

氮肥施用量對北蕉生育、產量與品質之影響

**The Growth, Yield and Postharvest Quality of
Giant Cavendish as Affected by Rate of Nitrogen**

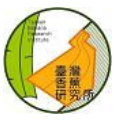
蔣世超 張春梅 陳美珍

by

Shih-Chao Chiang, Chun-Mei Chang and Mei-Jen Chen

中國園藝第四十二卷第一期抽印本
中華民國八十五年三月

Reprinted from
Journal of The Chinese Society for Horticultural Science
Vol. 42. No. 1, March 1996



氮肥施用量對北蕉生育、產量與品質之影響

The Growth, Yield and Postharvest Quality of Giant Cavendish as Affected by Rate of Nitrogen

蔣世超 張春梅 陳美珍

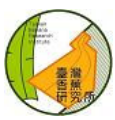
by

Shih-Chao Chiang, Chun-Mei Chang and Mei-Jen Chen

關鍵字：香蕉、氮肥、礦物營養組成、後熟品質、兩段著色、櫛架壽命、葉面積

摘要：在有機質含量 2% 的坵質壤土新植北蕉（Giant Cavendish, AAA group）組織培養苗，肥料施用量分別為每株每年尿素 0，205，410 及 820 公克。試驗結果顯示，施用 205 公克尿素應足夠蕉株全生育期所需之氮量；和施用 410 公克與 820 公克/年/株比較，蕉株的生長與發育並未受阻，抽穗亦正常；平均果串重和可溶性固形物含量之差異雖不顯著，卻有提高的趨勢。少施氮肥還可增加櫛架壽命，延長商品價值。從肥培管理的觀點而言，蕉園中普遍施用過量氮肥是台蕉品質變劣的主要原因之一；為確保香蕉外銷事業的永續經營，恢復台蕉原有優良風味，降低生產成本，減少氮肥施用是簡單可行的辦法。經由土壤分析與植體營養診斷，顯示磷肥仍有減施空間，鉀肥則可酌量增施。

-
1. 台灣香蕉研究所副研究員及研究助理. Associate researcher and research assistants, Taiwan Banana Research Institute, Pingtung, Taiwan, ROC.
 2. 本文於民國 84 年 9 月 20 日收到. Date received for publication : Sep. 20. 1995.



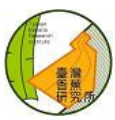
前言

台灣地處亞熱帶地區，土壤有機質在高溫多雨的條件下分解快速，有機質含量低於百分之二的耕作土壤超過百分之六十^(1,8)，土壤緩效性氮源普遍不足，作物生長所需之氮多仰賴化學肥料。因此，本省農民在農地密集使用下進行作物栽培管理時，為求作物生長快速，並達到增產或維持高產的目的，對氮肥的施用及氮量的補充特別重視。多年來，化學肥料價格相對低廉，助長了增施氮肥的趨勢。農民們為求改善土壤，從商品有機肥，到自製堆廐肥和田間綠肥等，都成為最常施用的含氮物質；農民間為爭取田園管理良好口碑的心理因素，也是導致多施含氮肥料的主因。然而在施用氮肥的正面效果被肯定時，合理而有效率的施肥法卻被忽略。以三要素而言，台灣地區平均施肥量每公頃達465公斤，居世界第二位⁽³⁾，且有逐年增加的趨勢。在多種作物栽培中，肥料超施的情況極為嚴重。

在香蕉栽培中，氮肥超施的情形亦同樣發生。長久以來，各蕉園的肥培管理，在缺乏土壤與植體分析依據的背景，氮素單質肥料推薦量一律為每株香蕉施用尿素410公克，相當於189公克氮，或四號複合肥料1.5至2.0公斤，相當於165至220公克氮。這二種推薦量均超過蕉株在全生育期中自土壤所吸收的總平均量，亦即120公克氮⁽⁹⁾。除蕉園土壤中原有的氮含量外，多數蕉農在種植前或中耕時加施各類有機質肥料，如牛糞、豆餅、豆粕、及其它商業有機肥，使氮素超量供應的情形在各地蕉園中普遍存在。林氏⁽²⁾指出，高屏地區有四分之三的蕉農曾施用四號複合肥料（11-5.5-22）在每株三公斤以上，甚至在採收期仍追施氮肥，已使氮肥的供應，達到嚴重超量的地步。對香蕉栽培的成本分析同時顯示⁽⁴⁾，肥料為除人工外的第一大開支，約佔直接生產成本的百分之二十。

對多數作物而言，氮肥在多施或作物吸收過量時，所造成的效應是植體多汁，纖維柔弱，植株徒長，易於倒伏或罹患霜害與病蟲害等，特別是在另一主要營養元素—鉀的相對供應不足時，情況更為嚴重。作物若含氮充裕，生長快速，其他營養成份如磷、鉀、鈣、鎂及硫等元素的需求量也相對增加，稍有疏忽，即影響作物的均衡生長與收成品質。唯有及時注意並增施各種不足的元素，始能避免營養障礙的發生。如此徒增生產勞力和材料成本的支出，且加速土壤鹽類累積，惡化土壤品質。植物體含氮過高，還會延長生育期，降低果實品質，減短櫥架壽命。鄭氏⁽⁴⁾在研究香蕉兩段著色問題上指出，施氮量高的蕉園土壤中，硝酸態氮（NO₃-N）含量明顯提高；香蕉採收時，蕉株汁液中硝酸態氮含量高者，果指發生兩段著色情形也較嚴重。果指中硝酸鹽含量若增加，勢必助長消費者對食用香蕉在健康上所帶來疑慮。

北蕉的香甜與適口性等優良特殊風味，在日本香蕉市場上曾經獨步一方，深得日本消費大眾的青睞，惟台蕉輸日在三十年前步過鼎盛的黃金時代，目前正面臨著品質衰退，銷售數量銳減的危機。近年來，進口台蕉的日本加工業者屢次反映，台灣香蕉除外表擦壓傷嚴重外，並已逐漸失去早期所獨有的香甜與適口性，櫥架壽命亦減短，要求研究改進並提出警訊，台蕉若不能及時恢復昔日日本消費者所獨鍾的台蕉風味，將無法以高價位和菲律賓蕉、中南美蕉競爭。



在現行的台蕉輸日制度下，只要果把在外觀上的品質符合外銷標準，在風味上的品質並不受到重視；蕉農們所普遍追求的則是儘量施用肥料以提高產量，創造利潤。台蕉品質逐年降低可能與長期以來蕉農施氮過量，蕉株營養失衡，蕉園土壤障礙有密切的關聯。無論從農業生產或環境保護的觀點來考量，現代化蕉園的氮肥施用管理，需要以嚴肅的態度來作全面的檢討與評估。

北蕉為本省植蕉最重要品系之一；然而有關氮肥施用量與北蕉生育及後熟品質的完整資料，卻付之闕如。因此，本試驗之目的乃從香蕉肥培管理的角度，探討不同氮肥施用量對北蕉生育、產量和品質的影響，以作為蕉園合理施肥改進的參考。

材料與方法

試驗於屏東縣九如鄉台灣香蕉研究所西海豐農場進行。該地區土壤為砂岩頁岩及粘板岩混合的石灰性沖積土，屬中等質地，具塊狀團粒構造的壤土或玢壤土。前作為甘蕉，過去數年中曾施用糖廠濾泥，交換性鈣含量豐富，其部份土壤理化特性如表一所示。試驗區土壤為低鹽份中鹼性之玢質壤土，有機質含量為 2%，交換性鉀偏低。供試品種為北蕉。蕉園經整地後採寬窄行密植栽培，寬行距為 3.0 公尺，窄行距為 1.2 公尺，株距為 2.1 至 2.3 公尺，植蕉密度為每公頃 2,000 株組織培養苗。

蕉苗經下游假植馴化後，選擇株高約 15 至 20 公分的蕉苗，於 82 年 5 月中旬定植。肥料施用以目前單質肥料推薦量，每株尿素 410 公克 (1N)，過磷酸鈣 880 公克，及氯化鉀 750 公克為對照，分別相當於氮 189 公克，磷軒 (P205) 158 公克，及氧化鉀 (K20) 450 公克；其它氮量處理分別為 0 公克 (0N)，205 公克 (1/2N) 及 820 公克 (2N) 等三級；各處理之磷鉀肥種類和用量與對照相同。三種肥料均以環狀撒施法分五次同時施用，施用量和施用日期如表二所示。在蕉苗定植初期至氮肥處理之前，曾二次施用四號複肥，計 95 公克，相當於氮 10.5 公克，磷酐 5.2 公克，及氧化鉀 20.9 公克。試驗採逢機完全區集設計，四處理，重覆四次，每十區植蕉 36 株，計 576 株。

蕉株生育期間之蕉園管理，除定期作葉片病蟲害防治外，並依土壤水份狀況，適時進行溝灌。每十區中選擇 16 株生長勢相似蕉株作定期生育調查，記錄抽穗日期、產量，並評估後熟品質；品質評比樣本均為第一把果手（俗稱獅頭把）。催熟條件為在 20°C 下，以 1,000 ppm 乙烯催熟 24 小時後，同溫轉色。花芽分化期及抽穗期葉片礦物營養組成係採集第三葉片中央 10 公分樣本，經烘乾，磨碎，以酸分解後，以火燄分光儀及原子吸光光譜儀分別測定。抽穗前總葉綠素以二甲甲醯胺法⁽⁶⁾抽取，以紫外光光譜儀測定之。果串採收後，採取表土 (0~30 公分) 樣本進行土壤化學分析。另於各處理中選擇二月中旬抽穗蕉株一株，以假莖為中心，在距蕉株 30 公分處掘出一左右各寬 45 公分，長 50 公分，深 60 公分土體，收集該土體 (0.27 立方公尺) 中之根群，在 65°C 烘乾後，以計算各處理蕉株在土體中之根群密度，並記錄該土體剖面 (90 公分×60 公分) 內的根群分佈位置。抽穗期之第三葉片葉面積以 AGVISION 軟體測定。統計測驗採鄧肯氏多變域分析。

結果與討論

定植之北蕉組織培養苗中，發生形態上變異者約佔1%，植株生育初期有數起嵌紋病病例發生，病株均及時剷除，變異株則被排除於試驗調查及採樣之外。試驗中無黃葉病病例，惟在抽穗後，0N處理之黃化老葉數較其他處理為多。土壤分析結果顯示，施用化學肥料後，磷鉀鈣等稍有累積的現象，惟有效性鉀含量仍然偏低；表土可溶性鹽類亦相對增加，微量元素含量則無改變（資料未列）。

各處理之抽穗始期相當接近（圖1），分別為1N與2N在11月下旬，1/2N在12月上旬，0N在12月中旬，各處理中蕉株全數抽穗終止期則有極大的差異。0N雖僅較1/2N晚一旬抽穗，因抽穗期不一致，卻延後50天始全數抽穗完畢；1N與2N在同旬抽穗，後者也延遲40天。1/2N較1N晚一旬抽穗，蕉園抽穗期僅多10天。施用氮肥推薦量之半（1/2N）與推薦量（1N）的處理，其抽穗期分別為150天與140天；不施氮肥（0N）與施用推薦量兩倍（2N）的處理，則分別為200天和180天。在蕉園肥培管理中，不施氮肥之蕉株仍可利用土壤中固有的氮源，維持相當程度的生長，完成抽穗階段，惟蕉園抽穗期延長；2N處理提供充裕氮源，雖可達到提早抽穗的目的，其抽穗期亦稍長。以施氮量而言，0N與2N比1/2N及1N分別有不及與過之的缺點。累積抽穗率達50%時，分別為0N在二月中旬，1/2N在一月上旬，1N及2N在十二月下旬；亦即施用推薦量半數處理僅較1N與2N遲10天，0N則遲50天。各處理在抽穗開始60天後之累積抽穗率，除0N外，均可達到90%（圖1），亦即二月上旬。此結果顯示，蕉園不施氮肥，將延長蕉株生育期，延緩香蕉收成；施用氮肥，可提早抽穗始期一至二旬，而施用量在現行推薦量的一半即已足夠。

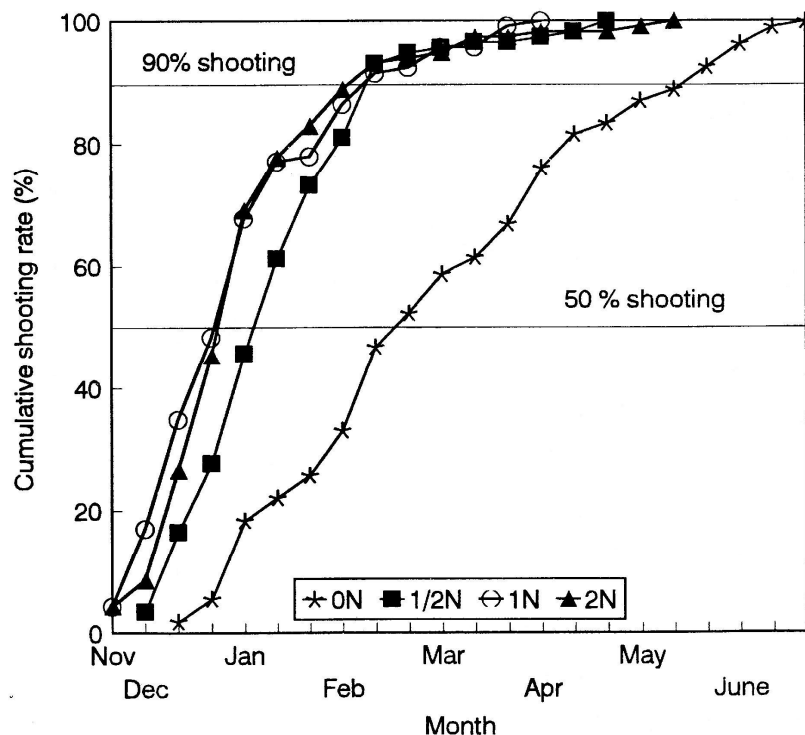


圖 1. 施氮量對北蕉累積抽穗率之影響

Fig. 1. Cumulative shooting percentage of Giant Cavendish under various rates of nitrogen

在花芽分化末期（抽穗前）的葉片葉綠素總含量（葉綠素_a和葉綠素_b）隨施氮量而增加（ $r^2=0.757^{**}$ ），除 1N 及 2N 外，其它處理間之差異均達顯著水準（圖 2），表示過量施用氮肥（2N），並不能有效地增加香蕉葉片中製造養份的光能吸收體。各處理蕉株葉片的礦物營養分析顯示（表 3），在花芽分化期與抽穗期，葉片氮含量均隨施氮量增加，0N 與三個施氮處理的差異達顯著水準，三個施氮量間之差異則不顯著；含氮量有隨蕉齡降低的趨勢。花芽分化期的磷含量以 1/2N 最高；至抽穗期，0N 處理稍有累積，1/2N 則相反，1N 與 2N 相當穩定。在兩個生育期中，鉀含量均隨施氮量而減少，亦隨蕉齡而降低。鈣含量隨施氮量增加，且與氮含量間有極高的相關性（花芽分化期， $r^2=0.726^{**}$ ；抽穗期， $r^2=0.494$ ）。和氮含量不同者為，鈣有隨蕉齡累積的現象。鎂含量則因蕉齡和施氮量而異，在花芽分化期均呈極顯著之負相關（ $r^2=0.610^{**}$ ； $r^2=0.331^{**}$ ）。

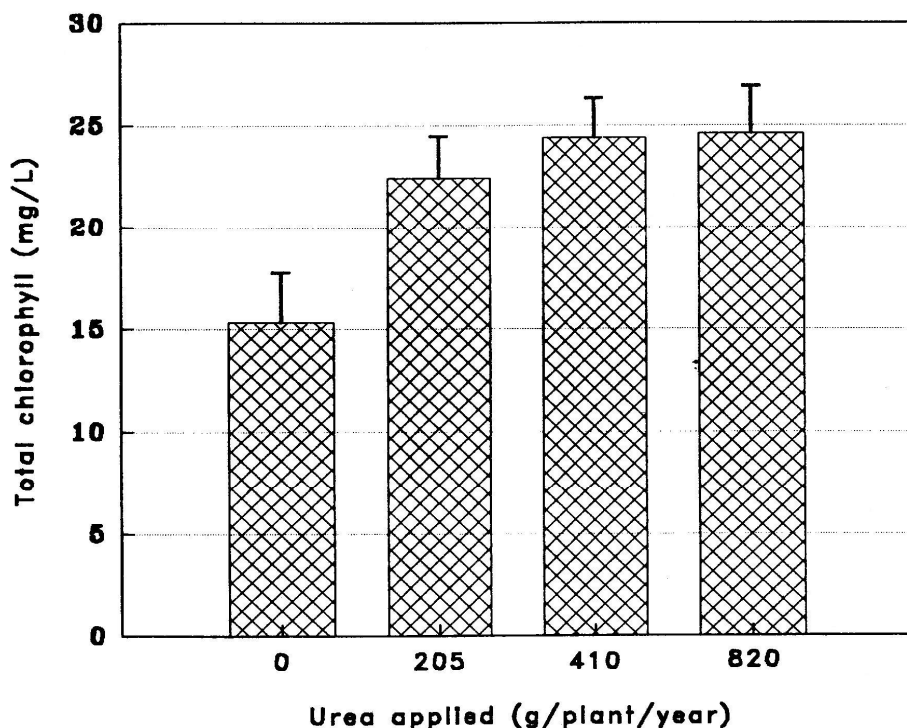
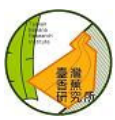


圖 2. 尿素施用量對北蕉葉片葉綠素含量之影響

Fig. 2. Total leaf chlorophyll of Giant Cavendish as affected by rate of urea. Error bars indicate one standard deviation.

蕉株抽穗時的生育調查顯示（表 4），0N 處理的活葉數、株高和莖周均顯著低於 1/2N 處理。在施氮處理中，活葉數以 1/2N 較低，但差異不顯著；株高和莖周均較 1N 和 2N 高，且達顯著水準。果把數和果指數以 0N 為最低，和各處理差異達顯著水準；施氮處理間雖無顯著差異，但經過疏整果把後的平均果串重，以 2N 為最高，可溶性固形物含量亦然。值得注意的是，0N 處理的果串重雖較施氮處理低約 21~25%，在可溶性固形物含量上的差異僅有 0.5~1.0⁰Brix。此結果顯示，香蕉的生育性狀與產量可因氮肥施用而有顯著差異，但對果肉可溶性固形物含量的提升卻有限；氮肥施用過多（2N），和完全不施氮肥（0N）均導致果肉可溶性固形物含量降低。



香蕉果指在採收經催熟處理後，正常的果指應逐漸由綠色轉為黃色。在轉色過程中，若發生轉黃不均或維持原有青綠色的現象，稱為果指兩段著色，俗名青丹，香蕉發生嚴重兩段著色的季節集中在每年四至六月間。果指發生兩段著色現象，為香蕉品質上的一大缺點，影響香蕉在市場上的價格，成為近年來日本香蕉進口業者關切的焦點。四至六月採收的香蕉經催熟調查後發現，不施氮肥（0N）的嚴重兩段著色發生率為 2.6%，施氮處理平均為 6.3%；輕微兩段著色發生率則分別為 0%及 27.7%。此結果顯示，北蕉在施用氮肥後，兩段著色發生率大幅度上升，與鄭氏⁽⁴⁾的說法相同，但施氮量與兩段著色發生率之間則無明顯關係（表 5）。故解決兩段著色問題是否應從營養方向著手仍待商榷。

表 1. 供試蕉園土壤部份理化特性

Table 1. Selected physical and chemical properties of soil used in the studies.

Depth (cm)	Texture	pH _w (1:1)	EC* (Sm ⁻¹)	O.M. (gkg ⁻¹)	P ⁺	Ex-K	Ex-Ca	Ex-Mg
					(mgkg ⁻¹)			
0-30	SiL ⁻	8.16	10.6	20.3	9.63	18.8	4830	105.0
30-60	L ⁻	8.21	9.2	14.8	6.04	18.8	3580	72.5

* Electrical conductivity of saturated soil extract.

+ Olsen's available phosphorus.

— Silt loam and loam, respectively.

表 2. 三要素施用日期及施用量

Table 2. Date and amount of fertilizers applied to plots.

Date applied	Amount applied (%)	Mixed fertilizer No. 4	Urea (g/plant)			Calcium super - phosphate	Potassium chloride
82.6.28	—	30				—	—
82.7.9	—	65	1/2N	1N	2N	—	—
82.7.30	10	—	21	41	82	88	75
82.9.3	15	—	31	62	123	132	113
82.9.27	25	—	51	103	205	220	188
82.11.8	30	—	62	123	246	264	225
82.12.21	20	—	41	82	164	176	150
Total	100	95	206	411	820	880	751

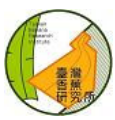


表 3. 施氮量對蕉株葉片營養組成之影響

Table 3. Effect of nitrogen rate on mineral elements in studied banana leaf.

Growth stage	Rate applied	N	P	K	Ca	Mg
		(%)				
Flower differentiation	0N	2.51 b*	0.185 ^a	4.14 ^a	0.54 ^b	0.33
	1/2N	3.13 a	0.200 ^a	4.14 ^a	0.71 ^a	0.37 ^b
	1N	3.05 a	0.188 ^a	4.01 ^{ab}	0.74 ^a	0.36 ^b
	2N	3.20 a	0.185 ^a	3.79 ^b	0.78 ^a	0.40 ^a
Shooting	0N	2.07 b*	0.203 ^a	3.79 ^a	1.02 ^b	0.53 ^a
	1/2N	2.63 a	0.185 ^b	3.54 ^b	1.28 ^a	0.45 ^b
	1N	2.65 a	0.190 ^{ab}	3.41 ^b	1.43 ^a	0.46 ^b
	2N	2.75 a	0.188 ^{ab}	3.40 ^b	1.27 ^a	0.46 ^b

*Different letters in a column denote significant difference at the 0.05 level.

表 4. 施氮量對北蕉蕉株生育、產量與糖度之影響

Table 4. Effect of nitrogen rate on growth yield and total soluble solids of Giant Cavendish.

Date applied	Leaf * number	Plant Height (cm)	Plant Girth (cm)	Hands per bunch	Fingers per bunch	Bunch weight (kg)	Total soluble solids (°Brix)
0N	13.95 ^{b-}	266.8 ^b	65.8 ^c	6.84 ^b	115.4 ^b	22.34 ^b	20.3 ^b
1/2N	15.66 ^a	283.8 ^a	70.7 ^a	7.38 ^a	129.6 ^a	29.68 ^a	21.3 ^a
1N	16.03 ^a	269.7 ^b	68.1 ^b	7.34 ^a	126.7 ^a	28.23 ^a	21.2 ^a
2N	15.83 ^a	273.1 ^b	67.3 ^{bc}	7.55 ^a	127.8 ^a	28.69 ^a	20.8 ^{ab}

* Number of healthy leaf at flowering.

+ Pseudostem circumference at 30 cm from soil surface.

- Different letters in a column denote significant difference at the 0.05 level.

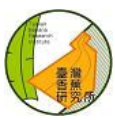


表 5. 施氮量對果指兩段著色發生率之影響

Table 5. Effect of nitrogen rate on uneven degreening of Giant Cavendish fingers.

Rate applied	Hands* investi- gated	(%) % Uneven degreening		
		Slight	Severe	Total
0N	39	0	2.56	2.56
1/2N	54	31.49	7.41	38.90
1N	51	27.45	1.96	29.41
2N	54	24.08	9.26	33.34
Average +		27.67	6.29	33.96

* First hand of investigated bunch ; treated with 1,000ppm of ethylene for 24 hours at 20°C and degreened at same temperature.

+ Means from nitrogen-applied treatments.

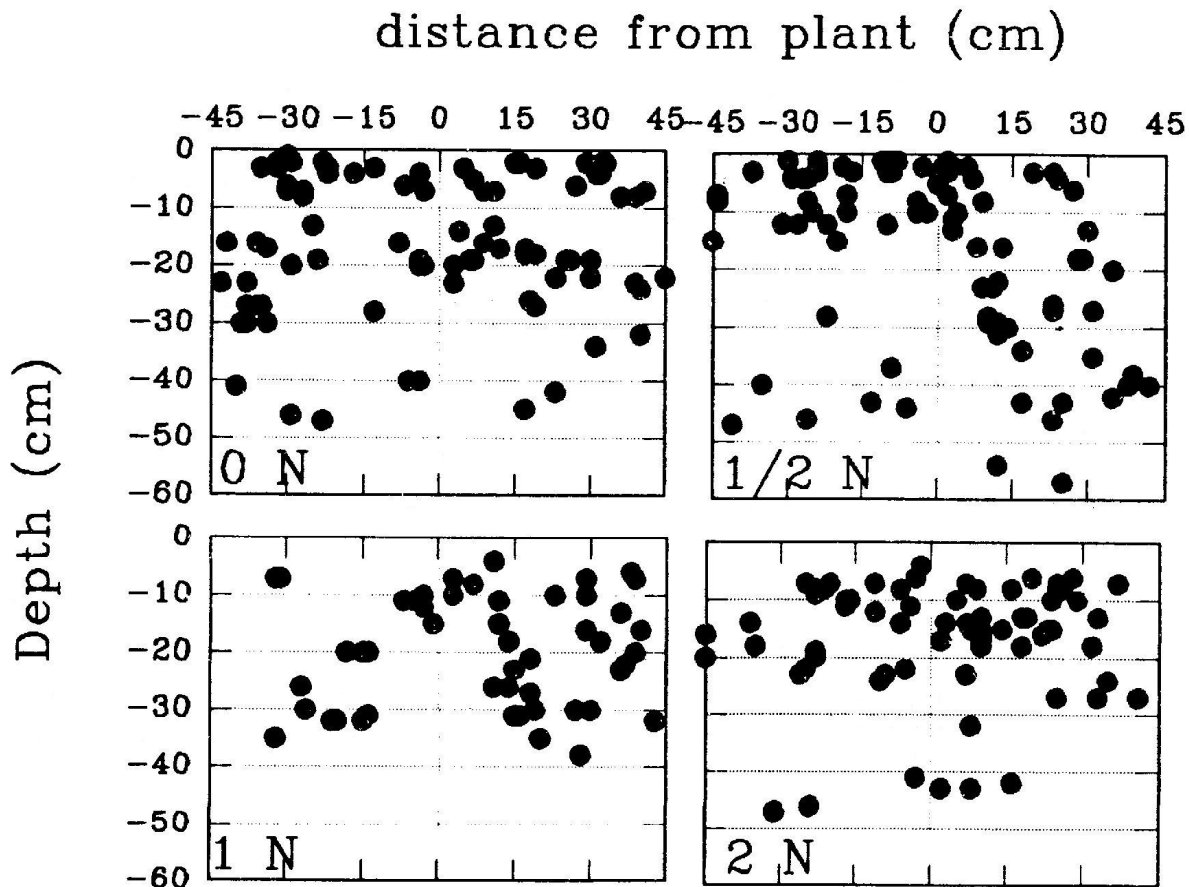
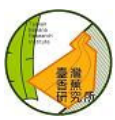


圖 3. 施氮量對北蕉根系分佈之影響

Fig. 3. Effect of nitrogen rate on root distribution of Giant Cavendish in soil profile.

圖 3 . 施氮量對北蕉根系分佈之影響

Fig. 3. Effect of nitrogen rate on root distribution of Giant Cavendish in soil profile.



在四月份與五月份分二批隨機抽取元月份抽穗的果串，調查其果指櫛架壽命（色級指數由第四級轉至第七級生理斑點出現時）發現，施用氮肥將縮短櫛架壽命，且有隨施氮量增加而減短的趨勢（表 6）。和 0N 比較，2N 處理的果指櫛架壽命幾乎減半，可由 4~5 天縮短為 2~2.5 天。

對不同施氮量處理蕉株根系的觀查結果顯示（表 7），1/2N 處理之總根數與其乾重為各處理中最高者，表示該氮肥用量對蕉株根系的發育最為適當。1N 和 2N 處理的根群多為粗大者，但 1N 與 2N 處理在接近地表的根群數目顯然較 0N 及 1/2N 為少（圖 3），此可能為 1N 以上的氮量改變了表土層的生化條件，進而影響根系在地表附近的分佈和發育的結果。0N 處理之蕉株根數與 1/2N 相當，但由乾重上的差異可知，0N 處理多為細根。

各處理葉片面積測定與根群乾重有相似的結果，以 1/2N 最高，0N 最低，施氮處理間之差異不明顯，但均高於無氮區（表 7）。以葉面積與葉長、葉寬乘積所進行之迴歸分析顯示：北蕉抽穗期之第三葉片面積可由下列公式估算：葉面積 = $0.783 \times \text{葉長} \times \text{葉寬}$ ($r^2=0.998^{**}$)。葉面積和根群乾重之間有極顯著的相關 ($r^2=0.545^{**}$)。

由蕉株葉片的礦物營養狀態、園藝性狀、後熟品質、生產成本與環境保護的觀點看來，在土壤有機質含量 2% 左右的新值蕉園中定植北蕉組織培養苗，若不施氮肥將延長蕉株生育期，延緩香蕉收成。施用氮肥，可提早抽穗一至二旬；施用量在目前標準推荐量的一半時，即每株每年尿素 205 公克，配合全量磷鉀肥的施用，應可滿足蕉抹在整個生育期的營養需求，同時在產量和品質方面，也能表現與施用推荐量的相同水準。施氮量超過 205 公克尿素，屬於奢侈的消耗 (luxurious consumption)，在無形中不僅造成了能源及蕉農成本的浪費，還增大了水源及生態環境污染的潛在危機，特別是在以溝灌及淹灌為主的蕉園中，肥料的流失更形嚴重。氮肥施用量對香蕉宿根栽培之影響，有待進一步評估。

香蕉為需鉀量相當大的作物，試驗結果同時顯示，多施氮肥導致值體鉀含量的降低；欲維持蕉株正常的生育機能和果實品質，應增加土壤中有效性鉀的供應，避免由養份不平衡所造成產量降低、品質變劣的損失。

一般而言，蕉農對其所擁有的蕉園土壤及其肥方狀況多無正確的認知，僅憑經驗和直覺，或由蕉農間經口傳方式來作肥培管理；如此不科學的蕉園經營法，不僅費時、耗材，甚至因超施肥料造成的土壤品質惡化，產量和品質未能達到生產潛能而不自知，實為蕉農的無形損失 (hidden loss)。從肥培管理的觀點而言，蕉園中普遍施用過量氮肥是台蕉品質變劣的主要原因之一，為了促進蕉園土壤的永續利用，降低香蕉生產成本，恢復白蕉原有品質，防患水源受到污染，適當地減施氮肥應是可行之道。若能酌量添加有機質肥料，不僅改善土壤物理、化學及生物性質，且有保肥、延長肥效的功能。蕉園土壤與蕉株植體分析為決定施肥量的最佳參考指標，了解蕉園土壤特性後，再決定適當的施肥量，避免肥料超施，降低環境污染，利人利己，應是現代蕉農不可或缺的體認。

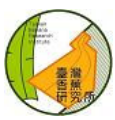


表 6. 施氮量對北蕉果指櫛架壽命之影響

Table 6. Effect of nitrogen rate on shelf life of Giant Cavendish.

Rate applied	April	May	Average
	(days)		
0N	4.0	4.8	4.4
1/2N	3.0	2.8	2.9
1N	2.0	3.4	2.7
2N	2.0	2.5	2.3

表 7. 施氮量對北蕉株根系與葉面積之影響

Table 7. Effect of nitrogen rate on root system and leaf area of Giant Cavendish.

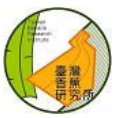
Rate applied	Root* number in soil profile	Oven- dried weight (g)	Root Density (g/m ³)	Leaf area (m ²)
0N	83	19.52	72.3	1.271 (5) ⁺
1/2N	89	33.96	125.8	1.475 (8)
1N	49	20.90	77.4	1.411 (12)
2N	68	19.97	74.0	1.424 (18)

*Root number appeared in the soil profile of 90cm by 60cm.

⁺Numbers within parentheses denote plants determined.

參考文獻

- 1.林家榮. 1967. 台灣農田肥力測. 台灣省農業試驗報告第二十八號.
- 2.林木連. 1980. 台灣香蕉土壤，肥料與植物營養之研究。台灣香蕉研究所十年工作報告. p. 66-76.
- 3.黃山內. 1991. 豬糞堆肥在農作物生產上之利用. 豬糞處理，堆肥製造，使用及管理研討會論文專輯. p.1-17.
- 4.鄭正裏. 1993. 香蕉兩段著色問題研究總結報告.
- 5.謝俊雄. 1994. 示範園成本管理分析. 八十三年度香蕉產銷技術改進及集團栽培經營示範計劃報告.
- 6.Inskeep, W. P., and P. R. Bloom. 1985. Extinction coefficients of chlorophyll a and b in N, N- dimethylformamide and 80 % acetone. Plant Physiology 77:483-485.
- 7.Handbook on Reference Methods for Soil Analysis. 1992. Soil and Plant Analysis Council, Inc. 202.pp.
- 8.Su. N. R. 1972. The fertility status of Taiwan soils. Tech. Bull. 8. FFTC. Taipei, ROC.
- 9.Twyford, I. T., and D. Walmsley. 1973. The mineral composition of the robusta banana plant. IV. The application of fertilizers for high yields. Plant and Soil 45:7851-7853.



Summary

Field experiments on the effects of nitrogen rate on the growth, yield and fruit quality of banana “Giant Cavendish” (Pei-Chiao) were conducted in southern Taiwan. Results indicated that tissue-cultured plantlets grown in an alluvial soil with 2% of organic matter, and with nitrogenous fertilizer applied at one half ($1/2N$) of the recommended rate ($1N$: 410 grams of urea/plant/year) i. e., 94 grams of nitrogen, was optimal to the physiological requirements of the entire crop cycle. At this rate, the nutrient status, growth rate, shooting time and bunch weight of banana plants were about the same as those receiving higher rates. However, the fruit quality in terms of shelf Life and total soluble solids was significantly improved at $1/2N$, as compared with treatments of $1N$ and $2N$. Upon ethylene treatment, uneven degreening in banana hands occurred at about the same level among treatments of $1/2M$, $1N$, and $2N$, but a much lower level in treatment receiving no urea. Therefore, it is suggested that the current rate of nitrogen for banana plantations be reduced from 410 to 205 grams of urea/plant/year.