

# 香蕉園合理化施肥技術

張春梅、蔣世超、李亞璇

財團法人臺灣香蕉研究所

## 摘 要

香蕉植株高大，為維持生育期間正常發育、產量和品質所需的養分量，有一定的適當範圍，超過此範圍所吸收的養分當屬無效(Luxury consumption)。評估香蕉肥料的施用量應考量蕉株本身與環境可影響肥效的各種因子，在滿足蕉株生育所需的養分情況下，過度施用化學肥料，不僅耗費成本，且造成土壤與果品品質的劣化和生態環境的污染。在土層深厚、排水良好的正常土壤植蕉，其栽培管理方式遵循「香蕉良好農業規範」實施時，華蕉系香蕉品種所需的肥料量，以特4號複合肥料(11-5.5-22)計，約在1.5~2.0公斤/株/年，香蕉抽穗後可以不再施肥，土壤交換性鉀含量較低的蕉園應增施氯化鉀。山坡地和平地蕉園土壤酸度偏高時，可施用石灰、苦土石灰或蚵殼粉，以逐步改善土壤化學性，降低養分有效性的障礙，提升施肥效益，並補充蕉株不足的鈣及鎂元素。自民國八十七年起，將合理化施肥的概念和作法透過講習教育向蕉農廣為宣導，推廣執行至今前後達十五年，成效確已彰顯。十年樹木，百年樹人，香蕉合理化施肥教育仍需長期普遍推展，始能擴大輔導績效。

關鍵字：肥培管理、香蕉、鉀。

## 前 言

香蕉(*Musa Sapientum* Linn.)是源於東南亞熱帶氣候區的芭蕉科芭蕉屬多年生大型單子葉草本植物，目前，臺灣的主要栽培品種是華蕉系(AAA, Cavendish group)的北蕉(Pei-Chiao)及北蕉體細胞變異的耐黃葉病品種(AAA, Cavendish subgroup)寶

島蕉(Formosana)和臺蕉5號(Tai-Chiao No.5)等。數十年來，香蕉園在長期且過量施用化學肥料以後，蕉園土壤健康遭受危害，土生性病害-香蕉黃葉病嚴重導致失收與廢園，即是土壤綜合品質劣化的明顯佐證，臺灣已找不到未被香蕉黃葉病所侵襲的淨土。採行有機栽培管理的蕉園，多年來在不施用化學肥料與農藥的情況下，證實有改善蕉園土壤物理性、化學性及微生物性品質，大幅降低香蕉黃葉病罹病率，延長蕉園植蕉壽命的效果(張等, 2007)。因此，蕉農在蕉園管理上如能減少化學肥料與化學藥劑的用量，應亦可收降低香蕉黃葉病罹病率的效果。

## 內 容

臺灣香蕉在亞熱帶氣候的平地環境下，雨量充沛、月均溫度25-30°C、陽光充足時，均可正常成長，生質量累積迅速，從種植至採收期間約在十一至十三個月左右，一年一收的生產栽培制度使香蕉被歸類為一年生的長期作物，因此，予人以高養分需求特性的認知，在香蕉栽培的營養管理上，蕉農的心態和習慣作法多著重於及時且高量的肥料供應，惟恐因肥料供應不足影響香蕉植株的生育，造成產量和品質上的損失。事實上，香蕉植株雖然高大，一般多在2.6公尺至3.6公尺之間，惟其整體植株器官的平均水分含量卻高達百分之九十以上，水分的供應對土壤養分的吸收和植體生理的需求才是影響蕉株生長的重要因子。生長一年包含果串的香蕉，其氮、磷、鉀、鈣、鎂等五種大量元素含量，總計不足1.0公斤(Twyford, 1967; Twyford and Walmsley, 1974II, 1974III; 賴, 1985)。以氮肥施用量而言，每株一年供應100~170公克氮素已足夠維持正常生育和產量(Hernandes, et al., 1981)，多施反導致減產(Langenegger, 1982)。高劑量氮肥的效果不如低劑量且注重灌溉的效果(Holder and Gumbs, 1983)。香蕉為少數嗜鉀性的作物，植株的全鉀含量是全氮含量的3~4倍，鉀元素可改善香蕉產量及品質(朱, 1963)，氮元素則無此效果(Langenegger, 1982)；鉀肥不足將導致根系發育受阻(Charpentier and Martin-Prevel, 1965)，葉片變小及壽命減短，果指數及果把數減少，終致減產(Lahav, 1972)；重

要性較低的氮肥施用過量亦會導致較重要的鉀元素吸收量減少(Melin, 1970 ; Langenegger and Smith, 1988) , 故香蕉生育期中鉀肥的滿足是肥培管理的重點。

香蕉生產的栽培管理和其它作物相似, 包含種苗管理、土壤管理、水分管理、肥培管理、病蟲害管理、雜草管理、果房管理、及採後管理, 其中肥培管理的效益與土壤管理及水分管理的作法和效果息息相關, 故在推行香蕉園合理化施肥管理的同時, 應強調蕉園的土壤管理和水分管理, 以收相輔相成的功效。

### 適種蕉園土壤

一般而言, 高產量的蕉園土壤應具備以下良好特性: 1. 土層深度至少有60公分; 2. 在根系分佈範圍的土壤水分含量超過田間容水量的時間不得多於24小時; 3. 排除滲漏速率低的黏質及壓實土壤(Stover and Simmonds, 1991); 4. 地下水位離地表至少100公分。因此, 當植蕉者選擇了不符合上述土壤特性的農地種植香蕉時, 已註定失去獲得較高產量的先機, 高量的肥料施用亦無法補救產量上的損失。

### 蕉園土壤分析

多數農民習慣性地憑藉直覺、經驗、植體外觀、農友間口授相傳, 或肥料商推薦來決定肥料施用的種類和施用量, 能夠自始即瞭解土壤肥力, 作好施肥規劃, 或參考土壤肥料專業人員指導推薦, 進行施肥管理者幾無, 甚而無法接受專業人員建議者亦不在少數。科學而合理的作物施肥, 應以土壤肥力測定與作物營養診斷的結果為基礎, 參考作物實際生長發育情況, 作為調整與判定未來施用量的依據。因此, 蕉園土壤肥力的測定、測定結果的分析解釋、依據分析提出施肥推薦、蕉農對測定分析結果的瞭解、將施肥推薦付諸執行、依植體分析與蕉株發育作施肥修正等, 為蕉園進行合理化施肥的正確步驟與過程, 亦為蕉園肥培管理推廣教育工作的內容。蕉園土壤的肥力狀況可委託臺灣香蕉研究所, 或所在地區的農業試驗機關, 如地區改良場或試驗單位等進行分析, 施肥量則可由臺灣香蕉研究所依據土壤肥力測定結果, 代作初步規劃與推薦。

### 蕉園土壤肥力

選擇土壤肥力高的農地進行香蕉栽培生產是所有蕉農的期望。一般為大家所理解的蕉園土壤肥力高低，偏向於土壤化學特性的狹義範圍，指土壤所能供應香蕉植株在生育上必要養分能力的多少，此能力在種植蕉苗前即可透過土壤分析瞭解，未來可作為蕉園肥培管理的參考。廣義的蕉園土壤肥力，除了指土壤供應植物所需養分的能力外，還包括土壤可影響蕉株生育的多種物理和微生物因子，如土壤有益微生物群的活性，蕉園土壤排水、通氣，土層厚度與壓實程度，與是否遭受有毒物質污染等土壤特性，這些條件不僅關係土壤養分的有效性與作物對土壤養分的吸收效率，而且是直接影響蕉株發育成長的關鍵條件，其重要性不亞於肥料施用的時機與量的多寡，特別是蕉園排水與通氣。許多農民只重視地表排水，在蕉園整地時，僅規劃地表坡度、水流方向，來建立全園排水系統；然而，對蕉株根系功能與發育更重要的土壤內部縱向排水及土壤不透水層的存在，常被蕉農在選擇蕉園與進行蕉園管理時所忽略。

蕉農在礙於取得大型農機具的限制下，蕉園的整地處理僅以小型農耕機具犁地鬆土，所及深度甚為有限，即使以大型農耕機往復操作，其耕犁深度難以超過30公分。臺灣農地利用率向來偏高，由於連年耕作，在表土約15~20公分以下的深度通常會形成一不透水的硬磐，俗稱牛踏層，加上臺灣季節乾濕分明，表土以下易形成一密實的灰斑層，此兩種導水性不良的土壤結構，應在整地時即利用機械(挖土機更佳)將之破壞，以免成為日後影響香蕉草質根系生長與發育的障礙。土壤中不透水硬磐層除了影響土壤內部縱向排水外，蕉株根系生長空間受到限制，遇到此一不透水層就無法向下伸展；在土壤乾燥時，地下水亦無法藉由毛細現象向上移動，提供蕉株根系利用。在多雨季節，雨水蓄積在不透水層上，使表土水分飽和度增加，造成缺氧的厭氣環境，時間愈長，對根系的傷害愈深，不僅施肥效益降低，影響蕉株生長，還會因生長停滯，誤以為是營養不足現象而施用更多化肥，將使根系問題更加惡化，也容易導致香蕉黃葉病的發生。由此可見，“使用大型農機深耕整地及排除地下不透水層”在蕉園整地規劃上的重要性與必要性，期望

蕉園合理施肥，蕉株生長良好，香蕉黃葉病輕微發生，蕉園肥培管理工作應從改善土壤肥力的廣義概念著手。

### 蕉園土壤管理

蕉園土壤管理的目的為排除存在於土壤中不利蕉株生長的各種因子，以營造有利於蕉株生育的土壤環境。一般蕉園普遍發生且需要排除的土壤逆境為枯水期土壤水分長期不足、雨季時表土層積水、酸鹼度偏低等，土壤受有害物質污染的情況則不在此討論範圍，其中土壤水分不足可以透過擴充水源、提高灌溉頻率和增加供水量等方式解決；表土層積水若非因地下水位過高，則可利用小型挖土機以點狀或線狀深犁方式將不透水層破壞，以利多餘的自由水由耕犁位置下滲排出，同時有助於香蕉根系發展空間的擴充；以上二種障礙均為可即時處理及排除者。雨季時，有地下水位上升或排水不良之虞的平地蕉園，為避免長時間高土壤含水量影響根系健康，應作高畦或培土措施，將蕉株植於畦壟上，防止根系在水中浸漬受損。

氮、磷及鉀是所有農民重視使用的營養要素，鈣及鎂元素則被多數農民忽略。長期以來，臺灣耕地在集約栽培使用下，化學肥料大量施用與多雨氣候條件加速耕地土壤的酸化，多數土壤的酸鹼值落在5.0~6.0之間，低於5.0的土壤正快速增加，強酸性土壤pH低於5.5對植株生育與品質的影響，實不容忽視。在土壤酸度偏高的平地和大多數的山坡地蕉園，常見到植株葉片出現鈣及鎂的缺乏癥狀，這些土壤每年可全面施用石灰、苦土石灰或蚵殼粉，以提供蕉株不足的鈣及鎂元素，並逐步改善土壤酸鹼值，降低養分有效性的障礙，提升施肥效益。

### 蕉園水分管理

香蕉的草質根系分佈淺而廣，在栽培管理中極易因為處理不當而受傷或感病，水分的管理即為其一。香蕉的需水量大，但又忌土壤水分過高而傷害根群。因此，蕉園水分供應量的多寡與土壤水分含量的控制，在蕉株生育和健康管理上佔有重要的地位。蕉株需水量平均每月約為100公釐，幼苗期的植株尚小，供水量

可相對減少；植後3個月，隨著植株生質量迅速的增加，水分供應量與供應頻率即應適度提高。雨季時節可視狀況免去灌溉，初夏雨水尚未來臨前或冬季枯水期長達6個月，則須加強水分供應，每週至少供水兩次，以使根圈土壤保持潮濕為原則，避免過乾與過溼的土壤水分逆境危害根系的發育和正常功能。蕉園設置水分張力計來監控土壤水分時，在根系密集深度(15~30公分)的土壤水分張力達-0.2 ~ -0.3巴時，即應進行供水措施。傳統淹灌(漫灌或漫灌)的水分供應方式效率最低，管路灌溉效率較高且易掌控，省工、省時、省水，可避免傳統灌溉中肥料流失導致分佈不均或土壤過乾與過溼的水分逆境，及黃葉病病原菌隨灌溉水流散佈田間的缺點，軟管噴灌是較常用的灌溉方式；加肥滴灌(Fertigation)則是目前先進蕉園水、肥管理效率最高的組合。蕉株在蕉苗定植初期、花芽分化期及果房發育期，應特別注重適時與適量的水分供給。肥料施用前後亦應有適當水分供應的配合以提高施肥效益。

### 香蕉肥培管理

「不足增施，過量減施」是合理施肥管理的務實作法。適時、適量、適地、適肥、適法為合理化施肥的原則。合理的肥料施用不但可有效促進蕉株的正常生長，提升作物的產量和品質，另一些重要的功能是可減少耗能資源的浪費、緩和土壤劣化及地球暖化的趨勢。蕉園施用的化學肥料，以市售的特4號複合肥料(11-5.5-22)為主要選擇，使用簡單方便。依據不同香蕉品種的肥料試驗結果顯示(蔣等，1996；1998；1999)，在一般正常的土壤條件、未施用有機質肥料及適當的水分供應情況下，香蕉組織培養蕉苗或吸芽苗自種植至採收間以複合肥料為養分補充來源時，原則上，1.5~2.0公斤即可得到正常的產量和品質，相當於每年每株165~220公克氮(N)、82~110公克磷( $P_2O_5$ )、及330~440公克( $K_2O$ )的供應量，此並不考慮遭遇其它不利作物生育的氣候因子，如雨水過多、溫度偏低等逆境時所採取的權宜措施。

每年三月至五月是臺灣風味最佳香蕉的種植時機，也是生產隔年外銷臺灣香蕉的主要季節，以南部平地三月至五月種植組織培養苗的蕉園施肥為例。組織培養苗於定植一個月後及吸芽苗在新葉長出後進行第一次施肥作業，視天氣晴雨每月施用1~3次，分六個月在抽穗前後施用完畢，每次施用量分別為全量的5%、10%、20%、30%、20%及15%，即75~100公克、150~200公克、300~400公克、450~600公克、300~400公克、及225~300公克。肥料施用位置以在離假莖四周15(幼苗期)或30公分(中株期)外作環狀撒施，施肥後，若能以小型中耕機淺犁行間，以表土將肥料略作敷蓋較佳，或實行草生栽培可防止雨水流失，延長肥效。蕉株在抽穗後由於營養生長終止，可停止施肥，將部份人工集中於葉片保護及水分管理，以確保果房迅速正常發育。規劃行宿根栽培時，可於果串採收後，保留母株殘留假莖約1.0~1.5公尺的高度，作為子代養分立即有效的供給來源。宿根蕉株可酌情減施肥料，最多可減施組織培養蕉苗或吸芽苗蕉株施用量的四分之一至三分之一。非在上述時段內植蕉及山地蕉園的施肥原則因蕉株受氣溫和水源的影響，如八月植蕉，蕉株的營養生長期和花芽分化期長達8或9個月時，施肥頻率和每次施用量宜依當地氣候及植株生育狀況作適當調整。

為提高肥效，避免肥料流失，在雨量充沛的季節或輕質地、低肥力的砂質土壤蕉園進行肥培管理，應把握少量多施的原則。肥料施用的適當時機，以土壤濕潤時為宜，亦即在灌溉或雨後行之。蕉園灌溉以噴帶灌溉較傳統溝灌和淹灌有更高效率，不僅可減少肥料及表土流失，且因執行簡單，可使土壤經常保持潮濕狀態，提供蕉株根系以穩定而良好的發育環境，並提高肥效，節省水、電、人工及時間等生產成本。對於輕度感染香蕉黃葉病的蕉園，更可因土壤含水量的有效控制，降低帶病原菌土壤隨灌溉水移動的機會，延緩黃葉病在蕉園內的蔓延。

### 有機質肥料選擇與施用

有機質肥料除可供應作物所需的部份養分外，又可從物理、化學及微生物三方面改善土壤品質，兼具提供作物根系發育的優良環境等機能，為有機質肥料在

栽培管理上更重要的功能與特性。土壤物理性品質直接因有機質肥料的施用而改善，間接影響土壤化學性及微生物性的狀態，為三者中最重要之土壤因子。有機質肥料依其製造原料和材質的不同，有以供應作物養分為訴求者，也有以強調改善土壤條件，間接促進養分吸收為目的者。從土壤保育、地力維護的觀點而言，使用有機質肥料為一長期性的農地投資，以改善土壤條件為主要目的，養分供應則為其附帶功能。蕉株旺盛的養分吸收功能仰賴其有健全發育的根系，亦即施用的化學肥料雖能提供大量快速的營養成份，仍需依賴優良土壤物理條件的配合，來活化根系，提高吸收能力，發揮最大肥效。對長期作物的香蕉而言，為延長蕉園的植蕉壽命，施用有機質肥料的功能和理念，應以強調有機質肥料對土壤物理性及微生物性品質的改善效果為出發點。

有機質肥料的施用量均以噸計，投入金額佔農業經營成本相當大的比例，復以有機質肥料的種類繁多，品質互異，價格相當懸殊，常令農民有無所是從之感。從土壤保育與地力維護的觀點，有機質肥料的選用當以腐熟、長效、廉價、無二次公害為基本原則，配合化學肥料減量、適量的施用，即可達到增產、保育與改善品質的三重目的。有機質肥料可提供作物所需之部份養分，故在化學肥料之用量上可酌情減少，以降低無謂的成本支出。

蕉園土壤有機質含量多在1~2%之間，有機質肥料的施用量，視其成份原料的種類與土壤性質而定，一般在每年每公頃4~8公噸左右，以每公頃植蕉2,000株的密度計算，平均每株分得2~4公斤，亦有每公頃施用達20公噸或更高者，以色列蕉園每公頃的禽畜糞堆肥用量更高達100公噸。有機質肥料應於蕉苗定植至少15天前，在整地時作基肥施用，使與植畦土壤均勻混合，可充份發揮有機質肥料在營養供應與土壤改良上的功能，較為理想。

有機質肥料也可於中耕時，在蕉株一側或兩側開溝，施入後覆土作追肥使用。前作所殘留之假莖枯葉，可於開溝施肥同時，一併移入溝內掩埋，促進腐化，作為新植蕉株之養分來源。開溝宜深，俾擴大有機質肥料和土壤的接觸面積，提高有機物對土壤改良的效果，並縮短有機物質與植株根系間的距離，有促進根系對



養分吸收的作用，開溝施用有機質肥料的缺點，為可能導致蕉株根系的機械傷害，有利於黃葉病病原菌自傷口入侵，開溝宜於蕉株尚小時或遠離根系生長的範圍實施。為減少有機質肥料流失及氮素的揮發損失、促進土壤微生物與腐植質的活性，有機質肥料宜經常保持適當濕潤狀態，避免直接作表面撒施，使其裸露於地表而乾燥。有機質肥料長期施用與累積，且和土壤充份混合，始能發揮其對蕉株在生育、產量和品質上的實質功效。採收後遺留下的的母株殘莖亦是補充蕉園土壤有機質的最佳來源。

## 結 語

香蕉植株雖然高大，生育期長達一年左右，生長與發育的環境中，只要符合蕉園土壤深厚，內部排水良好，復有適宜的氣溫和充足的水源，無需太多肥料即可達到正常生育、產量和品質的目標。合理的蕉園肥培管理須多方面認識香蕉的基本特性和需求，考量影響肥料效果的多重因子，則達到充份發揮施肥功效，促進植株正常快速成長易如探囊取物。香蕉合理化施肥理念和實務的推廣教育有待持續加強深化，蕉農必可因降低施肥成本及施肥過量導致的經濟、環境損失而受益，則香蕉產業的復甦蓬勃指日可待。

## 參考文獻

1. 朱慶國 1963 肥料三要素影響香蕉生長及果產之研究 p.26 嘉農試專刊第五號 臺灣省農業試驗所嘉義農業試驗分所 嘉義 臺灣。
2. 張春梅、薩支高、蔣世超、趙治平、柯定芳 2007 有機栽培制度對蕉園土壤環境及蕉果後熟品質之影響 台灣園藝 53(4)：381-394。
3. 蔣世超、張春梅、陳美珍 1996 氮肥施用量對北蕉生育、產量與品質之影響 中國園藝 42(1):68-77。
4. 蔣世超、陳美珍、張春梅、柯定芳 1998 四號複合肥料(11-5.5-22)用量對臺蕉二號生育、產量和後熟品質之影響 中國園藝 44(2):180-188。

5. 蔣世超、張春梅、陳美珍、柯定芳 1999 臺肥四號複合肥料(11-5.5-22)適用量對中矮性抗黃葉病香蕉品系TC1-229生育、產量和後熟品質之影響 中國園藝 45(3):255-262。
6. 賴宏輝 1985 香蕉栽培指導手冊 p.95 臺灣香蕉研究所 屏東 臺灣。
7. Charpentier, J. M., and P. Martin-Prevel. 1965. Major and minor nutrient deficiencies in banana. *Fruits* 20:521-557.
8. Hernandez, T., F. Robaina, and T. Garcia. 1981. Effect of different rates of nitrogen on banana (*Musa sapientum*) var. 'Giant Cavendish' (Victoria). *Soils and Fertilizers*. 4:33-43.
9. Holder, G. D., and F. A. Gumbs. 1983. Effects of nitrogen and irrigation on the growth and yield of banana. *Tropical Agriculture (Trinidad and Tobago)* 60(3):179-183.
10. Lahav, E. 1972. Effect of different amounts of potassium on growth of the banana. *Tropical Agriculture* 49(4):321-333.
11. Langenegger, W. 1982. Nitrogen nutrition of Dwarf Cavendish bananas in South Africa. The Third Meeting of the international Group on Mineral Nutrition of Bananas, CSFRI, Nelspruit, Republic of South Africa.
12. Langenegger, W., and B. L. Smith. 1988. Nitrogen requirements of banana in South Africa. *Fruits* 43:639-643.
13. Melin, Ph. 1970. The effects of heavy mineral applications on bananas. *Fruits* 25(11):763-766.
14. Stover, R. H., and N. W. Simmonds. 1991. *Bananas*. (3<sup>rd</sup> ed.) Longman Scientific and Technical. p.468 New York, USA.
15. Twyford, I. T. 1967. Banana nutrition: a review of principles and practice. *J. Sci. Food Agri.* 18:177-183.

16. Twyford, I. T., and D. Walmsley. 1974. The mineral composition of the Robust banana plant II. The concentration of mineral constituents. *Plant and Soil* 41:459-470.
17. Twyford, I.T. and D. Walmsley. 1974. The mineral composition of the Robust banana plant III. Uptake and distribution of mineral constituents. *Plant and Soil* 41:471-479.