

## 數種香蕉品種光合速率與產量的比較

居正中<sup>\*</sup>、許仁宏<sup>\*\*</sup>、蘇江文<sup>\*\*\*</sup>、李淑英<sup>\*\*\*\*</sup>、黃山內<sup>\*\*\*\*\*</sup>

### 摘要

台灣香蕉年平均種植面積約1萬1千公頃，為台灣重要的水果。本試驗的目的在了解香蕉品種間光合速率的差異與光合速率與產量間的關係，以作為香蕉提高產量選育種的指標。結果顯示‘寶島蕉’不同葉位淨光合速率以第2葉片的 $22.2 \mu \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 最高。香蕉品種間以‘寶島蕉’、‘台蕉一號’兩品種的平均淨光合速率較高，都是 $12.8 \mu \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，優於‘台蕉三號’的 $10.7 \mu \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 與‘台蕉五號’的 $8.5 \mu \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。單株產量(果穗重)上以‘寶島蕉’最高，達30.2公斤，‘台蕉一號’、‘台蕉三號’與‘台蕉五號’的產量相近，在20.6~22.4公斤之間。

關鍵字：香蕉、光合作用、產量。

---

<sup>\*</sup>、<sup>\*\*</sup>、<sup>\*\*\*</sup> 助理、教授、大學部學生，美和科技大學生物科技系  
<sup>\*\*\*\*</sup>、<sup>\*\*\*\*\*</sup> 副研究員、所長，財團法人台灣香蕉研究所  
<sup>\*\*</sup>通訊作者

## 壹、前言

香蕉是世界上極為重要的熱帶果樹之一，近 10 年來台灣香蕉平均種植面積約 1 萬 1 千公頃，每年平均產量與產值分別為 20 萬公噸與新台幣 30 億元，為台灣重要的水果。‘北蕉’是台灣主要香蕉栽培品種，因其適應性廣、產量高、風味佳。香蕉黃葉病的侵襲使台灣香蕉產業遭受嚴重的威脅，香蕉研究所利用體細胞變異，選育出耐抗香蕉黃葉病、矮性、豐產及其它優良園藝特性的新品種，歷年來選育出來的新品種有‘台蕉一號’、‘台蕉二號’、‘台蕉三號’、‘寶島蕉’、‘台蕉五號’與‘台蕉六號’等品種(Tang, 2002; 2005)。

光合作用和產量有極為密切的關聯，因此作物改良的方向也常把光合作用效率的改善作為重要的目標(Sharma-Natu and Ghildiyal, 2005)。有關香蕉光合作用的報告並不多，Brun (1961a, 1961b)發現香蕉的光合作用受光照度、氣孔開閉、上下葉面和疏導組織水養份供應的影響很大。香蕉的光合作用飽和有效光約在  $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  左右(Senevirathna et al., 2008)。Thomas and Turner (2001)發現光照過量會讓灌溉不足的香蕉光化學反應受損，但灌溉充足的香蕉則不受影響。Thomas 等人(1998)發現香蕉和烹調蕉的光合作用對環境的適應性受遺傳組成的影響極大。葉片蒸氣壓差為 1.5 kPa 時，光合作用的適當溫度約為 29°C。葉片蒸氣壓差為 3.0 kPa 時，光合作用的適當溫度約為 33°C。溫度為 43°C to 44°C 時淨光合速率為零。

本試驗的目的在了解香蕉品種間光合速率的差異與光合速率與產量間的關係，以作為香蕉提高產量選育種的指標。調查比較‘寶島蕉’、‘台蕉一號’、‘台蕉三號’與‘台蕉五號’的光合速率與產量，並進行光合速率與產量間的關連性探討。

## 貳、材料與方法

### 一、材料：

香蕉品種為‘寶島蕉’、‘台蕉一號’、‘台蕉三號’與‘台蕉五號’，種植於屏東縣九如鄉香蕉試驗所試驗田。

### 二、方法：

#### 1. 園藝性狀的比較

試驗設計為RCBD，3 重複，每小區40~80株(約160~320m<sup>2</sup>)。調查株高、莖周(離地30公分)、葉型比(葉片的長寬比)、葉蓋直徑、單株果穗重與果手數。

#### 2. 葉片淨光合成速率測定

每品種選取 3 株，以可攜式光合作用測定儀(LI-6400, LI-COR Inc., Nebraska)進行測定‘寶島蕉’不同葉位的淨光合速率，不同品種香蕉淨光合成速率的比較，測量部位為每株第 2 葉片中段靠近葉緣的葉身。光合作用測定儀所設定的環境參數為：流速  $500 \mu\text{mol s}^{-1}$ ，相對溼度  $60 \pm 10 \%$ ，二氧化碳濃度  $400 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$ ，人工光源光照強度  $1200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 。

參、結果

一、園藝性狀的比較

植株高度以台蕉一號 285 公分最高，其次為寶島蕉。徑周以寶島蕉的 82 公分最粗。葉型比以台蕉三號的 1.95 最小，葉蓋直徑以台蕉一號的 414 公分最大。單株果穗重以寶島蕉 30.2 公斤最重，果手數 11.5 把最多。

2.不同葉位的淨光合速率

寶島蕉第 1 片葉淨光合速率  $10.7 \mu \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，第 2 片葉增加成爲  $22.2 \mu \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。第 3 片葉降爲  $19.1 \mu \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，第 4 片葉再減少爲  $17.2 \mu \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，第 5 片葉持續降低，成爲  $15.1 \mu \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，第 6 片和第 7 淨光合速率降低爲少於  $11 \mu \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。

3.不同品種淨光合速率的比較

寶島蕉與台蕉一號兩品種的平均淨光合速率都是  $12.8 \mu \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，其次爲台蕉三號  $10.7 \mu \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，台蕉五號的  $8.5 \mu \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  最低。

表 1 香蕉不同品種園藝性狀比較

	株高 cm	莖周 cm	葉型比	葉蓋直徑 cm	單株果穗 重(kg)	果手數 (把)
寶島蕉	281	82	2.33	379	30.2	11.5
台蕉 1 號	285	70	2.57	414	22.4	8.1
台蕉 3 號	234	69	1.95	334	20.6	9.5
台蕉 5 號	269	69	2.30	358	22.5	7.4

表 2 寶島蕉不同葉位淨光合速率比較

	淨光合速率 $\mu \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
第 1 片葉	10.7 e
第 2 片葉	22.2 a
第 3 片葉	19.1 b
第 4 片葉	17.2 c
第 5 片葉	15.1 d
第 6 片葉	10.1 f
第 7 片葉	10.9 e

\*\*\*

Means separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p = 0.05$ .

Ns,\*,\*\*,\*\*\*Nonsignificant,singnificant at 0.05,0.01and0.001 leveels,respectively.

表 3 香蕉不同品種淨光合速率比較

	淨光合速率 $\mu \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
寶島蕉	12.8 a
台蕉 1 號	12.8 a

台蕉 3 號	10.7	b
台蕉 5 號	8.5	c
		***

Means separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p = 0.05$ .

Ns, \*, \*\*, \*\*\*Nonsignificant, significant at 0.05, 0.01 and 0.001 levels, respectively.



圖 1.測量香蕉光合作用

#### 肆、討論

‘寶島蕉’植株光合作用的高低與葉齡有極大的相關，第 1 片葉為未展開的葉片，光合系統可能還沒有發育完全，因此淨光合速率只有  $10.7 \mu \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。第 2 片葉已經發育成熟，淨光合速率快速增加成為  $22.2 \mu \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，是所有葉片中最高的。之後隨著葉齡的增加而淨光合速率遞減。分別為第 3、4、5 片葉的  $19.1$ 、 $17.2$  與  $15.1 \mu \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。第 6 片和第 7 片葉可能因為老化，淨光合速率降低成少於  $11 \mu \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。

香蕉品種之間的淨光合速率也有顯著差異。‘寶島蕉’與‘台蕉一號’的淨光合速率最高，其次是‘台蕉三號’，‘台蕉五號’最低。這和寶島蕉與‘台蕉一號’兩品種的植株高與葉蓋直徑均較‘台蕉三號’與‘台蕉五號’高大且寬有正相關。‘寶島蕉’的單株果穗重達 30.2 公斤，在 4 品種間為最重，也和此品種的淨光合速率最高呈正相關。但‘台蕉一號’的淨光合速率雖然比較高，但是產量則並沒有比‘台蕉三號’及‘台蕉五號’高。本試驗屬於初步的研究，淨光合速率的高低與香蕉果實產量間的關係雖然有部份關聯，但因為果實產量牽涉到光合產物的運送、分佈、代謝與利用效率等(Thomas and Turner, 1998, 2001)，因此還需要更詳盡的研究分析才能有更合理的解釋。

#### 誌謝

感謝台東區農業改良場斑鳩分場盧伯松主任借用光合作用測定儀 LI-6400。

參考文獻

- Brun W.A. (1961a). Photosynthesis and transpiration from upper and lower surfaces of intact banana leaves. *Plant Physiol*, 36, 399-405.
- Brun, W.A. (1961b). Photosynthesis and transpiration of banana leaves as affected by severing the vascular system. *Plant Physiol*, 36, 577-580.
- Tang, C. Y. (2002). *Improvement of banana cultivars in Taiwan.*”International Symposium on Tropical Fruit Trees” National Pingtung Univ. of Science and Technology, Pingtung, Taiwan.
- Tang, C. Y. (2005). Somaclonal variation: a tool for the improvement of Cavendish banana cultivars. *Acta Hort*, 692, 61-65.
- Turner, D.W., & Thomas, D.S. (1998). Measurements of plant and soil water status and their association with leaf gas exchange in banana (*Musa* spp.): a laticiferous plant. *Scientia Horticulturae*, 77, 177-193.
- Thomas, D.S., & Turner, D.W. (2001). Banana (*Musa* sp.) leaf gas exchange and chlorophyll fluorescence in response to soil drought, shading and lamina folding. *Scientia Horticulturae*, 90, 93-108.
- Sharma-Natu, P., & Ghildiyal, M. C. (2005). Potential targets for improving photosynthesis and crop yield. *Current Science*, 88, 1918-1928.
- Thomas, D.S.; Turner, D.W.; & Eamus, D. (1998). Independent effects of the environment on the leaf gas exchange of three banana (*Musa* sp.) cultivars of different genomic constitution. *Scientia Horticulturae*, 75, 41-57.
- Senevirathna, A. M. W. K. C. M., Stirling & V. H. L. Rodrigo. (2008). Acclimation of photosynthesis and growth of banana (*Musa* sp.) to natural shade in the humid tropics. *Experimental Agric*, 44, 301-312.

## Comparisons on photosynthetic rates and yields of several economic banana cultivars in Taiwan

Cheng-chung Chu<sup>\*</sup>, Zen-hong Shü<sup>\*\*</sup>, Chiang -wen Su<sup>\*\*\*</sup>, Shu-inn Lee<sup>\*\*\*\*</sup>,

Shan-Ney Huang<sup>\*\*\*\*\*</sup>

### Abstract

Banana is an important tropical fruit crop in Taiwan, with the production area averaging around 11,000 hectares in recent years. Since photosynthesis is the most important factor affecting fruit yields, the purpose of this study is to study the difference in photosynthetic rates amongst the common commercial banana varieties, how leaf ages make a difference in photosynthetic rates as well as the relationships between photosynthetic rates and fruit yields. The results show that the second youngest leaf has the highest photosynthetic rate ( $22.2 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) among all the leaves at different leaf positions in the 'Formosana' variety of banana. The 'Formosana' and 'Tai-Chiao No. 1' are the two varieties having the highest photosynthetic rate, both at  $12.8 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , among all the tested varieties. The photosynthetic rate of 'Tai-Chiao No. 3', at  $10.7 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  ranked second, and 'Tai-Chiao No. 5' had the lowest rate at  $8.5 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . The fruit yield of 'Formosana' is the greatest at 30.2 kg per bunch. The fruit yield for 'Tai-Chiao No. 1', 'Tai-Chiao No. 3' and 'Tai-Chiao No. 5' are about the same, ranging from 20.6 kg to 22.4 kg per bunch.

Key words: Banana, photosynthesis, yield.

---

<sup>\*</sup>、<sup>\*\*</sup>、<sup>\*\*\*</sup> Department of Biological Science and Technology, Meiho University  
<sup>\*\*\*\*</sup>、<sup>\*\*\*\*\*</sup> Taiwan Banana Research Institute, Chiujü