

體細胞變異在香蕉育種上的應用

鄧澄欣 黃新川*

關鍵字：香蕉、育種、突變、體細胞變異。

Key words : Bananas; Musa; Breeding; Mutation; Somaclonal Variation.

摘 要

經組織培養培育的植株，出現異型株的現象稱之為體細胞變異(somaclonal variation)。此種變異在香蕉組織培養苗中普遍存在。從本省的研究顯示，體細胞變異在幼苗期及成長期的出現率分別為0.37及2.43%。近年來利用體細胞變異進行香蕉育種，已獲得若干具體成果。

自1984年台灣香蕉研究所開始以體細胞變異進行抗黃葉病(*Fusarium wilt*, race 4)的選種研究。從本省最重要栽培種'北蕉'中選出10個抗病品系。再從這些品系的組織培養世代繼續改良，其中以GCTCV-215-1 及GCTCV-105-1 最具商品價值。GCTCV-215-1 具中等抗病程度，於1992年命名推廣，現今種植面積達1,200公頃左右。GCTCV-105-1具高抗病能力及優良園藝性狀，現正擴大試種中。除應用在抗病選種之外，體細胞變異近來亦利用於選育矮性、早花及豐產品系。最近從GCTCV-215-1 植株

中選得矮性之優良系(TC1-229) 經試種表現良好，深具推廣潛力。從39個早花品系的無性世代中，4 個品系繼續維持早花特性。藉著組織培養無性世代的輪迴選擇，可逐漸改良抗病品系的園藝性狀及單株產量。

1990年從農民蕉園中選出豐產品系GCTCV-216，平均單株果重為34.7公斤，比對照'北蕉'重約10公斤左右，現正深入研究其實用價值。從體細胞變異選出的抗病品系，其香蕉後熟品質常有改變，在選育過程中必需留意。

* 依序為台灣香蕉研究所研究員、研究員兼所長。

前 言

利用植物營養器官培植體，在控制環境下進行細胞或組織培養，經不斷的增殖及再生，可培育出大量具有相同基因型的植株，稱為微體繁殖法(micropropagation)。微體繁殖為無性繁殖法之一。根據各種植物培養週期的特性，能迅速增殖。此技術已被廣泛應用在不同作物中，尤其是不易或不能藉種子繁殖的作物，例如香蕉、蘭花、馬鈴薯等，均普遍採用不同的組織培養技術達到大量繁苗的目的(9)。

理論上，經微體繁殖培育的植株，其遺傳特性應與其親本完全一致。但實際上，異型株(variant)常常出現在經由組織培養培育之無性世代中，這種變異稱之為體細胞變異(somaclonal variation)。從繁殖種苗的立場來說，體細胞變異的發生會改變原有品種的特性，極為不利，必需加以控制。但對品種改良而言，體細胞變異則成為變異的新來源，提供選種的機會。1981年Larkin和Scowcroft(17)根據甘蔗等十多種作物的研究，認為體細胞變異普遍發生。因此不必經由不同基因型的雜交而能育成新的品種的機會大大提高。

香蕉組織培養繁苗技術早於1971年建立(2)。從1983年開始應用於大量蕉苗生產上，每年繁苗由50萬株增至2百萬株(13'18)。此繁苗技術已廣泛地應用在不同地區，包括以色列、澳洲及非洲等地(6'7'8'10'19)。

而體細胞變異普遍存在於香蕉組織培養苗中(3'11'16'22'23)。本省自1984年開始，利用體細胞變異進行香蕉育種研究，選出抗黃葉病(Fusarium oxysporum f.sp. cubense, race 4)品種(12'14'15)。近年來，更篩選出矮性、早花及豐產品系。本文報導此項研究之最新進展。

體細胞變異的種類

自從香蕉組織培養建立之後，即被利用作誘變育種的研究。高氏(1)報告以伽瑪射線(鈷60)劑量 2.5 krad 照射香蕉生長點並置於培養基中

再生植株。從377個培植體中，經處理後，約有8.5-18.1%成功地再生植株。其中出現不同類型的突變，包括白化、矮性植株、早生吸芽、黃綠色假莖及紅色中肋等。1986年，組織培養被應用在繁殖大量蕉苗，從調查3萬株香蕉組織培養幼苗及4萬多成熟植株，體細胞變異頻率分別為0.37及2.43%(3)這些變異包括葉綠素、葉型、株型、假莖顏色及果型等。除葉綠素變異外，其餘變異均具遺傳穩定性。

抗黃葉病品系的選育

黃葉病為屬真菌的镰刀菌(Fusarium oxysporum f.sp. cubense)引致的病害。1967年在本省種植的'北蕉'(屬華蕉系,AAA)首次發現感染黃葉病，經研究證明為黃葉病菌第四生理小種 (21)。自此以後，黃葉病成為本省香蕉產業的最嚴重問題。直至1984年，台灣香蕉研究所開始利用體細胞變異進行抗病育種研究。把假植後兩個月大的組織培養苗密植於重病園。從三萬多株'北蕉'苗中選出10個具抗病特性的品系(14)，其中5個(GCTCV-40,44,104,105及119)具高抗性，其餘5個(GCTCV-46,53,62,201及215)則為中抗性。這些第一代的抗病系均具不良園藝性狀，例如植株過高、生育期太長、果指過於短小、及產量太低等。然而，從其組織培養無性世代中，可選得改良型的變異系(15)。其中以GCTCV-215-1及GCTCV-105-1兩品系，深具商業生產潛力，茲介紹如下：

GCTCV-215-1品系於1988年選出(4)。1990年至1993年，在不同蕉園中，其發病率為4.8-8.6%(表一)，而對照'北蕉'則為33.6-45.5%，抗病程度屬中抗性。其園藝性狀與'北蕉'相似，但比'北蕉'略高；假莖較細小；其生育週期較長約一個月(表二)。同時在無病蕉園，其單株產量較'北蕉'減少10%左右。但其果房上下整齊，果實於催熟後，轉色均勻為其優點。該品系已於1992年通過命名為'台蕉一號'，正式推廣種植。目前在本省高屏蕉區種植面積達1,200公頃左右。'台蕉一號'為經人工選育，成功推廣種植的第一個香蕉品種。

GCTCV-105-1 品系具高度抗性，於1991年選出。其園藝性狀優良，株高與北蕉相似，約為250-270 公分。其葉片則較短而直立，適合密植。其單株果重(表三)雖較北蕉稍輕，但果把整齊，果指較短，適合消費者的需要，現正擴大試種中。

矮性品系的選育

本省蕉區位於颱風吹襲地帶，種植高大的'北蕉'常受風害損失。最近從引進的品種中選育出來自巴貝多的半矮性品種，已登記命名為'台蕉二號(5)。矮性變異經常出現於體細胞變異中，據調查(3)，矮性變異(植株矮於180公分)的出現頻率為1.3%。在1991-92年，從以組織培養建立的'北蕉'蕉園選出16個矮性品系，其中7個屬中矮(2-2.5公尺)而其它9個為矮腳蕉(< 2公尺)。經組織培養繁殖後，在1993年種植觀察。資料顯示，所有矮腳蕉的品系，其子代的表現型均為同一類型，故其遺傳性狀非常穩定。至於母株屬中矮型，7 個品系中只有一個品系的子代維持中矮型，其餘均不屬矮性。可見株高的表現可能受環境(micro-environment)因素影響而呈不穩定性，以至選育中矮性的成功率減少。

GCTCV-215-1 品系比北蕉略高，而假莖亦較細小，故開花後較易倒伏。在1992年，從農民蕉園中，自GCTCV-215-1 品系選出中矮性優良系(TC1-229)。經繁殖得植株300株，於1993年種植。據初步調查顯示，

TC1-229品系的中矮性為穩定遺傳性狀，比母株(GCTCV-215-1)矮50-60公分。同時保持其高度抗病能力及產量潛力。

早花品系的選育

本省香蕉外銷有季節性，每年三至六月的外銷期間，蕉價較高，故農民必需調節產期，以獲取較高收益。GCTCV-215-1 品系生育期為13個月，比'北蕉'多一個月，故必需提早種植以調節產期。自1991-92 年，從GCTCV-215-1 品系的新植蕉園中選出39個明顯早花的品系，以組織培

養作少量繁苗，並於1993年種植觀察。結果顯示各品系自種植至半數植株抽穗的天數由217至274天不等。其中4個(10.3%)顯現特早開花(< 230天)；而8個(20.6%)則開花早於其它品系，約需230-239天(圖一)。值得注意的是在選育早花過程中，所選之品系大部份失去抗病能力。能維持抗病性的只有2 個品系落在早花的類別。從抗病程度的不同，證明早花品系間有遺傳差異；同時亦顯示選擇早花兼具抗病特性的品系是可行的。

豐產品系的選育

第一代選出的抗黃葉病品系，均具園藝性狀的缺點，包括單株產量偏低。從其組織培養的子代中，可發現接近母株產量的變異品系。表四為不同選育世代中，各品系單株果重的比較。從表中可知第一代抗病品系的單株果重為13.8-18.6公斤；而第二代則為21.5-26.5公斤，與原來母株('北蕉')的產量(25.9公斤)接近。可見透過體細胞變異的選擇可選出較高產量的品系。值得注意的是GCTCV-40-1品系為第二代選擇，其產量雖有增加但抗病性卻不復存在。故在產量選種過程中，不可忽略其抗病性，是否仍然保留。

在1990年，屏東一農民在其蕉園選獲一來自'北蕉'的豐產抗病品系(GCTCV-216)。從初步試種觀察，該品系植株粗壯高大、果房巨大、果把數達10-12把，單株果重達34.7公斤，比其母株'北蕉'高出10公斤左右

，將深入研究其實用價值。

香蕉後熟品質的改變

果實品質之良窳為新品種能否推廣種植的關鍵。表五列出各抗病品系的後熟品質調查資料。以'北蕉'為標準，可見部份品系(GCTCV-44 及 GCTCV-215-1) 的風味與北蕉相似。GCTCV-215-1的兩段著色發生率明顯低於北蕉。又GCTCV-105及GCTCV-119兩品系果實水份含量較低，糖度較高，果肉具粉質口感，因而風味獨特，能否為顧客所接受仍需查證。至

於GCTCV-53為各品系中風味最差，並且兩段著色發生情況嚴重。故在選育過程中必需留意新品種的風味及其它後熟品質。

討 論

體細胞變異在許多作物中均有報導。在香蕉不同栽培種中，體細胞變異亦普遍發生。從本研究，證明體細胞變異可提供遺傳差異性，在定向的選擇下可作品種改良之用。此育種方法，對香蕉的品種改良，尤為重要，因為：

- 1.傳統的香蕉雜交育種複雜而不容易成功。但從體細胞變異中可選出有利基因，方法較直接而簡單。
- 2.香蕉為無性繁殖作物，任何遺傳突變均可固定及增殖，加以評估及利用。
- 3.從體細胞變異選出的有利基因可透過組織培養子代，逐步累積，成為輪迴選擇的途徑。在台灣，香蕉組織培養繁苗系統已經建立，每年繁苗達百萬株以上，供農民種植。此有效率的繁苗系統每年提供大量的組織培養苗，成為體細胞變異的重要來源，達到品種改良目的。這種選育可透過選擇壓力(selection pressure)的應用，例如在重病園篩選抗病品種，或藉研究人員與廣大農民的緊密合作，選出有用的變異，改善現有品種。

利用體細胞變異作香蕉育種，方法雖然比較簡單，但仍需注意下列

要點：

- 1.因變異發生的頻率很低，為選出有用的突變體，供選種的樣品數必須夠大。對一些具有有利特殊性狀的品系，雖然有其他園藝性狀的缺點，不要隨便放棄，因可從其組織培養世代中繼續選擇改善。
- 2.供選擇之蕉園必需以組織培養苗建立；同時，蕉園土壤肥力力求均一，管理一致，才容易偵察任何變異體的出現。特別是早花、產量及中矮等性狀，環境因素常常影響該性狀的表現，故必需注意田間的一致性。

3.突變基因的多效性往往使有利基因的實用性降低。型態的變異，對果實的品質常有影響。因此，在選種過程中，切需注意。

體細胞變異提供變異的來源，便利達成香蕉品種改良的目的。近年來，利用此法已育成黃葉病抗病新品種，對減輕黃葉病損失及穩定本省香蕉產業效果顯著。

參 考 文 獻

- 1.高典林 1979 中國園藝25:197-206。 2.馬溯軒、許圳塗 1972 中國園藝18:135-42。 3.黃新川 1986 中國園藝 129:56-66。
- 4.黃新川、柯文雄、趙治平 1992 病蟲害非農藥防治技術研討會專刊 259-280頁。 5.鄧澄欣、朱慶國 1993 台灣農業 29(4):89-96。
- 6.Arias, O. 1993. Biotechnology Applications for Banana and Plantain Improvement. p.139-142. INIBAP. 7. Banerjee, N. and E. De Langhe. 1985. Plant Cell Rep. 4:351-354. 8. Cronauer, S.S. and A.D. Krikorian. 1984. HortScience 19(2):234-235.
9. Debergh, P.C. and R.H. Zimmerman (eds). 1991. Micropropagation Technology and Application. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands. 10. Drew, R.A. and M.K. Smith. 1990. Aust. J. Exp. Agri. 30:569-574. 11. Drew, R.A. and

M.K. Smith. 1993. Proceedings: International Symposium on Recent Developments in Banana Cultivation Technology. p.162-171. TBRI/INIBAP. 12. Hwang, S.C. 1991. Plant Prot. Bull. (Taiwan) 33:124-132. 13. Hwang, S.C., C.L. Chen, J.C. Lin and H.L. Lin. 1984. HortScience 19(2):231-233. 14. Hwang, S.C. and W.H. Ko. 1988. Plant Prot. Bull. (Taiwan). 30:380-392. 15. Hwang, S.C. and W.H. Ko. 1989. Plant Prot. Bull. (Taiwan). 31:131-138. 16. Israeli, Y., O. Reuveni and E.

Lahav. 1991. *Scientia Hortic.* 48:71-88. 17. Larkin, P.J.
and W.R. Scowcroft. 1981. *Theore. App. Gene.* 60:197-214.
18. Lee, S.W. and S.C. Hwang. 1993. *Proceedings: Interna-
tional Symposium on Recent Developments in Banana Cultivation
Technology.* p.172-178. TBRI/INIBAP. 19. Martelle, T. and
B. Foncelle. 1988. *Trop. Agric. (Trinidad)* 65(4):325-328.
20. Stover, R.H. 1987. *Banana and Plantain Breeding Strategies*
p.136-139. ACIAR. 21. Su, H.J., S.C. Hwang and W.H. Ko.
1980. *Plant Dis.* 70:814-818. 22. Vuylsteke, D., R. Swennen
and E. De Langhe. 1991. *Fruits* 46:429-439. 23. Vuylsteke, D.,
R. Swennen, G.F. Wilson and E. De Langhe. 1988. *Scientia
Hortic.* 36:79-88.