

多穗蕉體營養系變異的研究

A study of the somaclonal variation of multi-bunching in banana

鄧澄欣 戴奇協 湯興宗¹⁾

by

Ching-Yan Tang, Chi-Hsieh Tai, and Hsin-Tsung Tang

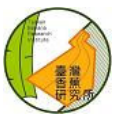
關鍵字：香蕉、多穗、體營養系變異、營養系遺傳

Key words : Musa, banana, multiple bunches, somaclonal variation, asexual inheritance

摘要：從具有多穗性狀的親本採吸芽，以組織培養繁殖無性世代，檢定多穗性狀的表現特性。在新植世代的營養系 190 株中出現各種果穗型：包括單果穗、部份多穗、完全多穗、多雄花苞等類型。單穗型及多穗型植株的百分率分別為 78.9 % 及 21.1 %。由新植世代隨機選採 90 株留宿根觀察，宿根世代其單穗及多穗植株的頻率分別為 38.9 及 61.1 %。多穗蕉在宿根世代有明顯增加，同時少部份植株出現假莖二分生現象。從兩個無性世代的譜系分析，單穗或多穗在後代的表現沒有固定規律，二者之間的回變 (reversion) 均有可能。比較多穗與正常單穗蕉的園藝性狀，在多穗蕉的果把數 (17.5 把) 及果指數 (259 指) 比正常單穗蕉 (分別為 9.1 把及 145 指) 有明顯增加，但其單株產量 (15.2kg) 反而不及正常單穗蕉 (17.6 kg)。可見目前的多穗蕉因果指細小，不具經濟價值。本文並對多穗蕉在無性世代中出現不同類型的成因及理想中的多穗型香蕉加以討論。

1) 台灣香蕉研究所研究員及助理員。Research fellow and Assistances, Taiwan Banana Research Institute, Pingtung, Taiwan, R.O.C.。

2) 本文於民國 83 年 4 月 2 日收到。Date received for publication:



前言

香蕉為大型草本單子葉植物，花序屬總狀花序。小花序螺旋狀著生於花軸上，每個小花序有 10~30 個小花，分兩行排列，並有一大苞片覆蓋。整個花序雌雄花分列：向軸部為雌花序，每小花發育成果指；遠軸部花序叢生成長橢圓形的雄花苞。正常植株只有一個花穗，形成一串果房。

在自然界中，偶有發現香蕉花序成二分生（dichotomy）現象，形成兩個或多個果穗，稱為多穗蕉（multi-bunching）。根據 Gill⁽⁶⁾的報導早於 1925 及 1930 年分別在波多黎各（Puerto Rico）及菲律賓均有發現。1966 年，Simmonds⁽⁸⁾在他所著的香蕉概論引述在波多黎各，加那利島（Canary Island），牙買加及夏威夷均有多穗蕉的發現。Stover 及 Simmonds⁽⁹⁾，記錄在 1983 年於宏都拉斯從大矮蕉（Grand Nain）發現雙假莖植株，每假莖長出二分生花穗。Davis⁽⁵⁾從 1945 年開始搜集多穗蕉資料，直至 1984 年。他描述數種不同型狀的多穗蕉，包括兩個或多個獨立果穗；自第 1 把開始分裂為兩果穗；或單一果穗下分裂成多個雄花苞等。這些多穗變異均在不同年份、地點和品種間發現。在本省楊紹榮⁽⁴⁾曾報導具兩個果穗的香蕉。台灣香蕉研究所在 1988 年從蕉農獲得一多穗蕉品系⁽¹⁾，並種於保存園加以保存及觀察，發現其多穗性狀有不穩定現象。

香蕉多穗特性可增加單株產量。本研究乃利用組織培養法，進行多穗蕉無性繁殖。從其無性世代中觀察多穗性狀的表現特性，作為香蕉品種改良的依據。

材料與方法

1988 年在屏東里港一蕉園獲得之多穗蕉株，經採其吸芽植於本所香蕉品種保存園。1991 年，從品種園採其吸芽進行莖頂組織培養。所用培養基為 MS 基本培養基加上 Benzyl-adenine (BA) 5mg/l, Indo-acetic acid (IAA) mg/l 及 Adenine sulfate 160mg/l⁽²⁾經不定芽增殖獲得營養系 200 株。1991 年 10 月移植田間，其中 190 株成活供作調查。並於 1992 年 12 月，由其中 90 株母株留宿根世代作第二代觀察，記錄果穗型態及發生頻率。兩個世代均從多穗蕉及正常蕉中各隨機選採 15 株作園藝性狀調查，包括株高、莖周徑、果把數、果指數及單株果重。株高為抽穗後從地面至果軸之高度；莖周徑為離地面 30cm 處之假莖圓周。統計分析以 t-test 進行，比較兩群體各性狀差異之顯著性。

結果

一、新植世代果穗型態及其頻率：

以多穗蕉親本進行組織培養，其無性世代出現多種果穗型態。按其果穗分裂位置可分七種（見圖一）。從190植株中，78.9%（表1）呈正常單一果穗。4.7%植株具兩個獨立果房從兩個果軸發育而成，4.2%植株由一個果軸分出兩個完整果房，10.1%為於第1果手以下才分裂為兩個果房，形成部分分裂現象。又1.1%植株出現三個或以上果房；餘下1.1%植株為單一果房下分裂，形成兩個或以上雄花苞。

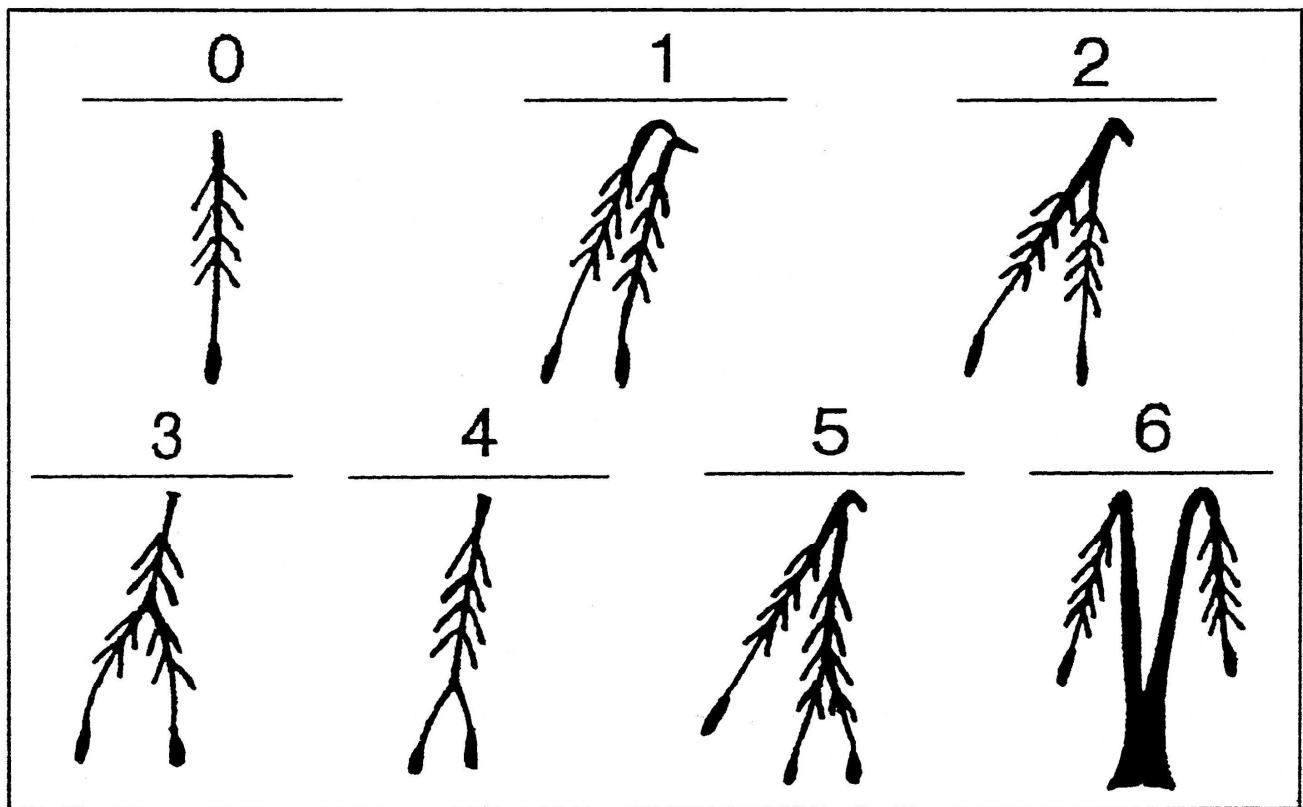


圖 1. 多穗蕉無性世代的果穗型

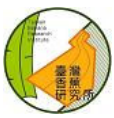
Fig. 1. Various bunch types in the asexual generation derived from a multi-bunching clone of banana.

表 1. 新植及宿根世代中各類果穗型發生頻率

Table 1. Frequencies of various bunch types among the first planting and the first ratoon generation.

generation	No. of plants	bunch types						
		0	1	2	3	4	5	6
first planting	190	78.9	4.7	4.2	10.2	1.1	1.1	0.0
first ratoon	90	38.9	2.2	8.9	12.2	18.9	1.1	17.8

1.0: Single bunch, 1 : two independent bunches with two stalks, 2 : two bunches from one stalk, 3 : two partial bunches from one stalk, 4 : single bunch with 2 or more male buds, 5 : three or more bunches, 6 : two pseudostem, each with one or two bunches.



二、宿根世代果穗型頻率：

為了解多穗性狀的穩定性，隨機選採 90 株母株以宿根栽植，觀察宿根世代果房變異情況。結果見表一。從表一可知，宿根世代的單穗及多穗果房的出現頻率分別為 38.9 及 61.1 %，多穗蕉在宿根世代有明顯增加。同時在宿根世代，多花苞的出現頻率也有明顯增加，達 18.9 %。並且出現假莖二分生的現象，佔 17.8 %。有少許植株，除假莖二分生外，每假莖之果房又再分裂，形成四個果穗。

從新植世代之母本與其宿根世代進行譜系分析，結果列於表 2。由表 2 可知，從 64 株單穗母株，其宿根子代仍為單穗型者佔 40.6%，其餘 (59.4%) 轉為多穗型。從 26 株多穗型母本，其宿根子代為單穗型及多穗型的頻率分別為 34.6 及 65.4%。可見母株與其宿根子代出現單穗或多穗沒有固定規律，單穗與多穗性狀互相回變 (reversion) 均有可能。

表 2. 從 90 株新植世代所衍生之宿根世代的果穗型發生頻率

Table 2. Frequencies of bunch types of the first ratoon generation which was derived from 90 plants of the first planting generation

First planting generation	No. of plants	First ratoon generation (%)	
		Single bunch	Multilple bunches
Single bunch	64	40.6	59.4
Multilple bunches	26	34.6	65.4

三、多穗蕉與正常蕉園藝性狀比較

為了解多穗蕉的實用價值，對多穗蕉的新植及宿根世代的園藝性狀進行調查，並隨機選採正常植株作調查比較。結果如表 3 所示。從比較新植世代及宿根世代可知，後者的生長勢較強，因此，在各項性狀調查，宿根世代均比新植世代為高。從正常植株與多穗植株的比較顯示，在新植世代，正常植株 (254 公分) 的株高較多穗植株 (242 公分) 稍高，但在宿根世代，二者沒有顯著差別。兩者的莖周徑之大小，在兩個世代中均無顯著差異。至於果手數及果指數，多穗蕉均明顯高於正常蕉，兩世代的平均值，正常蕉分別為 9.1 把及 145 指，而多穗蕉則 17.5 把及 259 指。正常蕉及多穗蕉之平均單株果重分別為 17.6kg 及 15.2kg，差異顯著。由此可知，多穗蕉的果指細小，不利作商品用途。

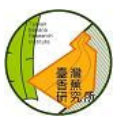


表 3. 單穗蕉與多穗蕉五個園藝性狀的比較

Table 3. Comparison of five traits of plants with single (S) and multiple (M) bunches¹⁾

Generation	Height (cm)		Girth (cm)		Hands (No)		Finger (No)		Bunch weight(kg)	
	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M
1st planting	254*	242	62.2	62.3	8.6*	17.7	134*	254	16.1*	13.2
1st ratoon	268	274	72.4	73.2	9.8	17.4	156	263	19.1	17.3
means	261	258	67.8	67.7	9.1*	17.5	145*	259	17.6*	15.2

1) Means of 15 plants

* significant at 0.01 probability level by t-test

討論

食用香蕉為無性繁殖作物，在自然界出現突變的頻率很低，黃（1986）報導在南非的估算為百萬分之一⁽³⁾。但從組織培養繁殖的蕉苗，出現體營養系變異（Somaclonal variation）的頻率普遍增加，從 1% 至 32% 均有報導⁽⁷⁾。本省利用組織培養繁殖香蕉苗已有十年歷史，近年來，每年平均繁殖苗達一百萬株，變異率約 2~3% 左右。從田間調查四萬多株組織培養苗，變異率總共為 2.8%⁽³⁾。變異種類包括株型、葉型、假莖顏色、果房形狀等，但沒有發現多穗型變異。

多穗型變異在自然界發生的頻率很低，文獻記載不多。Davis 於 1984 年綜合多年的觀察描述數種不同形狀的多穗變異⁽⁵⁾。但對變異蕉後代的觀察，少有報導。本研究利用組織培養繁殖多穗蕉母本，該性狀在無性子代是可重複出現，但從營養系之表現率及顯現度呈不穩定現象。其顯現度由單穗、完全多穗、部份多穗至多花苞等不同程度的差異均出現在新植及宿根世代中。多年來，國內外所報導的多穗變異型均在本試驗中出現，可見自然界中的多穗變異經組織培養繁殖出現擴顯現象（amplification）。Vuylsteke 等⁽¹⁰⁾研究煮食蕉（plantain）的體營養系變異，亦有類似的報導。

此外，本試驗顯示多穗蕉的母本，在其無性子代中如微體營養系及宿根世代重複出現多穗性狀，間接證明為一遺傳屬性。但從這些子代中卻出現不同程度的多穗型，顯示遺傳因子的表現受到不同因子的影響。Vuylsteke 等⁽¹⁰⁾對煮食蕉的一個品系 'Bise Ego 2' 作深入研究。在 'Bise Ego 2' 的組織培養新植世代中，其果穗型出現高達 69% 的體營養系變異，這些變異可分為 French、French horn、False horn 及 Horn 四種類型。又從其宿根世代，同樣出現各種類型的果穗。其結果與本研究相似。Vuylsteke 等認為這種不穩定性狀的表現，可能是由於類似轉位因子（transposable element）的可移動性基因所造成。

從本研究顯示多穗蕉有不同的類型。若從個體發育 (ontogeny) 的角度來看，多穗性狀是由於莖頂組織在不同發育階段出現二分生現象所造成。又根據本試驗，宿根世代出現多穗性狀植株的頻率達 61.1% 比新植世代的 21.1% 為高；特別是假莖二分生情況只發生在宿根世代。可見植株的生理情況影響二分生的表現。因此，環境因素，包括氣候、營養等因子，可能影響控制多穗性狀基因的顯現度，造成不同的多穗型。

香蕉的單株產量決定於果把數、果指數及果指的大小。多穗型的果把數及果指數雖比正常蕉高出很多，但單株產量反而比正常蕉輕。說明多穗蕉的果指很小，未能達到商品標準。Gill 研究菜蕉的多穗性狀，分為兩類⁽⁶⁾：A 型為兩果串同一方向，B 型為兩果串在相反方向。A 型果指擠在一起，細小不具經濟價值，但 B 型的果指大小正常，具有增產的潛力。從本試驗，大部份多穗蕉均屬單軸後二分果串。部份果指互相擠迫，不但細小，同時果型極不整齊。但偶有兩個獨立果軸者，如 Gill 所報導，有同方向及相反方向者。後者的果指因不受擠迫，果指均較飽滿和整齊 (圖 2)，此為理想的多穗型。能否透過選種達到固定此型的目的，為未來研究的重點。

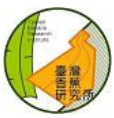


圖二 理想中的多穗型香蕉

Figure 2. Ideal bunch type of multi-bunching banana

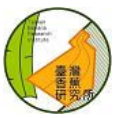
致謝

本研究所用的多穗蕉母本乃由朱慶國先生搜集，又所用的組織培養苗係由李淑英及羅淑櫻小姐協助繁殖，謹此致謝。本文承蒙劉程江先生校閱，特表謝忱。



參考文獻

- 1.台灣香蕉研究所，1988，七十七年年報，pp6-7。
- 2.馬溯軒、許圳塗，1974，香蕉不定芽之組織培養育成幼株之研究，中國園藝 20(1):6-12。
- 3.黃新川，1986，香蕉組織培養植株之變異，中國園藝 32(2):117-125。
- 4.楊紹榮，1970，品種改良，台灣香蕉研究所十年工作報告 pp40-56。
- 5.Davis, T.A.,1984.A multi-bunching banana sport. IBPGR Regional Committee for Southeast Asia Newsletter 8(4):21-23.
- 6.Gill, M.M.,1986.A note on dichotomy of the inflorescence in the plantain (Musa paradisiaca, Linn). Trop. Agri. Trin.45(4): 337-341.
- 7.Reuveni, O.,1990.Measures to reduce somaclonal variation in *in vitro* propagated bananas. Acta Horticulturae 275:307-313.
- 8.Simmonds, N.W.,1966.Bananas (2nd ed.).Longman, London, pp57- 62.
- 9.Stover, R.H. and N.W. Simmonds,1987.Bananas (3rd ed.). Longman,London.pp96-101.
- 10.Vuylsteke, D., R. Swennen and E. De Langhe, 1991.Somaclonal variation in plantain (Musa spp, AAB group) derived from shoot-tip culture. Fruits 46:429-439.



Summary

A study of the somaclonal variation on multiple bunches was carried out in the asexual generation of a multi-bunching clone of banana(AAA, Cavendish subgroup). Micropropagation using meristem culture of banana sucker was used to produce the asexual plantlets for this study. Among 190 plants studied, various types of bunch morphology, varying from single bunch, partially multiple bunches, completely multiple bunches and multiple male buds were observed. The frequencies of plants with single bunch or multiple bunches were 78.9 and 21.1%, respectively. 90 plants were randomly selected to investigate the bunch morphology in the ratoon generation. Among them, 38.9% were single bunching and 61.1% were multi-bunching. Plants with multi-bunching were greatly increased in the ratooning generation. Also, a new type with dichotomy of pseudostem was found in some plants of this generation. From the pedigree analysis, no regularity was found in the occurrence of bunch types in the asexual offsprings. Change of bunch types, either from single to multiple or the reverse are possible. Comparison of five horticultural traits between plants of single and multi-bunching was studied. Although the no. of hands (17.5) and fingers (259) in the multi-bunching type were higher than those in the single bunching type (9.1 and 145, respectively), the bunch weight of the multi-bunching type (15.2 kg) was less than those of the single bunching type (17.0 kg). Therefore the fruit size of multi-bunching plants was low and has no commercial value. The possible causes of the occurrence of various bunch types in the asxual generation and the ideal morphology of the multi-bunching banana were also discussed.