

中國園藝(J.Chinese Sec.Hort.Sci.)45(3):255~262,1999.

台肥四號複合肥料(11-5.5-22)施用量對中矮性抗黃葉病香蕉品系 TCI-229 生育、產量和後熟品質之影響

The Growth, Yield and Post-harvest Quality of Semi-dwarf Fusarial Wilt-Resistant Banana Clone TCI-229 as Affected by the Rate of Tai-Fei No.4 Compound Fertilizer (11-5.5-22)

蔣世超；張春梅；陳美珍；柯定芳

by

Shih-Chao Chiang ; Chun-Mei Chang ; Mei-Jen Chen ; and Din-Fan Ke

關鍵字：台肥四號複合肥料；施肥量；黃葉病；葉片養份組成；香蕉；後熟品質；宿根苗栽培；中矮蕉；組織培養苗栽培

Key Words : Compound fertilizer Tai-Fei No.4 ; fertilization rate ; fusarial wilt ; leaf nutrient composition ; Musa ; post-harvest quality ; ratoon cropping ; semi-dwarf banana ; tissue-cultured plantlet cropping

摘要：在有機質含量約百分之二的坵質壤土定植中矮性抗黃葉病品系 TCI-229 組織培養苗蕉株，每年每株施用台肥四號複合肥料 1.0, 1.5 或 2.0 公斤，抽穗期葉片之礦物營養組成均在正常範圍內，惟磷和鎂含量隨肥料施用量減少，處理間差異達顯著水準($P=0.05$)。肥料施用量對蕉株的營養生長和蕉果後熟品質影響不大，在花芽分化的平均果把數、果指數和採收果串重方面，2.0 公斤處理略優於 1.0 和 1.5 公斤處理，然差異未達顯著水準。在 TCI-229 宿根苗栽培中，蕉株之施肥量分別減為 0.76, 1.06 及 1.36 公斤，結果同樣顯示，施肥量對營養生長和後熟品質的影響有限；處理間在平均果把數、果指數和採收果串重上之差異均未達顯著水準。兩年試驗顯示，肥料施用量對蕉株的抽穗情形亦無影響。

比較同(十一)月份抽穗之宿根蕉株和組織培養苗蕉株，兩者在營養生長上相似；前者花芽分化之果把數和果指數稍低，此應與蕉株生育初期與花芽分化期過多之雨量有關，和肥料施用量無關。在 TCI-229 組織培養苗蕉株栽培中，適當的肥培管理，為採用台肥四號複合肥料，以每年每株 1.0 公斤，分六次撒施於蕉株四週，並於抽穗前施用完畢。宿根苗栽培可酌情減少施肥次數與施用量，分四次，每年每株施用台肥四號複合肥料不超過 1.0 公斤即可。

前 言

香蕉黃葉病(fusarial wilt)成爲爲害台灣香蕉產業的嚴重問題已逾二十年，由於在治本上一直無法有效地控制病原，黃葉病的防治研究遂朝抗病育種的治標方向進行，並在台灣香蕉研究所已獲至初步的進展。「台蕉一號」(215 號品系)於民國八十一年七月正式命名推廣；至今，在高屏地區的種植面積接近兩千公頃，對維繫台灣香蕉產業暫時發揮了極大的貢獻。然而，台蕉一號有其缺點，如植株較北蕉約高 20 公分，易受風害；生育期較北蕉約長一個月；及對高肥力土壤的需求性強等(參 1)。TCI-229 爲台蕉一號之矮化變異品系，有台蕉一號的耐病優點，與抗風省工的特性，生育期比台蕉一號短 10 天，爲目前香蕉產業急切需求的品系，當具發展潛力(參 2)。在試驗階段，TCI-229 的肥培管理，一般均引用北蕉之施肥推薦量，即每年每株四號複合肥料 1.5~2.0 公斤(參 3)。爲瞭解不同台肥四號複合肥料用量對 TCI-229 品系在生育、產量和後熟品質之影響，並評估該施用量之適當性，以作爲未來正確施肥推薦的參考，遂進行本肥料用量田間試驗。

材料與方法

本試驗在台灣香蕉研究所西海豐農場連續進行兩年，第一年(1995/1996 年期)種植組織培養苗(PC)，第二年(1996/1997 年期)爲宿根吸芽苗栽培(RC)。供試肥料爲台肥四號複合肥料(11-5.5-22)，施用量處理分別爲每年每株 1.0(T1), 1.5(T2)及 2.0(T3)公斤；蕉園採寬窄行密植栽培，寬行距爲 3.0 公尺，窄行距爲 1.2 公尺，株距爲 2.1 至 2.3 公尺，植蕉密度爲每公頃 2,000 株。試驗採逢機完全區集設計(RCBD)，每小區植蕉 76 株，重複三次，計 684 株。

組織培養蕉苗經下游假植馴化後，選擇株高約 15 至 20 公分者，於 1995 年三月定植。供試肥料全量分六次於抽穗前後施用完畢(表 1)，除肥料施用量不同外，蕉園栽培管理均依本所慣行法行之。為提昇蕉果品質，在十月及十一月間增施氯化鉀兩次，每次每株 180 公克。1996 年二月，選留株高約 30 公分之強健吸芽作為宿根栽培之材料。宿根吸芽苗栽培之肥料施用量略為減少，在原組織培養苗栽培下之 T1、T2 及 T3 處理小區內，分別施用四號複合肥料 0.76(RT1)，1.06(RT2)及 1.36(RT3)公斤，在十月底分四次施用完畢(表 1)。留萌初期，各處理蕉株均施用少許台肥一號複合肥料(20-5-10)，以促進蕉苗之發育；宿根栽培中未追施氯化鉀。

以旬為單位，記錄各月份之抽穗蕉株數量，比較不同肥料施用量對蕉株抽穗之影響；並選擇蕉株大量抽穗月份，在果串終花時，採集第三葉片中段十公分寬之樣本，進行抽穗期之葉片礦物營養成份分析。其餘調查項目有蕉株抽穗時之園藝性狀，包括株高、莖周、健葉數、果串之雌花把數與其總果指數等。果串採收時，記錄每一果串之鮮重與採收把數；果串經裝籃後即送至冷藏庫，在 14°C 下貯存。青蕉在催熟前，先回溫至 20°C，以 1,000ppm 乙烯催熟一天後，循 20-18-16-16°C 之降溫模式轉色，待果皮轉色至四級(黃中帶綠)時，調高室溫至 20°C，記錄香蕉果皮達色級指數七級(生理斑點出現)時機，以計算櫥架壽命，並取其果肉測定總可溶性固形物之含量。

蕉園表土(0~15 公分)與底土(15~30 公分)樣本採集於肥料施用前。土壤理化分析方法如下：質地以沉降法測定(參 4)。酸鹼值以玻璃電極法(1:1)測定；有機質含量以 Walkley-Black 法測定；飽和抽出液電導度以電極式電導度計測定；有效性磷以 Olsen 法測定；交換性鉀、鈣、鎂以 1.0N 中性醋酸銨抽取後，以原子吸收光譜儀測定；鐵、錳、銅、鋅以 DTPA 液抽出後，以原子吸收光譜儀測定(參 5)。葉片營養成份分析方法如下：葉片在 70°C 乾燥、磨碎，以濕酸(16NH₂SO₄)法分解後，全氮、磷以比色法測定，鉀以火燄分光光度計測定；鈣、鎂及鐵、錳、銅、鋅等微量元素以乾灰法(500°C)分解，3NHCl 溶解後，以原子吸收光譜儀測定。果肉之總可溶性固形物含量以手提式屈折計測定。數據統計以 SAS 軟體進行鄧肯氏多變域分析(參 7)。

結果與討論

蕉園土壤屬中鹼性、低鹽份之坩質壤土，有機質含量低於 2.0%，土壤交換性鉀嚴重缺乏，交換性鎂略為不足，交換性鈣則極為豐富(表 1)。試驗第一年，10%組織培養苗蕉株於十月份開始抽穗，大量抽穗(70%)則在十一月及十二月，其餘約 20%分散抽穗於一至三月間，各處理蕉株均在三月中完成抽穗。各處理蕉株之累積抽穗率曲線有相當一致的趨勢(圖 1)，顯示 TCI-229 品系組織培養苗蕉株之抽穗情形，不受台肥四號複合肥料施用量(1.0~2.0 公斤之間)的影響。

表 1. 試區土壤之部份物理及化學特性

Table 1. Selected physical and chemical soil in the banana trial plote

Soil depth (cm)	Texture	pHw (1:1)	EC (dSm ⁻¹)	OM (gkg ⁻¹)	Olsen-P			
					ex-K	ex-Ca	ex-Mg	
					(ppm)			
0-15	SiL	8.0	1.14	19.1	22.1	22.9	4,190	80
15-30	SiL	7.7	0.09	11.7	16.8	17.2	2,730	65

表 2. 台肥四號複合肥料施用計劃

Table 2. Time and rate of application of compound fertilizer Tai-Fei No.4 in plant and ratoon croppings of TCI-229

months after planting	cropping(grams)			Ratoon cropping(grams)			
	(%)	T1	T2	T3	RT1	RT2	RT3
1	10	100	150	200	-	-	-
2	10	100	150	200	-	-	-
3	15	150	225	300	105	105	105 ⁽¹⁾
4	25	250	375	500	-	-	-
5	20	200	300	400	160	160	160
6	20	200	300	400	150	225	300
7	-	-	-	-	150	225	300
8	-	-	-	-	300	450	600

(1) compound fertilizer Tai-Fei No.1

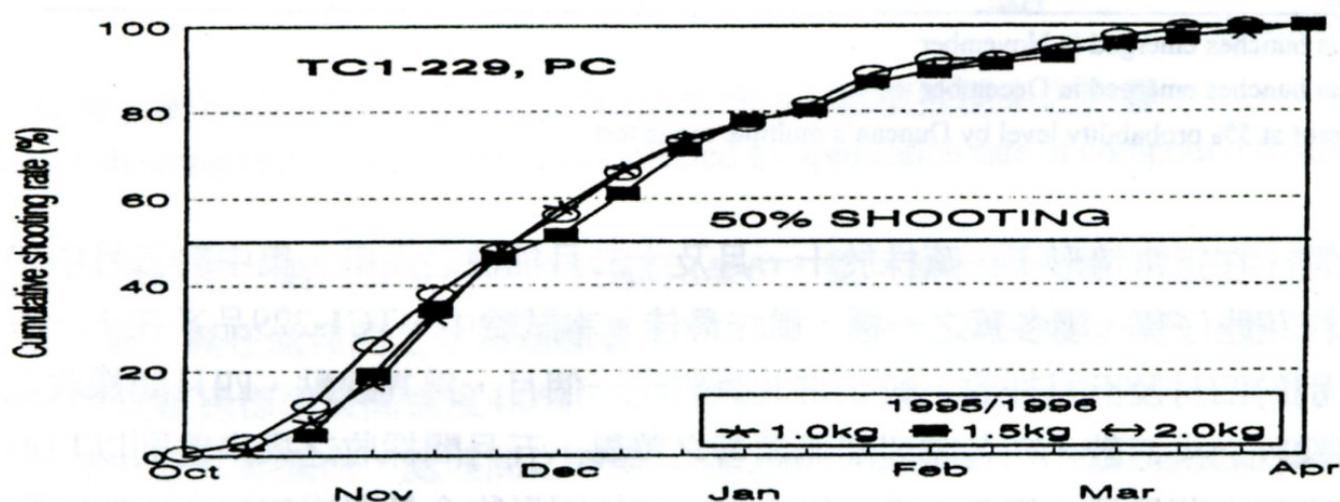


圖 1.台肥四號複合肥料施用量對 TCI-229 組織培養苗蕉株(PC)累積抽穗率之影響。

Fig1.Cumulative shooting rate of TCI-229(PC)as affected by application rate of compound fertilizer Tai-Fei No.4.

十二月抽穗蕉株之葉片營養分析結果顯示(表 3)，處理間之氮、鉀含量隨施肥量而增加，但差異不顯著；磷和鈣、鎂則相反，隨施肥量而減少，其中磷和鎂達 5%之差異顯著水準，各處理間微量元素之含量差異均不顯著。蕉株之生長在外觀上，並不因施肥量而表現任何異狀，蕉株葉片在抽穗時之主要元素和微量元素含量亦均在正常範圍內，顯示台肥四號複台肥料用量由每株 1.0 公斤至 2.0 公斤，尚不致影響蕉株之營養組成(參 6,8)。大量抽穗期(十一月及十二月)抽穗蕉株之園藝性狀調查顯示(表 4)，十一月抽穗之蕉株，在株高、健葉數、和果指數上分別以 T1、T2 及 T3 最具優勢，又分別與 T3、T1 及 T2 差異達顯著水準，在莖周與果把數上之差異則不顯著。十二月抽穗蕉株在上述調查項目中，均不因施肥量而有顯著差異。

表 3.台肥四號複合肥料施用量對TCI-229 組織培養苗蕉株(PC)抽穗時葉片營養成份之影響⁽¹⁾

Table 3. Comparison of leaf nutrient composition of TCI-229(PC) at Shooting stage as affected by application rate of compound fertilizer Tai-Fei NO.4.

Treatment	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
					(ppm)				
T1	2.99	0.20a ⁽²⁾	3.87	1.29	0.31a	114	276	15	22
T2	3.02	0.20ab	3.96	1.21	0.30a	114	312	15	23
T3	3.07	0.19b	4.08	1.15	0.27b	114	307	15	23

(1) means from banana bunches emerged in December

(2) significantly different at 5% probability level by Duncan's multiple range test

表 4. 台肥四號複合肥料施用量對 TCI-229 組織培養苗蕉株(PC)抽穗時園藝性狀影響

Table 4. Comparison of plant characteristics of TCI-229(PC) at Shooting stage as affected by application rate of compound fertilizer Tai-Fei NO.4.

Treatment	Plant height(cm)		Plant girth(cm)		Healthy leaf(No.)		Hands per bunch(No.)		Fingers per bunch(No.)	
	N ⁽¹⁾	D ⁽²⁾	N	D	N	D	N	D	N	D
T1	219.4a ⁽³⁾	225.2	64.8	65.5	14.3b	14.9	9.4	9.7	163.0ab	171.0
T2	216.2ab	226.7	64.2	66.2	14.8a	15.0	9.3	9.7	160.2b	170.0
T3	213.8b	224.8	64.7	66.9	14.6ab	14.8	9.6	9.8	165.4a	174.8

(1) means from banana bunches emerged in November

(2) means from banana bunches emerged in December

(3) significantly different at 5% probability by Duncan's multiple range test

以北蕉而言，在正常情形下，蕉株於十一月及十二月抽穗之果串，集中於三月中旬至四月中旬採收，一般稱作花龍仔蕉，屬冬蕉之一種，風味最佳。本試驗中，TCI-229 品系在十一月及十二月抽穗之果串，分別於四月及五月採收，較正常北蕉約晚一個月，為其缺點。四月間採收之果把數、果串重與五月間採收之果把數，在各處理間無顯著之差異，五月間採收之果串重則以 T1 最低，差異達顯著水準。各處理之蕉果果皮轉色正常，果肉總可溶性固形物含量與樹架壽命均無明顯差異(表 5)。從肥培管理與環境保護的角度衡量，種植 TCI-229 組織培養苗蕉株，每年每株施用台肥四號複合肥料一公斤，即已足夠蕉株生育週期的營養需求。

表 5. 台肥四號複合肥料施用量對 TCI-229 組織培養苗蕉株(PC)產量及蕉果後熟品質之影響⁽¹⁾

Table 5. Effect of application rate of compound fertilizer Tai-Fei No.4. on bunch weight and selected post-harvest quality attributes of TCI-229(PC)

Treatment	Hand harvested per bunch		Bunch weight(kg)		Total soluble solid contents(°Brix)		Shelf life(day)	
	N ⁽¹⁾	D ⁽²⁾	N	D	N	D	N	D
T1	9.4	8.8	21.0	21.6	23.5	23.2	4.2	4.2
T2	9.4	8.9	20.8	22.7	23.4	23.0	4.3	4.2
T3	9.5	9.0	22.7	23.0	23.3	23.2	4.3	4.3

(1) means from banana bunches emerged in November

(2) means from banana bunches emerged in December

第二年宿根栽培蕉株受充沛雨量與地下水位長期高升的影響，於八月下旬陸續抽穗後，大量抽穗(40%)分佈在十月及十一月間，20%在十二月與二月間，另有 20%則延至三月以後，使 TCI-229 宿根栽

培蕉株之累積抽穗率曲線具有 S(sigmoid)形特性(圖 2)，累積抽穗率達 80% 需時六個月以上，組織培養苗栽培僅需三個月，嚴重影響香蕉產期和蕉園作業。從三個處理的相對累積抽穗趨勢得知，除 RT1 較 RT2 及 RT3 處理落後約一旬外，四號複合肥料用量並不影響該品系宿根栽培的抽穗始期與抽穗率分佈；整體而言，本試驗中施肥量之差異對 TC1-229 在抽穗上的影響有限。

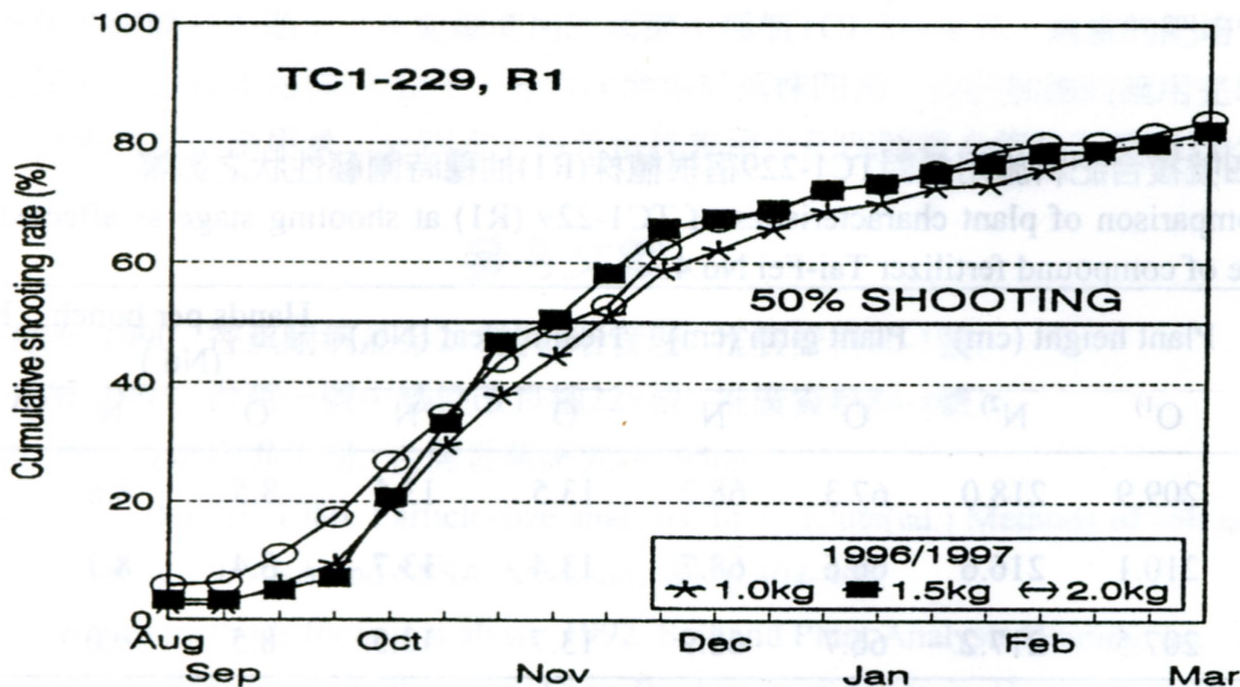


圖 2. 台肥四號複合肥料施用量對 TC1-229 宿根苗蕉株(R1) 累積抽穗率之影響。

Fig2. Cumulative shooting rate of TC1-229(R1) as affected by application rate of compound fertilizer Tai-Fei No.4.

宿根蕉株抽穗時第三葉片營養成份分析顯示(表 6)，氮、鈣及鎂含量均隨施用量而減少，以 RT1 處理最高，其中氮、鎂在處理間之差異達顯著水準；磷含量亦以 RT1 處理最高，達差異顯著水準；鉀含量在各處理中均超過標準最高濃度 4.0%，RT3 處理之鈣含量卻接近標準最低濃度 0.8%。各處理之微量元素含量都在正常範圍內，處理間之差異，則以鐵、錳較大。和組織培養苗植株比較，宿根栽培在未補施氯化鉀的情況下，植株之鉀含量反而相對較高，鈣含量則較低，鉀、鈣元素的平衡值得注意。磷及鎂含量相當一致；與組織培養苗蕉株相反，宿根蕉株之氮含量有隨施用量而減少的趨勢。微量元素除銅、鋅外，宿根蕉株之鐵、錳含量較組織培養苗蕉株為低。

表 6. 台肥四號複合肥料施用量對 TC1-229 宿根植株(R1) 抽穗時葉片營養組成之影響⁽¹⁾

Table 6. Comparison of leaf nutrient composition of TC1-229(R1) at Shooting stage as affected by application rate of compound fertilizer Tai-Fei N0.4.

Treatment	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	(%)					(ppm)			
RT1	3.08a ²⁽²⁾	0.19a	4.17	0.96	0.33a	97.9a	190.7	17.7	19.3
RTZ	3.01ab	0.18b	4.33	0.91	0.27b	102.4a	201.0b	17.7	18.9
RT3	2.82b	0.19ab	4.24	0.82	0.27b	82.2b	248.0a	17.7	18.9

(1)means from the third leaves of bananas shooting in November

(2)significantly differentat 5% probability level by Duncan's multiple range test

宿根蕉株在抽穗盛期(十月及十一月)之園藝性狀調查列於表 7。從各處理間蕉株株高、莖周與健葉數來看，不論是十月或十一月抽穗的蕉株，四號複合肥料施用量由 0.76 至 1.36 公斤，對 TCI-229 宿根蕉株的營養生長影響極微。花芽分化後的果把數與果指數則以 RT3 處理為最高，但與 RT1、RT2 間的差異在統計上均不顯著。在採收時之平均果串重量上，反以 RT1 處理為最高，差異亦未達顯著水準。

果肉總可溶性固形物含量不受施肥量影響；在十一月抽穗、肥料施用量為 RT3 之蕉果櫥架壽命較 RT1 及 RT2 長約 0.5 日，並達顯著水準(表 8)。

表 7.台肥四號複合肥料施用量對 TCI-229 宿根植株(RI)抽穗時園藝性狀之影響

Table 7.comparison of plant characteristics of TCI-229(RI) at shootingstage as affected by application rate of compound fertilizer Tai-Fei No.4.

Treatment	Plant height(cm)		Plant girth(cm)		Health leaf(No)		Hands per bunch(No)		Fingers per bunch(No)	
	O ⁽¹⁾	N ⁽²⁾	O	N	O	N	O	N	O	N
RT1	209.9	218.0	67.3	68.2	13.5	13.5	8.5	8.6	134.8	143.5
RT2	210.1	216.6	66.6	68.7	13.4	13.7	8.4	8.7	131.4	145.8
RT3	207.5	217.2	66.7	68.9	13.7	13.5	8.5	9.0	136.0	149.6

(1)means from banana bunches emerged in October

(2)means from banana bunches emerged in November

以十一月份抽穗之宿根蕉株和組織培養苗蕉株比較，前者較為粗壯，活葉數約少一葉，花芽分化之果把數和果指數分別少 0.6 把和 16 指，應為蕉株生育初期與花芽分化期的過多之雨量所致。為避免果串飽滿速度遲緩，農場技工在進行果串疏果整把作業時，平均每串僅保留 6.9 果把(表 8)，平均採收果串重量為 16.2 公斤，和前作保留 9.4 把、平均果串重量 21.5 公斤比較，減少了 2.5 把、5.3 公斤，平均減產約 25%，此乃蕉園管理在理念上的偏差所造成。果指後熟品質上，宿根栽培之果肉總可溶性固形物含量約低 1.1%，櫥架壽命差異則不大。

表 8.台肥四號複合肥料施用量對 TCI-229 宿根植株(RI)產量與後熟品質之影響

Table 8.Effect of application rate of compound fertilizerTai-Fei No.4. on bunch weight and selected Post-harvest quality attributes of TCI-229(PC).

Treatment	Hands harvested per bunch		Bunch weight(kg)		Total soluble solid contents(⁰ Brix)		Shelf life(day)	
	O ⁽¹⁾	N ⁽²⁾	O	N	O	N	O	N
RT1	6.7a ⁽³⁾	6.9	14.5	16.5	22.9	22.3	3.9	4.0b
RT2	6.4b	6.9	14.0	16.1	22.7	22.4	4.0	3.9b
RT3	6.4b	6.9	14.1	16.0	22.6	22.1	3.9	4.5a

(1)means from banana bunches emerged in October

(2)means from banana bunches emerged in November

(3)significantly different at 5% probability level by Duncan's multiple range test

本試區植蕉已連續經營四年，每年除施用台肥四號複合肥料外，所有前作之枯葉、殘株均留置原地，任其腐敗分解後的礦物營養，循環供給下年期作使用，土壤中主要的養份移出為果串之採收。對 TC1-229 之宿根栽培而言，平均施肥量雖較組織培養苗栽培減少 0.44 公斤，惟施肥量對各處理抽穗情形及抽穗時蕉株葉片之養份含量影響極為有限，對蕉株抽穗時之園藝性狀、產量和後熟之影響亦極微。因此，兩年的試驗結果顯示，在連續使用的蕉園中種植 TC1-229 品系，適當的肥培管理，為採用台肥四號複合肥料，以每年每株 1.0 公斤，分六次撒施於蕉株四週，並於抽穗前施用完畢。宿根苗栽培可酌情減少施肥次數與施用量，分四次，每年每株施用台肥四號複合肥料不超過 1.0 公斤即可。

參考文獻

- 1.台灣香蕉研究所.1990.香蕉耐病品系 215 號栽培管理。推廣資料 80-1 號。
- 2.台灣香蕉研究所.1995.台蕉一號中矮性改良種 229 號。推廣資料 84-1 號。
- 3.賴宏輝.1985.香蕉栽培指導手冊。台灣香蕉研究所.95pp。
- 4.Gee,G.W.and J.W. Bander.1986.Particl-size analysis. In A. Klute(ed.) Methods of soil analysis. Part 1.2nd ed. Agron. Monogr.9.ASA and SSSA, Madison, WI.p.404-409.
- 5.Handbook on reference methods for soil analysis.1992.Soil and Plant Analysis Council,Inc....202pp.
- 6.Robinson,J.C.1996.Bananas and Plantains.Crop.Production Science in Horticulture Series 5.CAB INTERNATIONAL,UK.238pp.
- 7.SAS Institute.1987.SAS/STAT guide for personal computers.SAS Inst.,Cary,NC.
- 8.Stover,R.H.and N.W.Simmonds,1991.Bananas.(3rd ed.)Longman Scientific and Technical.468pp.

Abstract

Field trials on the effect of three levels(1.0 , 1.5 and 2.0 kg / plant / year in plant cropping , and 0.76 , 1.06 and 1.36 hg / plant / year in ratoon cropping) of compound fertilizer Tai-Fei No.4. on the vegetative growth , yield and post-harvest quality attributes of TC1-229 , a semi-dwarf wilt-resistant banana clone,were conducted on a soil of silt loam with a pH of 8.0 and 2% of organic matter for two consecutive years. Results indicated that leaf nutrient composition shooting stage was within a normal range in both croppings, the contents, of P and Mg were inversely related to the application rate and were significantly different (P=0.05) between treatments. Results also showed that application rates had no significant effects on bunch emergence, numbers of healthy leaf, height and girth of plants, numbers of hand and finger, and weight of bunches, as well as total soluble solids content and shelf life of fruits.

An appropriate way of fertilizer application for TC1-229 is suggested. In a plant cropping one kilogram of compound fertilizer Tai-Fei No.4. Is split into six dosages , with each dosage the fertilizer is monthly broadcast until shortly before bunch emergence. In a ratoon cropping the quantity and dosage of fertilizer adopted in the plant cropping could both be reduced.