



香蕉催熟著色之改進措施

陳志宏

一、前言

鮮食用香蕉一般均在綠熟 (Mature Green) 時採收，黃熟時消費。其由綠熟轉變為黃熟之過程，稱為「後熟」(Ripening)。「後熟」過程極為複雜，其中包含很多相關連但又獨立的生理現象。採收後的香蕉，如放置於常溫 (Room Temperature) 之下，經過一段時日，即能自然變黃可食，此即一般所謂之「自然後熟」。緣以香蕉在田間生育環境不一，致其果房與果房間，或果手與果手間，或果指與果指間之生理不盡相同，故後熟進行速度難能一致，經「自然後熟」之結果，常有品質及著色參差不齊之現象，以致商品價值不高。因此，乃有必要以人工方法予以控制後熟過程，使其後熟程度趨於一致，品質及著色整齊劃一，以提高商品價值，此種方法稱之為「人工後熟」或「催熟」。

台灣位於世界蕉區北緣，四季氣候遠比低緯度的產蕉中心富於變化。因此，週年蕉產品質不一，其後熟特性也都參差不齊。其蕉果雖經「催熟」作業，但仍有部份產期之香蕉，品質及著色均難整齊劃一。在一果手中常有部份果指已黃熟可食，而另部份果指仍保綠熟堅硬，此種現象即日本市場俗稱之「青丹」或「著色不均」，或「著色不協調」(Green Tone, or Two Zonecolour, or Two Tone colour)。此種現象經常出現於四月下旬至七月上旬之間採收之香蕉，即蕉界所稱之「春夏蕉」，尤以果手較大之不整形者，或果指肥大者更為顯著，其他季節之香蕉則較少發生，若偶有發生，其情況也較輕微。發生輕微時尚可降價求售，發生嚴重時則幾無商品價值可言。故如何設法解決此種不良現象的發生，實為今後維持台蕉在日本市場持續穩定發展必行之途徑。

二、香蕉後熟生理

香蕉為更年果實 (Climacteric Fruit)。更年果實的特性之一為可以生成乙烯 (Ethylene)，並可由乙烯引發更年期上昇 (Climacteric Rise) 及後熟，而乙烯在其中具有很重要的使命。乙烯之合成及其對果實之催熟作用，可能受細胞內蛋白質合成系統及其他生長調節物質存在之種類與濃度等影響。更年果實後熟機構之細節，雖然尚在探索之中，但 Kidd 及 West 二氏的主張，今日仍廣被接受：即後熟生長素 (Ripening Hormone) 乙烯，在果實組織中積聚至足以發生刺激作用時，後熟才會發動和進行；而發生刺激作用推動後熟所需乙烯最低濃度 (Threshold Value) 即隨果齡之增加而降低。此項假設；後經 Burg 氏夫婦予以證實，彼等發現：香蕉在採收前後組織內乙烯含量始終保持 0.2 ppm，香蕉採收後，推動後熟所需乙烯之最低濃度隨時間之增加而降低，終至能由其組織內所在的 0.2 ppm 乙烯激發後熟。Burg 氏夫婦並將此種現象解釋為香蕉對乙烯作用之敏感度 (Sensitivity for Ethylene Action) 隨果齡或熟度之增加兩提高，亦即採收較晚或熟度較高的香蕉後熟較快。



香蕉的後熟特性受存在於細胞內部之控制系統所左右，此項控制系統包括產生乙烯及調節乙烯作用之某些機構。採收後能在 1~2 週內開始後熟的香蕉，如果任其繼續掛在樹上不予採收，尚可維持 45~50 日不會變黃。Burg 氏夫婦認為香蕉果實自母株接受一種物質，使其得以保持更年前狀態；一經採收，此種物質供應切斷，乙烯作用所需之最低濃度乃迅速降低。Russo 等氏發現激勃素 GA (Gibberellic Acid) 可以抑制香蕉後熟，而與乙烯有相反的效果。而 Dilley 氏指出果實成熟時，其所含之 GA 轉變為不活動狀態，果實乃漸漸對乙烯之催熟作用敏感。因此蔣氏認為台灣之「春夏蕉」，其葉群發育健旺，果實肥大迅速，自會影響果實內抑制後熟物質的含量或活化程度，而改變其後熟特性及對乙烯之敏感度。台灣所產之「春夏蕉」，經蔣氏證明，對乙烯敏感度滯鈍；換言之，此種香蕉之後熟抵抗力 (Resistance to Ripening) 甚大。此種抵抗力，Hansen 及 Dilley 二氏認為與存在於果實內抑制後熟物質之種類、分量與形態等有關，使乙烯不能誘導足量特種 RNA 之合成，而此種 RNA 則為後熟蛋白質合成所必需。

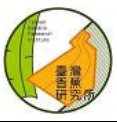
乙烯為果實的後熟生長素，故凡影響乙烯生成及作用的因子，必然會改變果實的後熟特性。例如溫度可以影響乙烯之合成率，低氧也可影響乙烯之合成，故都可影響果實的後熟。

更年前香蕉在 18°C 而 O₂ 少於 7.5~8 % 時，乙烯合成大受抑制。Burg 氏夫婦指出，O₂ 不但為乙烯合成所必需，也為乙烯所誘導的後熟作用所必需；而 CO₂ 則為乙烯與酵素金屬輔基接合的競爭者，放在高 CO₂ 低 O₂ 時，果實對乙烯的敏感度降低，可以遲延後熟。

後熟中之香蕉仍需有不斷的乙烯供給，才會迅速後熟，故蔣氏認為「春夏蕉」經微量乙烯處理發動後，由於被發動機構不能繼起合成大量乙烯，供應繼續後熟需要，其後熟因而遲緩。蔣氏指出後熟中乙烯之合成，最少需有氧 10 %，如果大氣中 O₂ 少於 10 %，乙烯合成受限，後熟即趨緩慢，香蕉之後熟作用，則需有 5 % 以上之 O₂ 存在，在 5~10 % O₂ 之間自生乙烯之合成減少，但如有外來乙烯補充，後熟仍可進行如故；大氣中含 O₂ 在 5 % 以下，即使有外來乙烯供應，後熟也受限制，大氣中加入 CO₂ 僅可延長更年前香蕉後熟，對擊發後熟香蕉無顯著影響，因此時乙烯大量存在，使 CO₂ 難以發揮其與輔基接合之競爭作用。

香蕉之後熟乃由呼吸增加 (更年期)、軟化、著色、糖化等等組成之複合體 (Ripening Complex)。Hansen 氏認為乙烯並不作用於這些個別的後熟反應，而祇影響某些特殊蛋白質的合成，故後熟中發生蛋白質含量的變化，這些蛋白質自與後熟反應所需的酵素合成有關。

蔣氏指出台灣香蕉採收之後，在 20°C 時，平均每日提高乙烯敏感度約在 0.025~0.045 ppm 之間，終至敏感度提高至能對組織內的 0.2 ppm 乙烯反應，擊發後熟。地區及季節別香蕉對乙烯敏感度之高低或後熟之難易，乃基於採收時生理年齡之差別，香蕉之果齡或熟度漸漸提高之時，其對乙烯之敏感度也漸漸提高，對後熟之抵抗力漸漸消失。「春夏蕉」葉群發育於冬春之乾季，少有葉部病害之為害，九月中旬以後，蕉農加速肥培灌溉，類似促成栽培，果實肥大迅速，採收時果齡仍低，對乙烯敏感度較小，不易後熟。



三、影響香蕉後熟之因素及採行之因應措施

綜上所述，吾人可將影響香蕉催熟及著色之要因歸納如下：

- (一) 香蕉細胞內蛋白質合成系統及其他生長調節物質存在之種類與濃度等。
- (二) 存在於香蕉果實內抑制後熟物質之種類、分量與形態等。
- (三) 採收時香蕉生理果齡及果實之發育狀態等。
- (四) 催熟處理時之乙烯濃度及後熟進行中乙烯之供給等。
- (五) 香蕉後熟作用之溫度及大氣中之成分與自生乙烯之合成等。

前述(一)至(三)項之要因，乃受香蕉在田間生育期間之風土氣候及肥培管理所影響，而(四)至(五)項則受「催熟」技術及環境所左右。故為改進香蕉催熟著色不均之問題，宜採長程之試驗研究及短程之改進措施同時進行，方可收立竿見影之效。

(一) 長程之試驗研究：

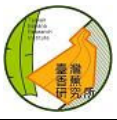
1. 改進田間肥培管理技術之試驗研究。
2. 改進果房套袋質料之試驗研究。
3. 改進果實「催熟」技術之試驗研究。

(二) 短程之改進措施：

1. 指導蕉農做好整梳作業，在香蕉終花前切實切除果房基部之不整形果手。
2. 指導蕉農切實控制採蕉果齡與熟度。
3. 集運選別時嚴格控制品質，切實去除不整形及大指蕉之果手。
4. 請日方「催熟」業者配合試行採用二次重複「催熟」作業技術。

二次重複「催熟」作業之要領如下：

- (1) 香蕉放置「催熟庫」後，應使果肉溫度達 20°C 時，方可進行「催熟」作業。
- (2) 開始「催熟」處理前，須開啟庫門，排氣 10~15 分鐘，以排除庫內之 CO₂ 及充分補給新鮮空氣，以利處理時自生乙烯之合成。
- (3) 關閉庫門，以 2,000~3,000 ppm 之乙烯處理，密閉庫房，庫內相對濕度宜維持在 90~95 % 之間。
- (4) 密閉 12 小時後，開啟庫門，排氣一小時，盡排庫內之 CO₂，及充分補給新鮮空氣。
- (5) 再按(3)之作業方式，重新處理一次(6)經(5)處理密閉 12 小時後，開啟庫門，充分排氣一小時後，重閉庫門。此後庫內之相對濕度一直維持在 80~90 % (過高易裂果，過低則失鮮度) 之間，而溫度則維持 19~20°C 經 48 小時後，降為 17~18，再經 24 小時後，再降為 15~16°C，復經 24 小時後，即可望獲得品質及著色整齊劃一之香蕉。



四、結論

- (一) 長程之試驗研究工作，經由台灣香蕉研究所看手進行，可望在 1 至 2 年內獲致結論，屆時香蕉催熟後著色不均問題將可迎刃而解。
- (二) 短程之改進措施，青果社也已經著手辦理，並將切實執行，若能獲得日方「催熟」業者之配合，試行採行二次重複「催熟」作業技術，則在短期之內，香蕉催熟後品質及著色不良之缺失，可望降低至最少程度。

(本文作者陳志宏先生現任本社企劃部副理)