兩段著色香蕉之後熟生理及催熟技術

柯立祥[1]，林宗賢[2]，楊儒民[3]，柯定芳[4]

屏東技術學院農園系副教授[1]，台灣大學園藝系教授[2]、技士[3]

台灣香蕉研究所助理研究員[4]

摘　　要

台灣4-6月採收之香蕉，在乙烯催熟處理後，部份香蕉發生轉色（褪綠轉黃）困難之所謂兩段著色香蕉或青丹蕉之問題經常發生，造成香蕉催熟加工業者相當之困擾。據研究顯示，兩段著色香蕉與正常香蕉在乙烯（1000ppm）催熟處理後之後熟行爲有相當大之差異；兩段著色香蕉除了果皮葉綠素分解較慢，轉色較困難外，果實軟化及可溶性固形物含量（°Brix）之增加，亦明顯較慢，且後熟果過程之呼吸率及乙烯產生量亦均較低，但果肉ACC含量在乙烯處理第3天後，明顯遠超過正常香蕉，且一直到後熟後期仍繼續增加中，推測可能與果肉缺O_2有關。從果皮組織之細胞結構上觀之，亦顯示兩段著色香蕉之果皮組織細胞較小，且排列緊密，可能影響果實內外之氣體交換。此外，兩段著色香蕉在乙烯處理後之果實內部O_2濃度亦快速降至5%左右，明顯較正常之香蕉爲低。以上資料可相互佐證，兩段著色香蕉由於果皮細胞結構之差異，造成果實內外氣體交換能力之減低，進而影響香蕉之後熟與轉色。

克服香蕉在乙烯催熟後發生兩段著色之問題，利用提高乙烯用量或提高乙烯處理時或轉色時之溫度，對改善兩段著色問題均無效或效果不彰。但提高大氣中O_2濃度（40%），則可顯著改善香蕉發生兩段著色之問題，且可提高兩段著色香蕉之可溶性固形物含量及風味，但在高溫下（20-32℃）銷售，會明顯縮短香蕉之櫥架壽命。因此，利用提高催熟時大氣中O_2濃度之催熟技術，來克服香蕉發生兩段著色之問題時，香蕉在移出催熟室後不宜在高於15℃之環境下銷售，以免顯著縮短香蕉之櫥架壽命。

關鍵字：兩段著色香蕉、後熟生理、呼吸率、乙烯產生量、催熟

前　　言

台灣香蕉產業，爲了配合外銷（日本、韓國）及兼顧台蕉風味品質最佳、市場競爭力最強之時期，香蕉生產主要以產期調控在每年之3-6月爲主。然而近十餘年來，由於部份4-6月採收外銷之香蕉，於利用乙烯催熟處理後，發生轉色（綠轉黃）困難或轉色不均之問題，時

有所聞。此類乙烯催熟處理後轉色困難或轉色不一之香蕉，日本香蕉催熟加工業者，將之稱爲兩段著色香蕉或青丹蕉[3](圖1)。



圖1. 兩段著色香蕉(左)與正常香蕉(右)

事實上，一般台灣正常之香蕉，在20℃下，以1000 ppm乙烯處理24小時後，經4-5天左右，香蕉即可均一轉色至果皮呈現黃色多於綠色之程度（通稱爲4級之轉色程度），即可運往市場銷售[3]。然而兩段著色香蕉，由於轉色困難或轉色不一，嚴重影響香蕉之商品價值，往往造成業者極大之經濟損失，因此，抗議之聲不斷於耳，嚴重影響中日蕉貿之順利推展與香蕉產業之進一步拓展。事實上，香蕉催熟轉色困難或轉色不一之問題，在同季節所有銷往日本之菲律賓香蕉或中南美香蕉均並未聞有此問題發生，因此，兩段著色香蕉被認爲是台蕉所特有。

本報告是報告者（楊儒民先生）在台灣香蕉研究所期間與柯定芳先生及幾位實驗室之同仁，在柯立祥副教授及林宗賢教授指導下，針對兩段著色香蕉所進行之一系列實驗結果，本文就(1)何謂兩段著色香蕉或青丹蕉，(2)兩段著色香蕉之理化特性及後熟生理，(3)克服兩段著色香蕉發生之催熟技術等等提出簡單介紹。

材料與方法

1. **材料**：北蕉（Giant cavendish），栽種於台灣香蕉研究所農場。
2. **兩段著色香蕉之供試材料選取**：4-6月採收之香蕉（北蕉），先將各果手標號，然後再將各果手因試驗需要切取1/2～1/3果手，先經催熟轉色以供做判定是否爲兩段著色香蕉之需，另一部份之剩餘香蕉，則經TBZ（1000 ppm）處理後，貯藏於15℃做爲進一步實驗所需之材料。而採收分把後之香蕉，在20℃，經乙烯（1000ppm）處理（24小時）後，經4天之轉色，即可由果皮轉色之情形，判定該果手是否爲正常香蕉或爲兩段著色香蕉，進而可依實際需要，再從尚未乙烯催熟，而預先貯藏於冷藏庫中已標號之剩餘香蕉中，選取正常香蕉或兩段著色香蕉供做試驗之需。
3. **果實內所含氣體之抽取與分析**：利用排水集氣法，先將香蕉沉於水中，然後置入抽氣瓶內，

利用抽氣機（Aspirator），在-20psi壓力下，測定每分鐘100公克香蕉所能抽出之氣體量（ml）。若需測O_2，CO_2或C_2H_4濃度，則利用氣體色層分析儀（Gas chromatography）分別測定之（測O_2及CO_2以TCD爲檢知器，測C_2H_4以FID爲檢知器）。

4. **香蕉轉色級數之表示**：1.綠色；2.極微黃；3.綠多於黃；4.黃多於綠；5.兩端綠；6.全黃；7.生理斑點初現；8.斑點擴大。

5. **香蕉發生兩段著色之嚴重程度以青丹指數表示**[2]：

青丹指數=25/總果手數x（0x正常蕉果手數+1x1級青丹之果手數+2x2級青丹之果手數+3x3級青丹之果手數+4x4級青丹之果手數）

1級青丹：1-25％之果皮無法轉色（黃）

2級青丹：26-50％之果皮無法轉色（黃）

3級青丹：51-75％之果皮無法轉色（黃）

4級青丹：76-100％之果皮無法轉色（黃）

青丹指數爲0時，視爲全部爲正常香蕉，無兩段著色之問題發生，100時視爲所有香蕉均無法轉黃，呈深綠色，亦即兩段著色問題十分嚴重。

結　　果

一、乙烯處理後之兩段著色香蕉與正常香蕉之後熟生理差異比較[3]

1.果皮轉色速率

在20℃下乙烯（1000ppm）催熟處理，正常香蕉一般經5天左右即可轉色至4級，但兩段著色香蕉，在乙烯處理後之轉色緩慢，經6-7天才能轉色至4級，雖經8-9天可轉黃，但已失去商品市場之先機。事實上，由果皮葉綠素之變化，亦顯示兩段著色香蕉之葉綠素分解較慢（表1）。

表1：正常香蕉與兩段著色香蕉經催熟後之理化特性比較[3]

項目	蕉別[z]	催熟後天數										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
葉綠素含量	A	55.89	--	--	14.92	11.21						
(ug/g)	B	66.38	--	--	38.75	30.72						
果色指數	A	1	1	2.0	3.0	4.0	5.5	6.0	6.7	7.0	7.3	
	B	1	1	2.0	2.5	3.2	3.9	4.3	5.0	6.5	7.0	
硬　度	A	8.28	8.21	8.01	7.62	7.49	7.19	6.88	6.48	5.63	5.24	5.03
(kg/cm^2)	B	--	8.16	8.09	7.72	7.57	7.37	7.06	6.69	6.36	6.12	5.71
糖　度	A	--	--	--	14.1	16.81	18.3	20.7	21.5	21.8	21.7	20.9
(^0Brix)	B	--	--	--	10.6	12.1	15.8	16.6	19.3	20.8	20.9	20.1

[z] A表示正常香蕉，B表示兩段著色香蕉。

2.果實軟化速率

乙烯處理後之果實後熟軟化速率（表1），在兩段著色香蕉明顯較正常香蕉爲緩。

3.果肉糖化速度（可溶性固形物含量之變化）

正常香蕉在乙烯催熟後，經7天左右，果肉糖度可升高到21°Brix左右，但同時間之兩段著色香蕉，其糖度仍低(16.6°Brix)，雖然後來其果肉糖度，亦可增加至21°Brix左右（9-10天）（表1），但風味已差。

4.催熟後之呼吸率及乙烯產生之變化(1)

兩段著色香蕉採收後，經外加乙烯激發後熟之呼吸率及乙烯產生量均較正常香蕉爲低（圖2，3），但兩者仍屬典型之呼吸更年上升型式 (Climacteric pattern）。

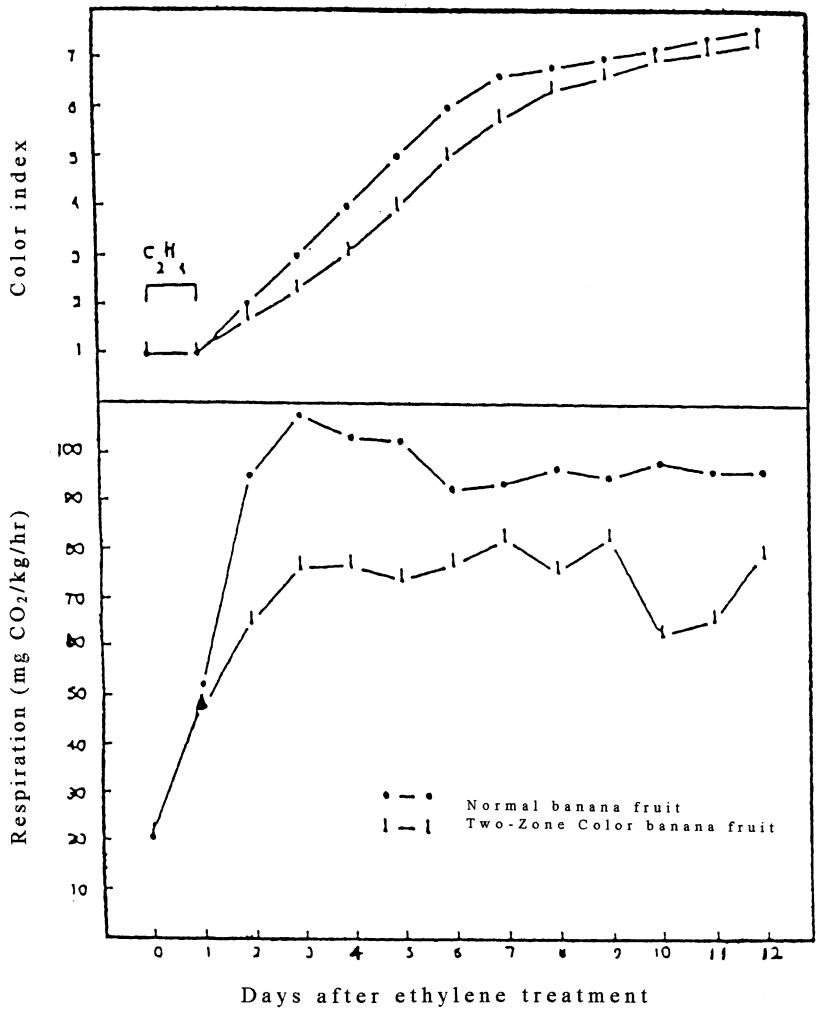


圖2. 兩段著色香蕉與正常香蕉後熟過程呼吸率比較(20℃)(1)

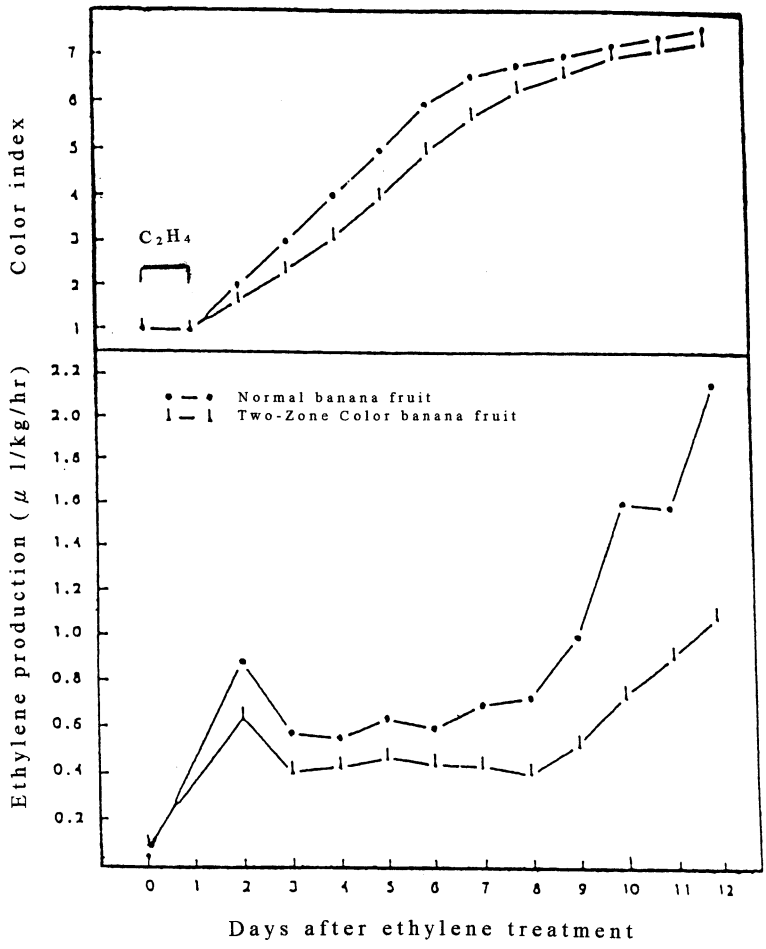


圖3. 兩段著色香蕉與正常香蕉後熟過程之乙烯產生量比較(20℃)[1]

5.後熟過程之ACC含量變化[1]

不論是兩段著色香蕉或正常香蕉，在後熟前之更年前期，果皮及果肉部份之ACC含量均極低，但當乙烯激發後熟後，果肉部份之ACC含量大量增加，而果皮部份則仍維持極低之ACC含量，惟在果肉部份，正常香蕉約在乙烯處理後第2天，ACC含量出現一個高峰，然後下降，第4天後又逐漸增加；但在兩段著色香蕉，果肉部份之ACC含量，則一直到第8天仍在繼續大量增加中，且在第3天ACC含量即遠超過正常香蕉（圖4）。ACC爲乙烯生合成之前驅物，一般在缺氧狀態下會造成ACC之累積，因此，推測ACC之累積可能與果實內部缺氧有關。

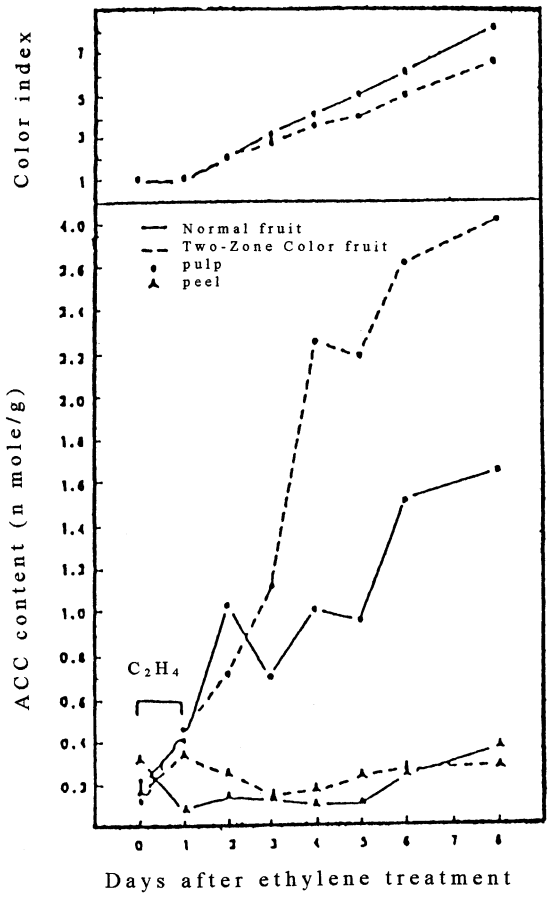


圖4. 兩段著色香蕉與正常香蕉後熟過程之ACC含量比較[1]

6.果實內可抽出氣體含量之比較

利用排水集氣法，測定每分鐘100g香蕉可被抽出之氣體量（ml），結果顯示香蕉果實內可抽出之氣體量愈高，香蕉催熟後發生兩段著色蕉之機會愈少，反之，可抽出之氣體量愈少，發生兩段著色之程度愈嚴重。香蕉經催熟後測定果實內可被抽出之氣體量，每分鐘每100g之香蕉在0.1-1.0ml時，容易發生兩段著色之問題，但氣體量在1.1ml以上時，則香蕉催熟後爲正常蕉之機率較大（資料未列）。

7.後熟過程果實內部氣體成份之比較[1]

兩段著色香蕉經乙烯激發後熟後，除轉色比正常香蕉慢外，果實內部氣體成份(O_2，CO_2，C_2H_4)之變化亦較大(圖5，6)。兩段著色香蕉於催熟第2天時，果實內部所含之O_2濃度，已由開始之13％降至5％左右，並持續維持低O_2狀態至第4天後始緩緩回升(圖5)。但正常香蕉在催熟後之O_2濃度變化範圍在7-9％之間(圖6)，較兩段著色香蕉含量高。而CO_2濃度，則兩段著色香蕉於第4天達呼吸高峰，而後仍一直維持較高CO_2濃度之變化型式，但正常香蕉，則於第4天達高峰後，呈逐漸下降之趨勢。至於內生乙烯濃度

之變化，兩段著色香蕉之內生乙烯，在乙烯催熟後第2天，明顯出現一乙烯高峰，但爾後降至相當低之濃度，直至第8天後始再急速增加，此變化趨勢與正常香蕉在第2天以後乙烯濃度呈相當平穩且變化不大之趨勢明顯不同。

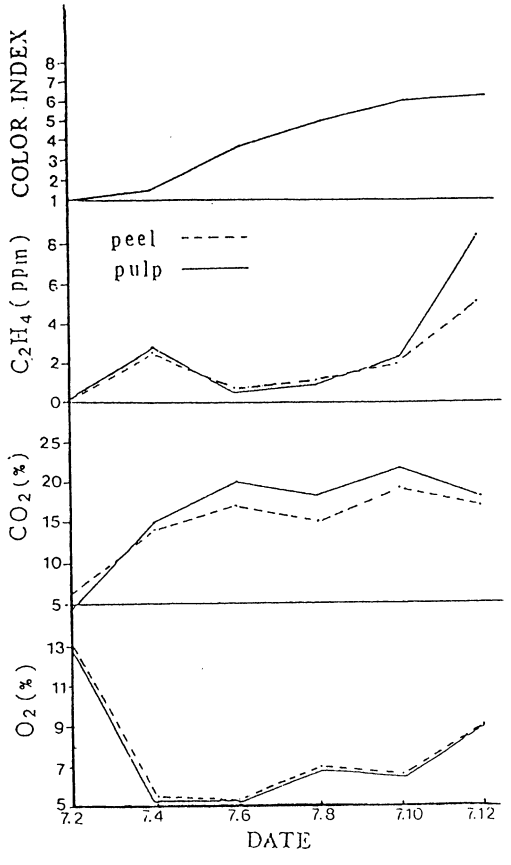


圖5. 兩段著色香蕉與正常香蕉後熟過程果實內部氣體成份變化型式(20℃)[1]

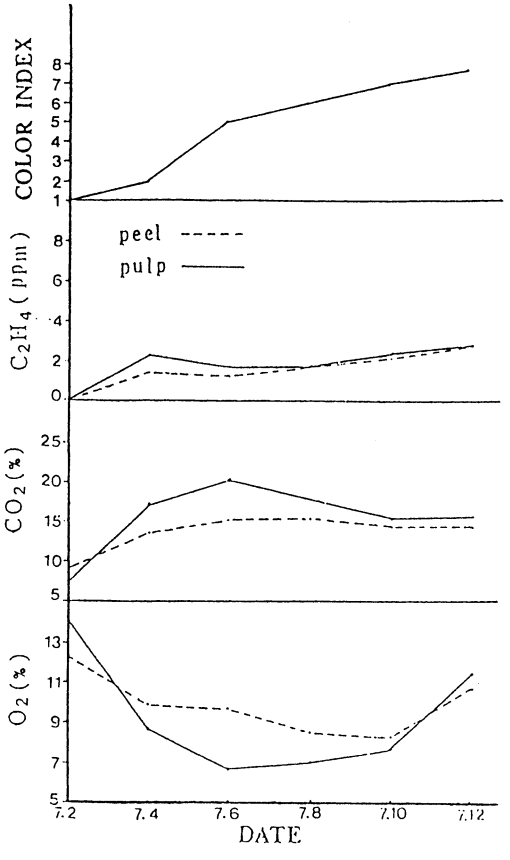


圖6. 正常香蕉後熟過程果實內部氣體成份變化型式(20℃)[1]

8.果皮組織之細胞構造比較[1]

在光學顯微鏡初步觀察，正常香蕉之果皮組織中，細胞大且排列整齊，具有較大的細胞間隙，而兩段著色香蕉之果皮組織，則細胞排列緊密，細胞體積較小、不整形且細胞間隙較小(圖7)。

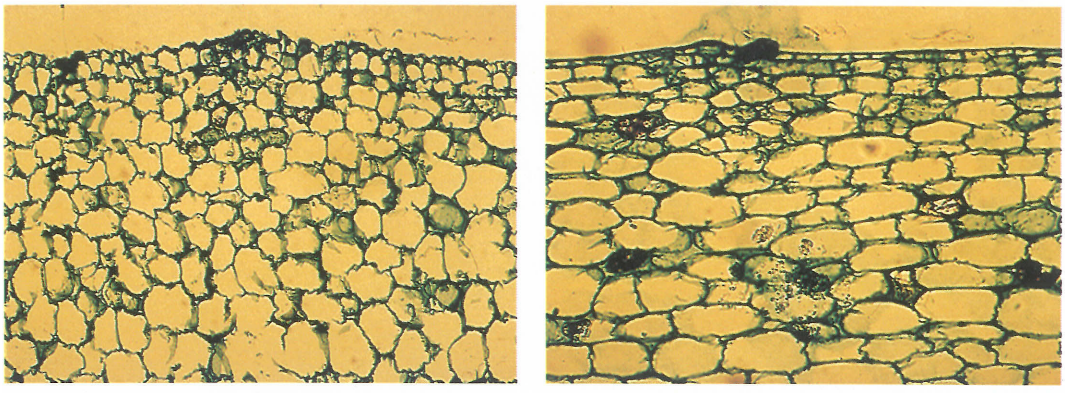


圖7. 兩段著色香蕉(左)與正常香蕉(右)之果皮組織切片[1]

二、克服兩段著色香蕉發生之催熟技術

1. 提高乙烯處理濃度及乙烯處理溫度對改善香蕉發生兩段著色之效果(3)

提高香蕉催熟時之乙烯用量，由1000 ppm增至5000 ppm，對改善兩段著色之問題並無幫助。但提高乙烯處理時之溫度（20℃增至25℃），則對改善兩段著色問題略有幫助，但助益有限，仍無法有效克服兩段著色香蕉發生之問題（表2）。

表2：提高香蕉催熟溫度及乙烯用量對改善兩段著色之效果[3]

乙烯處理溫度	乙烯用量	兩段著色發生率(%)[z]				兩段著色程度
(℃)	(ppm)	0	1	2	3[y]	1-3級合計
20℃	1000	50.0	16.67	33.33	0	50.0
	5000	50.0	16.67	25.0	8.33	50.0
25℃	1000	66.67	8.33	25.0	0	33.3
	5000	66.67	8.33	25.0	0	33.3

[z] 供試香蕉爲1983年5月25日-6月5日採收之香蕉。

[y] 兩段著色程度：0表示正常黃化，1表示極輕，2表示輕，3表示頗重，4表示嚴重。

2.提高乙烯處理後之轉色溫度對改善香蕉發生兩段著色之效果[3]

乙烯處理（20℃）後之香蕉轉色溫度，由20℃提高至25℃，對兩段著色香蕉之褪色（褪綠轉黃），不但並無助益，反有抑制其褪色而加重兩段著色之作用（表3），亦即香蕉在乙烯處理後之高溫轉色，有加重香蕉發生兩段著色之問題。

表3：乙烯催熟（20℃）後之轉色溫度對香蕉兩段著色之影響(3)

轉色溫度	兩段著色程度[z]										
(℃)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	平均
20	1	0	3	3	1	2	4	4	3	2	2.3a[y]
25	2	3	3	4	1	3	4	4	4	3	3.1b

[z] 兩段著色程度：0表示正常黃化，1表示極輕，2表示輕，3表示頗重，4表示嚴重。

[y] 平均值差異依 t 法測定之（P=0.05）。

3.提高大氣O_2濃度對兩段著色香蕉催熟轉色之影響(1)

將兩段著色香蕉和正常香蕉，分別放在含有20％，30％，40％及50 ％O_2濃度之呼吸缸（2L）中，經乙烯（1000ppm）催熟處理（20℃）24 小時後，再分別通以不同O_2濃度之氣體，流速固定爲2 l/hr直至第4天，調查香蕉轉色之情形。

由表4可知，提高大氣中O_2之濃度，由20％增至50％，隨著O_2濃度之提高，可明顯縮小兩段著色香蕉和正常香蕉轉色或轉色級數之差異。在一般大氣下（20％O_2），經乙烯催熟後第4天之果皮顏色，正常香蕉已達4.8 級，但兩段著色香蕉只轉色至2.8級而已，兩者相差過2 級，但當大氣O_2 濃度提高爲30％時，兩者果皮轉色級數之差距縮小爲1級，至O_2 濃度達40 ％至50％時，兩者之差距分別減少爲0.5及0.2級。顯示大氣中O_2 濃度之提高，可協助並促進兩段著色香蕉之轉色後熟。

表4：不同氧氣濃度對兩段著色香蕉後熟轉色之影響(1)

香蕉別	20%O_2	30%O_2	40%O_2	50%O_2
	轉色級數			
正常香蕉	4.8	4.8	5.0	5.0
兩段著色香蕉	2.8	3.8	4.5	4.8

註：1)香蕉經乙烯1000 ppm催熟處理後第4天調查。

2)香蕉轉色級數：1.綠色；2.極微黃；3.綠多於黃；4.黃多於綠；5.兩端綠；6.全黃。

4.催熟室加O_2對兩段著色香蕉轉色改善之效果(2)

爲了進一步確認提高大氣O_2濃度對實際在催熟室大量催熟香蕉時，對兩段著色香蕉轉色之改善效果，乃先後兩次將大量採收之第一果手香蕉，將之分成2部份，然後將之分別置於2間催熟室中，其中一間以流量計控制室內之O_2濃度爲40 ％，另一間則無特殊處理，視爲對照，然後兩間催熟室同時以乙烯（1000 ppm）在20℃下處理24hr，然後待

轉色4天，調查各果手之轉色級數，並計算兩段著色香蕉之發生比例及嚴重指數。

由表5可知，在5月8日及5月21日採收之兩批香蕉中，發生兩段著色香蕉之比例，分別爲43％（30％，輕；13％，重）及60％（39％，輕；21％，重），兩段著色之嚴重程度（青丹指數），分別爲19.0及31.8。但若催熟室通以40％O_2處理，則香蕉發生兩段著色香蕉之比例，可顯著降低，且兩段著色之嚴重程度亦可明顯減輕，改善效率分別達92％及77％。

表5：提高催熟室大氣O_2濃度(40％)對改善兩段著色香蕉發生之效果(2)

採收日期	果手數	處　理	兩段著色香蕉(％)		青丹指數	改善效果
			輕微	嚴重		(％)
5/08/1991	76	40％O_2	5.3	0.0	1.6	92
		CK	30.0	13.0	19.0	--
5/21/1991	395	40％O_2	19.0	1.5	7.3	77
		CK	39.0	21.0	31.8	--

5.提高大氣O_2濃度對兩段著色香蕉乙烯催熟後之品質及櫥架壽命之影響

由表6可知，提高大氣中之O_2濃度(40％)，除了可以提高兩段著色香蕉之甜度(19.8 °Brix→22.4 °Brix）外，尚可增加其風味，但卻不利於果實之櫥架壽命，特別是在室溫（28-32℃），櫥架壽命僅爲1.5天，但對照之正常香蕉爲2.5天；在20℃，加氧處理之兩段著色香蕉，其櫥架壽命增爲2.5天，但對照之正常香蕉，則爲4.0天，在低溫（15℃）下，加氧處理之兩段著色香蕉，其櫥架壽命增爲4.8天，而對照之正常香蕉則爲5.8天。顯示兩段著色香蕉加氧催熟後，會縮短香蕉之櫥架壽命，特別是溫度高於20 ℃時，因此，實用上香蕉在移出催熟室後不宜在高於15℃之環境下銷售。

表6：提高大氣O_2濃度(40％)對正常香蕉及兩段著色香蕉品質及櫥架壽命之影響

香蕉別	處　理	°Brix	風味	櫥架壽命(天)		
				室溫	20℃	15℃
正常香蕉	40％O_2	22.3	優	1.5	2.6	5.0
	CK	21.5	優	2.5	4.0	5.8
兩段著色香蕉	40％O_2	22.4	良	1.5	2.5	4.8
	CK	19.6	差	--	--	--

註：室溫=28-32℃

討　　論

香蕉採收後經乙烯催熟處理，發生轉色(褪綠轉黃)困難之所謂兩段著色香蕉或青丹蕉之問題，以往在國內外文獻上，似未見有類似之報告發表，似爲台蕉特有之問題。兩段著色香蕉與正常香蕉在乙烯處理後之後熟差異，除了兩段著色香蕉之果皮葉綠素分解較慢，果皮轉色較困難或較緩外，果實之軟化（硬度降低）及果肉可溶性固形物含量（°Brix）之增加，亦明顯較慢（表1）。其表現在呼吸率及乙烯產生量上，亦均明顯低於正常之香蕉（圖2，3）。但果肉ACC含量之變化，在乙烯處理第3天以後，兩段著色香蕉之ACC含量卻明顯大量一直增加，且遠超過正常之香蕉（圖4），推測可能與果肉缺O_2，造成ACC累積有關[4]。事實上，由乙烯處理後果實內部O_2之濃度觀之，亦顯示兩段著色香蕉，在乙烯處理後之果實內部O_2濃度很快降低至5%左右，明顯較正常香蕉爲低（圖5，6）。另從兩段著色香蕉與正常香蕉之果皮組織細胞結構上觀之，亦顯示兩段著色香蕉之果皮細胞較小且排列較緊密（圖7），因此，兩段著色香蕉與正常香蕉之後熟行爲差異，應與果皮組織之細胞結構差異有關。由於兩段著色香蕉之果皮細胞組織較爲細密，造成果皮內外氣體之交換能力較差，導致香蕉後熟時外界O_2之供給不足，而呈低O_2狀態，致果實之呼吸率及乙烯產生較低，但果肉部份卻累積大量之ACC[4,5,6,7,8,9,10,12,13,14,15]。事實上，兩段著色香蕉，利用果皮劃傷處理，則轉色困難之問題，即可解決（資料未列）。以上在在顯示兩段著色香蕉之轉色困難，實導因於果皮細胞組織結構之差異，導致乙烯處理後熟時之果肉缺O_2所造成。至於造成上述果皮組織細胞結構上差異之原因爲何？則仍待進一步之探討。

在克服香蕉催熟後發生兩段著色之問題上，提高香蕉催熟時之乙烯用量並無助益（表2），提高乙烯處理時之溫度，效果不彰（表2）。但提高乙烯處理後之轉色溫度，卻反有加重兩段著色之問題（表3），此應與乙烯處理激發香蕉後熟後，高溫反而提高呼吸率，因而加速O_2之消耗，導致果肉部份之O_2之急速缺乏，更不利於乙烯之產生與香蕉後熟之進行，故兩段著色之問題更嚴重。至於提高乙烯處理濃度對改善兩段著色之問題，並無幫助，實因1000 ppm之乙烯處理，已遠高於激發果實開始後熟之臨界濃度[3,4,8,12,13]，故乙烯處理濃度提高，並無幫助。然而提高乙烯處理時之溫度，對改善兩段著色之問題略有幫助，應與溫度之提高有助於提高果實對乙烯之敏感度有關，但其改善兩段著色之效果不彰，實乃因香蕉轉色之時間（4-5天）遠長於乙烯處理之時間（24hrs）。

利用乙烯處理時，提高大氣O_2濃度（40%），可明顯改善兩段著色香蕉之轉色效果（表4,5）及果肉可溶性固形物含量（°Brix）與風味，但卻明顯縮短果實之櫥架壽命（表6），特別是當溫度達20℃以上時，尤爲明顯。因此，爲改善兩段著色香蕉之催熟技術，可利用香蕉催熟時，提高催熟室內之O_2濃度（40%），然後於低溫(15℃)下銷售爲宜。

參考文獻

1. 台灣香蕉研究所. 1990. 香蕉兩段著色問題之研究. 七十九年年報. p37-40.
2. 台灣香蕉研究所. 1991. 香蕉兩段著色問題之研究. 八十年年報. p45-50.
3. 柯立祥. 1987. 台灣香蕉採收後生理之研究. 台灣大學園藝研究所博士論文

4. Abeles, F.B., P.W. Morgan and M.E. Saltveit, Jr. 1992. Ethylene in plant biology. 2nd ed., Academic Press, London. 414p.
5. Banks, N.H. 1985. The oxygen affinity of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid oxidation in slices of banana fruit tissue. In: Roberts, J.A. and G.A. Tucker. eds. Ethylene and plant development. Butterworihs, London. p29-36.
6. Burton, W.G. 1982. Postharvest physiology of food crops. Longmans, London.
7. Elyatem, S.M., N.H. Banks and A.C. Cameron. 1994. oxygen concentration effects on ethylene production by ripening banana tissue. Postharvest Biol. and Technol. 4:343- 351.
8. Gowen, S. 1995. Bananas and plantains. Chapman and Hall, London .
9. Hesselman , C.W. and H.T. Freebairn. 1969. Rate of ripening of initiated bananas as influenced by oxygen and ethylene. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94(6):635-637
10. Mapson, L.W. and J.E. Robinson. 1966. Relation between oxygen tension, biosynthesis of ethylene, respiration and ripening changes in banana fruit. J. Food Technol. 1:215- 225.
11. Quazi, M.H. and H.T. Freebairn. 1970. The influence of ethylene, oxygen, and carbon dioxide on the ripening of bananas. Bot. Gaz. 131(1):5-14.
12. Simmonds,N.W. 1966. Bananas. 2nd. ed., Longmans, London.
13. Stover,R.H. and Simmonds, N.W. 1987. Bananas. Longmans, England.
14. Wade,N.L. 1974. Effects of oxygen concentration and ethephon upon the respiration and ripening of banana fruits. J. Exp. Bot. 25(88):955-64.
15. Yip, W.K., X.Z. Jiao and S.F. Yang. 1988. Dependence of *in Vivo* ethylene production rate on 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid content and oxygen concentrations. Plant Physiol. 88: 553-558.

Physiology and Ripening Technology of Two-Zone Color Bananas

Lih-Shang Ke[1], Tzong-Shyan Lin[2], Ju-Ming Yang[3], and Din-Fang Ke[3]

[1] Associate professor, Department of Plant Industry, National Pingtung Polytechnic Institute, Pingtung, Taiwan ;

[2] Professor and [3]junior scientist, Department of Horticulture, National Taiwan University, Taipei, Taiwan;

[4]Assistant researcher, Taiwan Banana Research Institute, Pingtung, Taiwan.

Summary

In Taiwan, some of the banans harvested during March to June fail to turn yellow, i.e., degreen at an extremely slow rate after ethylene treatment. The affected bananas are locally called "Two -Zone Color bananas" or "Uneven coloring bananas" and pose unusual problems for postharvest physiology and ripening agencies.

After ethylene treatment, the Two-Zone Color bananas showed a lower rate of chlorophyll degradation, degreening of peel color, softness and total soluble solids increasing than those of normal bananas.

The respiration rate and ethylene production of Two-Zone Color bananas were also lower than those of normal fruits after ethylene treatment. However, the pulp ACC content of Two-Zone Color bananas showed continuously increase following fruit ripening and its content higher than those of normal ones.

From microscopic observation, the cell of peel tissue of Two-Zone Color bananas showed smaller and closer than those of normal fruits. It seemed affecting the gas exchange through peel tissue.

The internal oxygen content of Two-Zone Color bananas decreased quickly after ethylene treatment, and then remained at low level (5%) during ripening period. However, the gas content of normal bananas decreased slowly and had a higher oxygen content.

To improve the degreening of Two-Zone Color bananas during artificial ripening,increasing ethylene dosage and treatment temperture had no positive effects on degreening. However, the degreening rate can he improved by increasing the atmospheric oxygen concentration from 21% to 40% during ripening processes. The total soluble solids and flavor were also increased by enhanc-

ing oxygen concentration while the shelf life was reduced, especially at higher temperature(20-32 ℃) after bananas moved out of ripening room.

Therefore, to overcome the uneven coloring propblem of Two-Zone Color bananas during ripening by using high atmospheric oxygen (40 %) technigue, the temperature of bananas, after moved out of ripening room, will be no higher than 15℃ to avoid significant reducing the shelf life of bananas.

key words: Two-Zone Color bananas, postharvest physiology, respiration rate, ethylene production, ripening