

香蕉之花芽分化

Floral Initiation in Banana

柯立祥

by

Lih-shang Ke

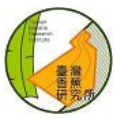
摘自中國園藝第二十九卷第三期

中華民國七十二年九月

Reprinted from

JOURNAL OF THE CHINESE SOCIETY FOR
HORTICULTURAL SCIENCE

Vol. 29, No. 3, September 1983



香蕉之花芽分化

Floral Initiation in Banana

柯立祥¹⁾

by

Lih-shang Ke

前言

大部份植物由營養生長轉變為生殖生長，主要受到株齡（age）及環境因子（特別是日照與溫度）之影響或控制。在多數溫帶果樹、蔬菜及花卉之花芽分化，大多與溫度成日照有關。如蘋果、梅、桃、梨等果樹，在夏天花芽分化而於次年春天時開花結果^(2,33)。此類作物在晚夏或秋天時，含花原體（flower primordia）之芽（bud）呈休眠狀態，經一冬天之打破休眠，而當春天氣溫回升時開花⁽³³⁾。但不少草本植物，吾人已知需低溫以誘發花芽分化，即須經春化作用（vernalization）方能開花。此外，亦有不少植物之開花，則是受日長（daylength）所控制^(11,33)。然在香蕉，其花芽分化之發生，株齡或植株大小（size），可能是一較重要之因子（dominant factor），因香蕉終年均可開花結果，其花芽分化並無法因改變日長或低溫春化處理所誘發，而是香蕉生長發育至某一程度（ripeness-to-flower），就開始花芽分化及開花。

香蕉係具高大假莖（pseudostem）之多年生草本植物，由於其花芽分化既與季節無關，且無外觀徵狀可資認知，因此在深入研究花芽誘發（floral induction）時之香蕉形態及生理較為困難。目前有關香蕉花芽分化及開花之研究，主要可分為：（一）香蕉由營養生長轉變成生殖生長過程，莖頂（shoot apex）部位之形態與解剖學上之變化。（二）香蕉花芽分化時間之估測。（三）影響香蕉花芽分化遲早之因子。今分述於後。

1) 臺灣香蕉研究所副研究員、國立臺灣大學園藝學研究所博士班研究生。Associate research fellow, Taiwan Banana Research Institute; Graduate student for Ph. D. degree of Dept. of Horticulture, National Taiwan University.

2) 本文於七十二年八月二日收到。Date received for publication: August 2, 1983.

香蕉花芽分化過程，莖頂之形態及解剖學上變化

香蕉由營養生長轉變成生殖生長，在莖頂部位之形態及解剖學上之變化，已有多人研究^(4,10,11,17,18,21)，其中以 Barker 和 Steward 氏⁽¹⁰⁾之報告較為完整與詳細。依 Barker 和 Steward 氏之觀察，香蕉在營養生長而尚未花芽分化階段，其莖頂是在塊莖之中央凹陷部分，無節間生長 (internodal growth)；生長最活躍的部位是在葉基 (leaf base) 部分，惟營養芽 (vegetative bud) 在葉腋地方不曾產生，僅在離莖頂較遠的地方，不定的發生。當香蕉開始花芽分化，則在塊莖中央軸 (axis) 凹陷部位之莖頂，由原來之幾乎為不生長狀態，變為旺盛生長，因此，莖頂之頂點開始高升，然後高出塊莖 (圖 1)。此時花芽 (flower bud) 之花原體 (floral primordia) 開始在隱苞 (subtending bracts) 的腋部 (axil) 形成，但苞片的基部並無明顯之生長，與葉片之葉基部分係生長旺盛者不同。隨著莖頂之往上生長，其外觀形狀，由寬扁圓形 (broad flattened dome) 變成尖錐形 (pointed cone)。

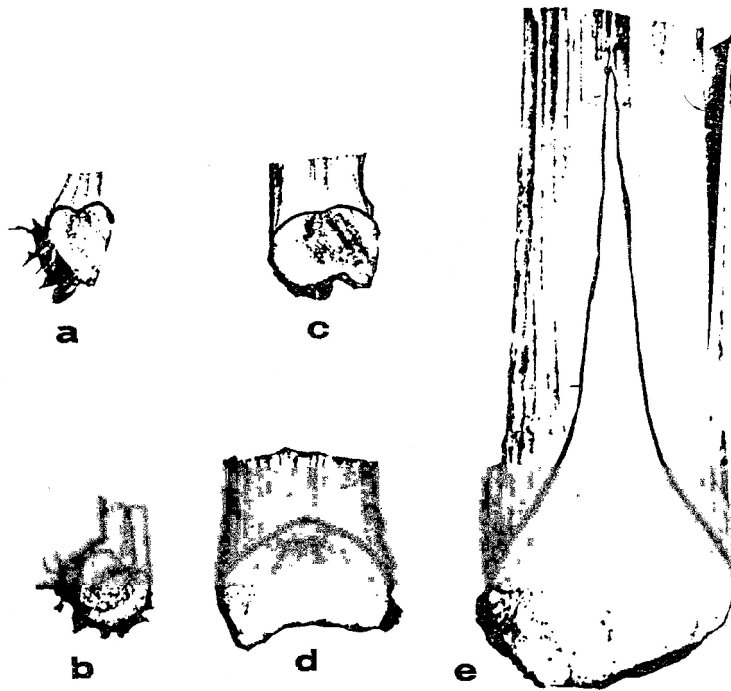


圖 1. 香蕉從營養生長轉變為生殖生長過程之莖軸與莖頂之形狀變化。莖基最初是下陷 (a, b) 然後漸漸上升而高出塊莖其他部位 (c 至 e) (取自 Barker & Steward, 1962)

在轉換期 (transitional stage)，莖頂中央圓頂地方 (central dome) 之 3~4 層外帶細胞 (tunica)，變得較活躍，細胞行垂周分裂 (anticlinal division)，而在圓頂下面之內群部位 (corpus) 或中央母細胞帶 (central mother cell zone)，則由原來營養生長時之幾靜止狀態，變得較活躍，細胞行三面之分裂 (division in 3 planes)；在內群細胞下面之肋脈分生組織 (rib meristem)，則行細胞橫切分裂 (transverse division)，以使莖軸向上伸長。苞原體 (bract primordia) 是在莖頂兩側 (flanks of the apex) 的地方

發生，其產生是由外帶細胞下層之下表皮層細胞，行平周和垂周分裂（periclinal and anticlinal division），而表皮行垂周分裂，依此增加體積而向外長出苞片（圖 2）。其生出之方式與葉片相同，只是苞片長出後，其基部即無類似葉片之在葉基有明顯之生長。在苞片之腋部產生花原體，亦即果手原體（handprimordia），其同時分化二排，且在基部之中間分生組織（intercalary meristem）細胞分裂旺盛，向外推出二排果手（hand）（參圖 3）。

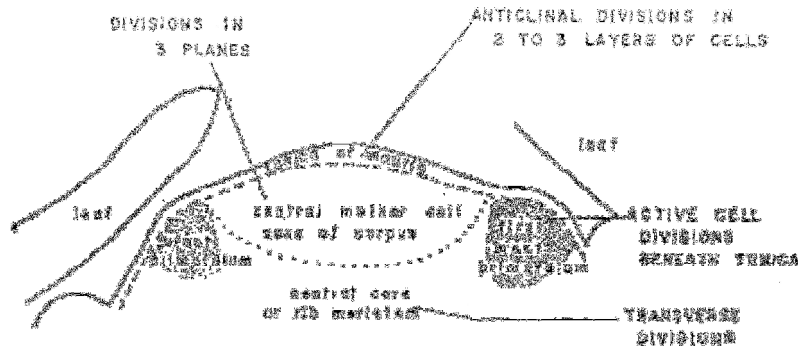
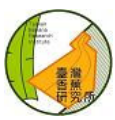


圖 2. 香蕉由營養生長狀態轉變為生殖狀態之莖頂部份
（取自 Barker & Stewart, 1963）

在花芽分化過程，據 Ganry⁽¹⁷⁾報告，香蕉（“Poyo”品種）開始花芽分化（floral initiation）後，再展出 3.6 葉片，即可清楚的區別出花原體。另據楊氏⁽⁴⁾之觀察，當花穗長 0.2 公分時，已開始花器之分化（floral differentiation）。在分化初期，所有的花均具有兩性花（hermaphrodite flower）之可能，但隨著分化與發育，花序基部的花，變為雌花，而頂端的花變為雄花，在雄花與雌花間，則有少數之兩性花。在分化與發育初期，雄花與雌花，形態上極相似，不易辨認，一直至花穗已上伸達假莖約 1.5 公尺處，而花穗約 12 公分長時仍如此^(26,33)。據楊氏⁽⁴⁾之觀察，當花器部分，可見 1 個果手及 5 個苞片時，花穗約長 0.35 公分；花穗長 0.8 公分時，已可見到 4 個果手；當花穗發育到 1.6~2.0 公分時，已可見到 8~12 個果手。惟上述果手在鏡檢時，雌花及雄花尚不易分辨，但當花穗平均發育達 3.3 公分長時，則可見到 9 個極易辨認之雌果手。據 Alexandrowicz⁽⁵⁾之調查，“Dwarf Cavendish”香蕉，花穗約 20 公分長時，雄花與雌花之子房長度，仍無明顯之改變，但當花序進一步發育，則花序頂端之雄花部分子房長度顯著下降。此一雌花至雄花分化之臨界期（critical period of differentiation），約在花穗達假莖一半高度之際，但真正決定雄花或仍雌花，可能尚早些。據 Summerville⁽²⁸⁾之報告，果房之果手數目與最後 3~4 葉片展出期間之氣候有關，亦即約在抽穗前一個月左右的時期。據 Simmonds⁽²⁶⁾之報告，果手數之上限於花序發育期部已決定，但真正抽穗時之果手數，則視分化期間之條件情況而定，尤以



氣候影響甚大。至於花芽分化後再展出之葉片數，則對果實之生長發育很重要。

香蕉從花芽分化因始至分化完成，所需之時間，據楊氏⁽⁴⁾之調查，迄 9 個可辨認的雌果手，至少需 30~40 天。但據 Ganry⁽¹⁷⁾報告，在”Payo”香蕉，分化 8~10 個果手，從開始至分化後期（late differentiation）需 30 天。兩者略有差異，可能除品種不同、栽培管理、氣候等之差異外，兩者對花芽分化起迄判定之標準，亦可能略有差異⁽⁴⁾。

香蕉花芽分化期之估測

由於香蕉之開始花芽分化（floral initiation）時間，既與季節無關，且開始花芽分化時又無任何外部徵狀可資識別，故一般有關香蕉花芽分化之時間，均採估測方式。目前香蕉花芽分化開始之時間，有種種假說或推論，今介紹如下：

一、基於香蕉展開之葉片數推定之

此假說又可分成二派，一派認為香蕉在花芽分化前，所產生之葉片數一定（4,6,10,15,17,20,22,24,27,29）。依此，香蕉可依據已展出之葉片數而推知其花芽分化之時間。另一派認為香蕉在開始花芽分化時，假莖內尚有一定數目之未展葉片^(4,10,12,27,28)。依此，若香蕉在抽穗時之日期知悉，且香蕉葉片展出之速率知曉，則可依倒推法而得知花芽分化之日期。

香蕉開始花芽分化前所展出的葉片數，由表 1 可知，因品種、地區、調查者之不同有很大的差異。就品種而言，品種不同達花芽分化開始之展出葉數，由 23 葉片至 45 葉片，範圍（range）很大；即便是同一品種，如”Dwarf Cavendish”，在不同地區亦有很大的差異，在以色列為 23 葉片，在 Guinea 則為 33~38 葉片。又如”Poyo”亦有類似之情形，在中南美及 Ivory Coast 為 26~31 葉片，在臺灣為 32~38 葉片。此外，既使在同一地區，調查者之不同，雖相同品種，亦有差異，如在印度 Poovan 品種，Anchanam Alagia Pillai⁽⁶⁾及 Naik⁽²²⁾之結果 25 及 27 葉片，但 Nambisan⁽²⁴⁾之結果為 32 葉片。顯然的，香蕉至花芽分化所長出之葉片數，似乎並非定數（constant），因此，依香蕉出土成種植後展出之葉片數以推測花芽分化期，將有某種程度之誤差。利用此方法，亦有必要分別因不同品種或不同地區之花芽分化葉展數估算之，以減少誤差。

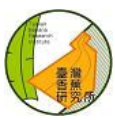


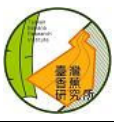
表 1. 香蕉花芽分化時所展出之總葉片數

品 種	地 區	開始花芽分化 之展出葉片數	調查者
Gros Michel	Central America	45	Barker & Steward ⁽¹⁰⁾
Dwarf Cavendish	Israel	23	Ticho ⁽²⁹⁾
Dwarf Cavendish	Guinea	33~38	Dumas ⁽¹⁵⁾
Poyo	Ivory Coast	26~31	Lassoudiere ⁽²⁰⁾
Poyo	Guadeloupe	26~31	Ganry ⁽¹⁷⁾
Grand Nain	Hondurss	26~31	Stover ⁽²⁷⁾
Poovan	India	25	Anchanam Alagia pillai ⁽⁶⁾
Poovan	India	27	Naik ⁽²²⁾
Poovan	India	31.8	Nambisan ⁽²⁴⁾
Ney Poovan	India	41.2	Nambisan ⁽²⁴⁾
Chakkrakeli	India	25	Naik ⁽²²⁾
Mouritius	India	25	Naik ⁽²²⁾
Bontha	India	29	Naik ⁽²²⁾
Nendran	India	38.4	Nambisan ⁽²⁴⁾
仙人蕉 (Robusta)	Taiwan	29~40	Yang ⁽⁴⁾
北蕉 (Giant Cavendish)	Taiwan	28~40	Yang ⁽⁴⁾
Poyo	Taiwan	32~38	Yang ⁽⁴⁾

惟另外資料顯示，香蕉在花芽分化開始時，假莖內之未展出葉片數相當一定。據 Summerville⁽²⁵⁾報告，在”Dwarf Cavendish”，當能以放大鏡（hand lens）判定花芽分化時，尚有未展葉片 11 枚；在”Gros Michel”，據 Barker 和 Steward⁽¹⁰⁾之報告為 9~11 枚；在”Payo”，據 Champion⁽¹²⁾報告為 10~12 枚；在臺灣，據楊氏⁽⁴⁾鏡檢調查之結果，北蕉在開始花芽分化時，尚有 9~12 枚（平均 10.77 枚）未展葉片；另據 Stover⁽²⁷⁾報告，”Grand Nain”在花芽分化開始時，尚有 11.9 葉片未展，但在花器分化時（floral differentiation），平均尚有 7.6 未展葉片。由以上可知，”AAA group”的香蕉，在花芽分化時假莖內尚未展出之葉片數，似乎相當一定，在 11 葉片左右。

二、基於葉片功能之假說

基於葉片功能之假說（leaf function hypothesis）。首先由 Summerville⁽²⁸⁾在 1944 年提出。他利用算術方法決定其所謂之”bunch initiation”，認為香蕉之開花乃係每一葉片之葉面積、具葉片功能之壽命及其所處溫度與日照時數等之函數。當上述諸因



子之乘積 ($Ts = \text{Leaf area} \times \text{leaf longevity} \times \text{temperature} \times \text{daylight hours}$) 之總和，稱 Ts 值，達某一定閾值 (threshold value) 時，香蕉開始花芽分化。依 Summerville 氏的資料，當 Ts 值達 5.6×10^{11} 時，花芽分化開始發生 (floral initiation occur)，而當 Ts 值達 6.3×10^{11} 時，花器分化開始 (differentiation occur)。Simmonds⁽²⁶⁾認為 Ts 值為淨同化作用或某些代謝狀態之粗測值。

依此假說，凡足以影響葉面積大小、壽命（如養分、病蟲害防治……等）以及氣候變化（如日照、溫度、雨量）等等，均足以影響 Ts 值而影響香蕉花芽分化之遲早。但 Barker 和 Steward⁽¹⁰⁾不贊成以 Ts 值作為一般應用於推斷花芽分化之假說，因其認為 Summerville 氏之 Ts 值，只得自於 Queensland（昆士蘭）之香蕉品種與條件，並無其他熱帶地區之佐證。Turner⁽³⁰⁾認為品種不同， Ts 可能不同；Alexandrowicz⁽⁵⁾亦認為 Ts 值會隨季節和地域而變化。在臺灣，據楊氏⁽⁴⁾之統計，認為 Ts 值之變異範圍頗大。依楊氏之資料，在同一管理下，相同月別種植之蕉苗，其 Ts 並非定值；三月種植之香蕉， Ts 值範圍為 $3.47 \times 10^{11} \sim 8.15 \times 10^{11}$ （平均 4.78×10^{11} ），四月種植之香蕉 Ts 值範圍為 $3.68 \times 10^{11} \sim 10.2 \times 10^{11}$ （平均 6.37×10^{11} ）。亦不同於 Summerville⁽²⁸⁾所提出之 5.6×10^{11} 花芽分化閾值。

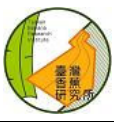
由以上資料可知，Summerville 氏所提出之香蕉花芽分化之 Ts 值假說，理論上似乎很合理，然實際應用於評估香蕉之花芽分化時間，變異太大，仍欠準確，且不易估測。因此以值估測香蕉花芽分化時間，仍有待進一步詳加推究。

三、基於塊莖與葉片間相互作用之關係

批假說是 1963 年，Champion⁽¹²⁾所提出。因為他發現香蕉在花芽分化前，蕉株必須發育至產生一定的葉面積，對香蕉之開始花芽分化雖很重要，但在同一蕉園中，營養生長最大之蕉株，却未必最早抽穗。因此，Champion⁽¹²⁾認為香蕉花芽分化開始，雖然葉片很重要，但塊莖亦必須發育到足移的大小，以感受來自葉片的開花刺激物質 (flowering stimulus)，始能花芽分化。惜 Champion 氏的假說缺乏試驗證明，且塊莖多大始感應來自葉片之開花刺激物質，使莖頂 (shoot apex) 開始花芽分化不清楚。在菊花（短日植物），當莖頂達某一大小，雖在長日下也會花芽分化，可見莖頂大小對開花之重要性^(14,19)。

四、基於葉片抽出之速率 (rate of leaf emission) 判定

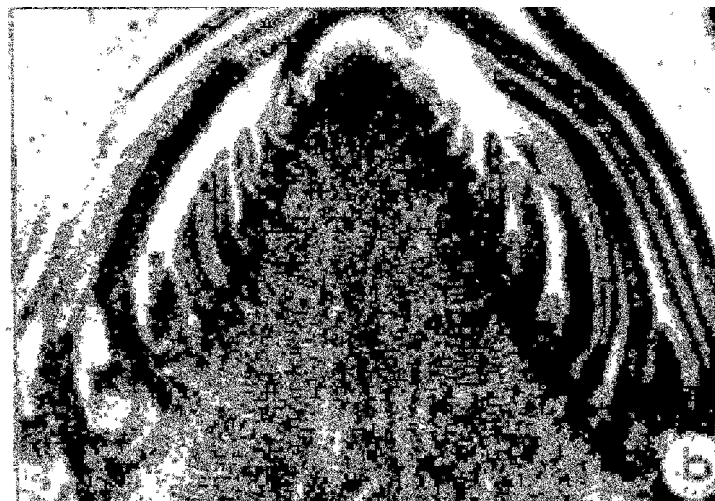
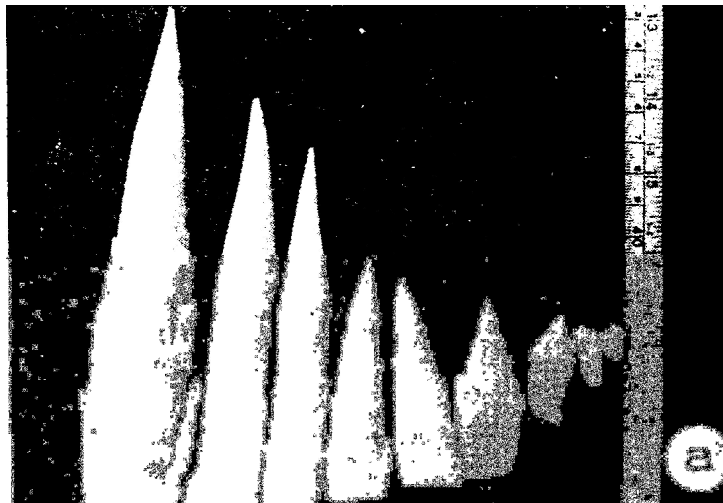
認為香蕉在花芽分化開始時，葉片抽出速率減緩，因此，當葉片抽出顯著延緩時，即為花芽分化開始。據 Champion⁽¹²⁾及 Ganry⁽¹⁷⁾在 Guadeloupe 以“Poyo”香蕉所做的調查，以及 Stover⁽²⁷⁾在 Honduras 對“Grand Nain”之研究，Dumas⁽¹⁵⁾在 Guinea 及 France 以“Dwarf Cavendish”所做之研究，均有在花芽分化時葉片抽出延緩之相同結果，惟在花芽分化時之總產生葉片數並不相同^(12,15,17,27)。



五、基於蕉株株齡或外觀大小推定

據 Anchanam Alagia Pillai 和 Shanmugavelu⁽⁸⁾報告，印度”Poovan”香蕉花種植後 230~240 天為營養生長至生殖生長之轉變期（transitional stage），此時其株高為 200~230 公分，株高 230 公分為蕉株由營養芽(vegetative bud)分化成花芽(flower bud)之臨界點（critical point）。在臺灣，據楊氏⁽⁴⁾之調查，此蕉在蕉株發育至 186 公分高，莖周（距地面 30 公分高）為 55 公分，出土總葉數達 26 片時，蕉株即開始花芽分化。另據江口庸雄⁽²⁾之報告，香蕉花芽分化期與距地面 30 公分之莖粗有密切關係。據江口氏的調查，在高屏地區平地栽培之香蕉，莖粗 55 公分以上為花芽分化期，臺中水裡坑附近則為 65 公分，集集附近為 75 公分。至於種植後至花芽分化之日數（株齡），據楊氏約之調查，變異甚大，影響因子甚多。可見在花芽分化上，植株大小較株齡重要。

由以上資料可知，香蕉達花芽分化時之株高、莖周及株齡，因品種、地域有差異，特別是株齡之變異更大。因此，在應用上須依品種、地區甚至季節，分別找出花芽分化之株高與莖周。



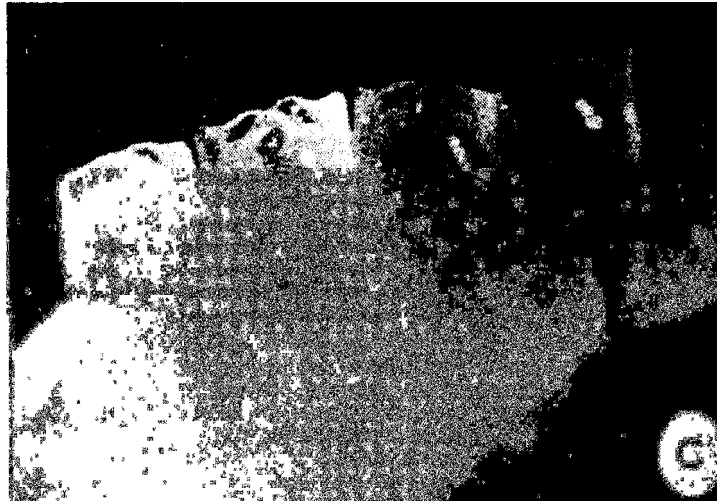
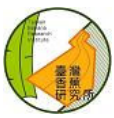


圖 3. 香蕉花芽分化情形。a.分化過程花穗增長情形；b. 花序之頂部縱切（上下輪果手及苞片清晰可見）c. 互生排列之二排果手（小花）。（錄自楊紹榮，1980）



圖 4. 小吸芽開花情形



左：正常果房

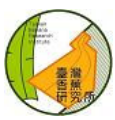
右：早產果房

圖 5. 花序早產對香蕉果實大小之影響

香蕉開花之機制

有關植物開花機制 (mechanism of flowering) 之探討與理論，雖在其他植物已被廣泛的研究與提出^(11,32)，但以香蕉為材料或對象者，似尚付闕如。因此在解釋香蕉之開花機制時，一般仍引用得自其他植物開花機制之論說來解釋^(18,21,23)。在 1962 年，Mohan Ram 等人⁽²¹⁾曾引用當時 Chailaknjan 氏⁽¹³⁾在 1961 年所提出有關植物開花機制之最新理論來解釋香蕉的開花機制。他認為香蕉開花機構可能包含兩個刺激物質，一者為 Anthesin，此物質為莖頂轉變為開花狀態 (floral state) 所必需者，另一物質為 gibberellin-like substance，此物質為香蕉真莖 (true stem) 伸長所必需者。事實上，到目前為止，香蕉開花機制仍完全不清楚，一般認為與內生生長素 (endogenous plant growth substances) 有關^(18,21,23)，特別是在生長素間之平衡尤為重要。

香蕉自出土成在新植後，雖然一般均生長發育至某一程度 (包括植株大小、葉片數等) 後，始開花結果。然在田間偶而發現，在母株基部塊莖上長出之小吸芽，雖高僅 20~60 公分左右，且僅具數枚小葉片，但已開花 (如圖 4)。在 Guatemala 及 Honduras 亦有類似的報告⁽⁹⁾。此類開花之小吸芽，僅在經不斷重複的打芽 (desucker) 或取苗之老塊莖，且母株已由花結果甚至採收者，始可能發生。因此，在宿根香蕉遠較新植香蕉更可能發生。且此類開花小吸芽，僅在塊莖上方之芽產生、推測其開花可能與打芽或取苗之重創 (heavy wounding) 刺激有關，亦可能母株開花物質之過



量，而在一適當之感受時期 (susceptible stage) 誘發吸芽開花⁽⁹⁾。雖然此一幼期開花，對香蕉結果與產量，並無多大意義，但從開花理論之觀點上可能較重要。在香蕉，雖以人為誘發開花（如鳳梨等）之研究尚未成功，然此一小芽開花之事實表示，香蕉假使適當處理，極可能誘發開花。亦因此，香蕉在生長發育至某一程度後，將可人為控制開花，齊一產期，則在產期調節上，將具有重大之實質意義。

影響香蕉花芽分化之因子

香蕉開始花芽分化之遲早，以及分化開始至完成所需之時間，乃至分化至抽穗之時間，除品種有差異外，種植材料大小、種植期、氣候因子（溫度、日照、雨量）、栽培制度（宿根或新植）、苗齡、母株發育情形、乃至田間管理、肥培管理、病蟲害防治……等等，凡足以影響香蕉生育之因子，均影響香蕉種植或出土後到花芽分化開始之遲早。

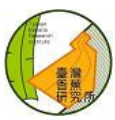
據江口庸雄⁽²⁾在本省對 19 個香蕉品種所做的比較試驗，發現不同品種其自出土至在芽分化之時間，從基隆北蕉之 180 天至 Morido 等之 300 天以上，品種間有極大的差異。此外，同一品種，其子苗（包括夏苗、冬苗）及孫苗（亦為冬天出土之冬苗），自出土至分化之時間亦不同；孫苗（冬苗）較子苗之冬苗延遲花芽分化約 20 天，而子苗之冬苗又較夏苗花芽分化延遲約 20 天⁽²⁾。

據 Ganry⁽¹⁷⁾在法屬西印群島之 Guadeloupe 調查，氣候條件不同，蕉株達花芽分他所需之日數亦不同，其範圍是 100~160 日；在臺灣⁽⁴⁾與 Honduras⁽²⁷⁾亦有類似的現象。

惟據楊氏⁽⁴⁾之報告，不同種植期之香蕉，其花芽分化之時間，雖然有極大之差異，但從種植至花芽分化所需之累積日照時數及溫度，似相當一定，前者在 600~630 小時；後者在 2907~2942 °C。

另據楊氏⁽⁴⁾之調查，宿根留萌蕉苗較新植蕉苗，花芽分化約提前 21 天；而同為宿根留萌之香蕉，留萌時之母株亦影響留萌蕉株之花芽分化，母株愈早採收者，其後裔花芽分化較早；又同為新植蕉苗，若種植時母株尚未採收之蕉園，較母株已採收蕉園，其新植蕉苗平均延遲 30 天花芽分化。此主要均由於母株遮陰之影響蕉苗之日照、溫度……等因子使然。至於種植時蕉苗大小，一般而言，小蕉苗之花芽分化較遲。據楊氏⁽²⁾的試驗，種植時苗齡相差一個月（一為 12 月出土，一為 1 月出土）之香蕉，苗齡長者可提前花芽分化約 1 個月。但就蕉苗出土之時間而言，則達花芽分化之時間，在同一季節很相近。

肥料亦影響花芽分化，據楊氏⁽⁴⁾、江口氏⁽²⁾之試驗，均顯示肥料可促進香蕉提早花芽分化，以及增進雌花之分化。據楊氏的調查，香蕉單株施用 4kg 複合肥料（N：P₂O₅：K₂O=11：5.5：22）較施 2.0kg 或不施者分別提早 9 日及 27 日花芽分化。另據



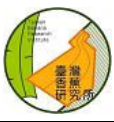
江口氏之試驗，肥料不足，除花芽分化及抽穗開花延遲外，果段數及果指數均減少，其影響並及於次年吸芽。但據 Vadivel 和 Shanmugavelu⁽³¹⁾ 在印度的試驗，謂香蕉行葉片施肥 (25 克 K_2O /株)，則由營養生長轉變成生殖生長反面延遲 19 天，若將 K 肥施於地面，在 0~330 克/株間無影響。

香蕉花芽分化至抽穗之時間，據 Stover⁽²⁷⁾ 及柯氏⁽³⁾ 之報告，顯示受氣候因子，特別是溫度之影響甚鉅。據 Stover 氏之資料，10 月與 4~5 月出土的香蕉 "Grand Nain"，其花芽分化到抽穗，在 Honduras 地方，10 月出土者約 110 天，4~5 月出土者約 125 天。但在臺灣，花芽分化至抽穗之時間，在夏天花芽分化者約 60 天，在冬天分化者約 130 天，相差高達一倍以上。又香蕉自花芽分化至抽穗，花序在假莖內經歷倒數約最後 11 葉片展出之時間始露出，雖此時期之長短受季節影響甚鉅，且一般最少約需 2 個月以上。然若香蕉以人為假莖割裂或挖孔而不影響葉片之方法，使花穗提早暴露，則香蕉果房及果指大小顯著變小 (如圖 5)，對果手數及果指數之影響較不明顯。此一現象顯示，分化至完成後之果手，在母株假莖內經一定時間之孕育，對果實之正常發育極為重要。顯然 Simmonds⁽²⁶⁾ 謂果實大小可能在花穗發育初期，即已決定之看法，並不一定完全正確。早產之果房，一露出假莖外，果指即明顯短小且果手密擠，雖經生長發育至果實飽滿，仍無法與正常抽穗者相比。此種果手或果指在一開始之大小差異，係因細胞數目差異或細胞大小之差異使然，不得而知；此外，何以一早產，即產生如此之大小差異，亦不清楚，是否與內生生長素有關，特別是 auxin 及 cytokinin，或其他原因，則有待進一步之探討。

至於香蕉抽穗至採收之時間，亦顯受果實發育期間氣候 (特別是氣溫) 之影響，就臺灣而言，在南部地區，香蕉開花至採收，從夏蕉之 60~70 天至冬蕉之 140 天左右；而中部地區，則由夏蕉之 80~90 天至冬蕉、黑皮春蕉之 170 天左右，差異極大。

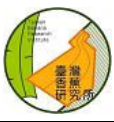
結論

香蕉終年均可開花結果，其花芽分化之發生，既與季節無關且無法因日長或溫度之改變加以誘發，而是蕉株發育至一定大小即開始花芽分化。香蕉在花芽分化時並無任何外部形態之特徵可資識別，因此在研究或田間栽培管理上，需要瞭解香蕉是否開始花芽分化時，甚感困擾。因此，先後有數種不同之估測方法或假說被提出，但實際在田間以及應用上，仍無簡易方便而準確之斷定方法可資應用，尚有待進一步之尋求。雖然在花芽分化之轉變過程，莖頂部分的外形及解剖學上之變化，已有較詳細的瞭解，且影響香蕉花芽分化遲早之因素亦已知不少，然有關香蕉開花機制的瞭解，仍不清楚，特別是有關植物生長物質之平衡與控制開花方面，有待加強探討。

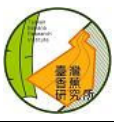


參考文獻

1. 孔慶仁 1979. 香蕉之栽培 台灣省青果合作社印 68pp.
2. 江口庸雄 戴邦本節譯 1956. 香蕉花芽分化 科學農業 4(11):432-46.
3. 柯立祥 1931. 高屏地區香蕉花芽分化期之估測及現行施肥法之檢討 中華農學會報新 115:51-58.
4. 楊紹榮 1980. 香蕉花芽分化之研究 1.不同植期蕉抹在芽分化之探討 香蕉研究彙報 2:15-25.
5. Alexandrowicz, L. 1955 Etude du developement de l' inflorescence du bananier nain. Ann. IFAC., No. 9, 32 pp.
6. Anchanam Alagia Pillai, O. 1975. Studies on the effect of functional leaves maintained on the growth and development of "Poovan" banana. M. Sc (Ag.) Dissertation, Tamil Nadu Agric. Univ. Coimbatore.
7. Anchanam Alagia Pillai, O. and K. G. Shanmugavelu. 1977. Studies on the effect of number of functional leaves on flower bud initiation in banana cultivar Poovan, Indian J. Hort. 34:358-61.
8. Anchanam Alagia Pillai, O. and K. G. Shanmmgavclu. 1981. Sequence of events of flower bud initiation in the banana cultivar Poovan (AAB). South Indian Hort. 29(4):221-222.
9. Barker, W. G. and D. E. Dickson. 1961. Early flower initiation in the banana, Nature 190 (4781): 1131-32.
10. Barker, W. G. and F. C. Steward. 1962. Growth and development of the floral shoot in *Musa accuminata* cv. Gros Michel. Ann. Bot. N. S. 26:413-23.
11. Bernier, G., J. M. Kinet and R. M Sachs. 1981. The physiology of flowering. Vol I. The initiation of flowers. 149 pp. Vol. II. Transition to reproductive growth. 231 pp. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.
12. Champion, J. 1961. Indications preliminaires sur la croissance du bananier "Poyo" Fruits 16:191-94.
13. Chailakhjan, M. Kb. 1961. Principles of ontogenesis and physiology of flowering in higher plants. Can. J. Bot. 39:1817-41.
14. Charles-Edwards, D. A., K. E. Cockshull., J. S. Horridge and J. H. M. Thornley. 1979. A model of flowering in Chrysanthemum. Ann. Bot. 44:557-566.
15. Dumas, J. 1955. Contribution a "1" etuds du developpment du bananier nain. Fruits 10:301-26.



16. Fahn, A., S. Stoler and T. First. 1967. Vegetative shoot apex in banana and zonal changes as it becomes reproductive. Bot. Gaz. 124:246-250.
17. Ganry, J. 1977. Determination "in situ" du stade de transition entre la phase Vegetative et la phase florale chez le bananier utilisant le "Coefficient de vitesse de croissance des feuilles" Essai d'interpretation de quelques processus de developpement durant la periode florale. Fruits 32:373-86.
18. Ganry, J. 1980. Le developpement du bananier en relation avec les facteurs du milieu. Fruits 35:727-43.
19. Horridge, J. S. and K. E. Cockshull. 1979. Size of the Chrysanthemum shoot apex in relation to inflorescence initiation and development. Ann. Bot. 44:547-556.
20. Lassoudiere A. 1977. Croissance et developpement du bananier "Payo" en Cote d'Ivoire. Thèse Univ. Nat. de Cote d'Ivoire. 112 pp.
21. Mohan Ram, H. Y., M. Ram. and F. C. Steward. 1962. Growth and development of the banana plant. 3A. The origin of the inflorescence and the development of the flowers. B. The structure and development of the fruit. Ann. Bot. NS. 26:1657-73.
22. Naik, K. C. 1963. South Indian fruits and their culture. P. Varadachary & Co., Madras.
23. Nair, M. N. C. and N. K. Nair. 1979. A note on premature conversion of axillary vegetative buds into inflorescences in banana. Agric. Res. J. Kerala. 17(1).-101-102.
24. Nambisan, K. M. P. 1972. The influence of bispecific origin on certain lamina and fruit characters and constituents in some banana clones, ph. D. Diss. Tamil Nadu Agric. Univ.
25. Shanmugavelu, K. G. and R. Balakrishnan 1980. Growth and development of banana proceedings. National Seminar Banana Production Tech. Tamil Nadu Agric. Univ. Coimbatore. p. 67-72.
26. Simmonds, N. W. 1966. Bananas. London, Longmans. 512 pp.
27. Stover, R. H. 1979. Pseudostem growth, leaf production and flower initiation in the Grand Nain banana. Trop. Agric. Res. Serv., Bull. 8. Siata, La Lima, Honduras. 37 pp.
28. Summerville, W. A. T. 1944. Studies on nutrition as qualified by development in Musa Cavendish Lambert. Queensl. J. Agric. Sci., 1:1-27.
29. Ticho, R. J. 1960. The banana industry in Israel-report to first FAO/CCTA International Meeting on Banana Production, 19pp.
30. Turner, D. W. 1970. The growth of the banana. J. Aust. Inst. Agric. Sci. 36:102-110.
31. Vadivel, E. and K. G. Shanmugavelu. 1976. Effect of Potassium on fruit bud initiation and differentiation of banana cv. Robusta with special reference to changes in nucleic acids, protein and ascorbic acid. Plant Sci. 8:63-68.



32. Wardlaw, C. W. 1972. Banana diseases, (2nd ed.) London, Longmans.
33. Wareing, P. F. and I. D. J. Phillips. 1981. Growth and differentiation in plants, (3rd ed.) Pergamon Press Inc., N. Y. 343 pp.