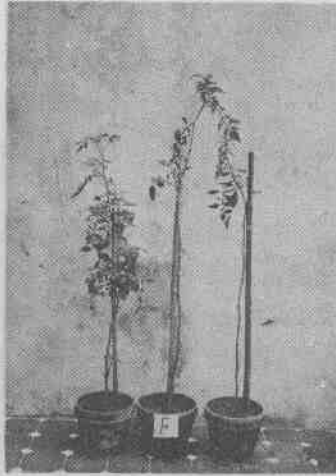


圖 7 番茄施洗魚水加洗蠔水及 KCl 時之發育情形



圖 8 番茄施洗米水時之發育情形



圖 9 番茄施豆渣加洗米水及尿時之發育情形



圖 10 番茄施蛋白溶液時之發育情形



圖 11 番茄未施肥時之發育情形