

臺北市第 52 屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別: 生活與應用科學(環保與民生)

組 別: 國小組

作品名稱: 香蕉小姐的 SK2~延緩後熟的秘密武器

關 鍵 詞: 香蕉、包裹塑膠袋、延緩後熟

編 號:

摘要

我找到一個簡單且在一般家庭中能實行的方法，避免一整串香蕉在同一時間變黃。首先，實驗發現綠色香蕉放在室溫是最佳的熟成溫度，過高或過低均不利香蕉後熟；在室溫中藉由簡單的塑膠袋密封包裹以隔絕空氣，就可以有效的延緩香蕉後熟長達 22 天還金黃漂亮(沒包裹的香蕉為 8-10 天)；在室溫中利用塑膠袋同時將多根香蕉密封包裹，可以很有效的延緩香蕉變黃的時間；單根香蕉用塑膠袋密封的延緩效果沒有多根同時包覆的好，但是仍然可以延遲香蕉壞掉的時間。我們透過不同(多根、單根)的密封包覆方式讓一串香蕉分批成熟，解決來不及吃完的食物浪費問題，也解決了香蕉成熟時容易滋生果蠅的困擾，這項延緩後熟的秘密武器如同保養品界的 SK2 般神奇！

壹、研究動機

我的老家在南投鄉下，家裡附近到處種植香蕉，隔壁的叔公就是種植香蕉的蕉農，每次回南投就可以品嚐到各種美味的香蕉，要回台北時叔公也會準備剛採收的香蕉，給我們帶回去慢慢品嚐。可是因為香蕉後熟的速度很快，經常過沒幾天，帶回來的香蕉就同時變黃，根本來不及吃完就爛掉，並且滋生惱人的果蠅。我在 3 上「植物的身體」及 5 上「植物世界面面觀」的單元中有學習到--「果實的成熟」這個主題，這也引起我的好奇心，我們能不能夠控制果實的成熟速率呢？如果可以是不是可以讓它慢慢變成熟甚至讓它分批變成熟呢？這樣我就可以天天吃到好吃的香蕉，也不會因為來不及吃導致浪費了！

貳、研究目的

我想要讓一串香蕉在不同時間分批變黃，這樣就可以一直都有可口的香蕉可以吃，也可以避免浪費，要避免讓整串香蕉一起變黃，可以透過**加速**或**延緩香蕉熟成速度**來達到這個目的，而影響香蕉後熟的因子不外乎是:溫度、乙烯濃度、氧氣以及二氧化碳，為了找到最佳的方法，我們將逐項完成以下目標探討，藉由下面的實驗結果我們希望可以找到一個真正可行的方式:

- 一、比較不同香蕉品種後熟的速率是否一樣。
- 二、比較不同溫度對香蕉後熟的影響。
- 三、探討水果產生乙烯對於少量的香蕉是否同樣有加速催熟的效果。
- 四、探討隔絕空氣對於香蕉後熟的影響。
- 五、找出讓香蕉分批成熟的方法。

參、研究設備及器材

- 一、**未成熟的蛋蕉及芭蕉數串**：材料來源由南投叔公提供，都是前一天剛採收綠色的蛋蕉或芭蕉。
- 二、**蘋果數顆**：從水果攤購買，做為釋放乙烯的來源。
- 三、**溫度溼度計**：測定實驗當下溫度並觀察每次實驗溫度是否一致。
- 四、**家用冰箱一台**：家用冰箱下層蔬果保鮮處提供穩定低溫(約攝氏 14 度)，冰箱後面散熱處提供穩定高溫(約攝氏 28 度)。
- 五、**透明食物用塑膠袋**：用來隔絕空氣或是避免各組別實驗相互干擾。
- 六、**橡皮筋數條**：密封塑膠袋用。
- 七、**不鏽鋼吸管**：利用不鏽鋼吸管將塑膠袋中的空氣吸出，排除原本袋內的空氣。
- 八、**水果刀**：切割分離整串的香蕉。
- 九、**照相機**：利用相機紀錄實驗過程香蕉熟成的影像，藉由香蕉的顏色判定熟成的情況。
- 十、**電腦**：利用 Word 撰寫實驗報告，PowerPoint 編排影像以及 Excel 做簡單圖表分析。

肆、研究過程或方法

一、研究過程

(一)、文獻探勘:

搜尋資料了解影響香蕉熟成的影響因素有那些？以及有沒有針對香蕉太快變黃或不易保存提供好的解決方法。我找到會影響香蕉後熟的因素主要有：**溫度、濕度、氧氣濃度、二氧化碳濃度、乙烯濃度以及香蕉成熟度**等等。

1. **溫度**: 在 20°C 下催熟效果最佳。

2. **濕度:** 催熟時須維持相對溼度在 90~95%範圍之間，當香蕉轉色時相對溼度可下降至 80%。
3. **氧氣濃度:** 催熟時空氣中如果能維持大於 10%氧氣濃度，乙烯合成功率較佳；若小於此氧氣濃度，乙烯合成大受抑制。
4. **二氧化碳濃度:** 二氧化碳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，可以延遲後熟。
5. **乙烯濃度:** 乙烯為果實後熟生長素，對香蕉後熟很重要，蘋果會釋放乙烯，所以一般家庭常將香蕉旁擺放蘋果加速熟成。
6. **果實成熟度:** 果齡或熟度較高時，對乙烯敏感度提升，容易後熟；若採收時果齡仍低，對乙烯敏感度較小，不易後熟。

(二)、避免香蕉吃不完壞掉導致浪費的方法:

1. 將香蕉吊掛存放在通風處，如此避免平放於桌上損傷外皮造成軟爛情況發生。
2. 將買回來香蕉用清水沖洗外皮後擦乾，如此可以去除香蕉表面的乙烯或促進後熟的物質。
3. 將香蕉冰在冰箱中保存，如此可以延長香蕉保存 5~6 天左右，但是有香蕉外皮會變黑外觀不佳的缺點。
4. 將吃不完的香蕉去除外皮後冷藏保存。

二、研究策略與方法

根據我們以上找到資料顯示，大部分文獻資料都在探討如何催熟香蕉以及如何延長已經熟成香蕉的賞味期為主，而我拿到都是剛剛採收未熟成的香蕉，同一串香蕉通常會在同一時間內就一起變黃，一般小家庭要在 1~2 天內就吃完一串整香蕉似乎不太容易，所以我想要找一個簡單的方法，來避免整批香蕉一起熟成，解決吃不完浪費的問題，考慮目前台灣家庭都是小家庭為主，少量的香蕉也是本實驗會納入考慮的重點，希望我的結果可以提供給大家作為參考。我提出幾個利用日常生活中簡單的用品，在家庭中就可以實行的方法來控制溫度、乙烯濃度以及空氣這些因素，想要找到一個最合適且簡單的方法。

(一) 溫度: 冰箱是每個家庭都有的家電，因此我們利用室溫、冰箱內以及冰箱後面排熱處，這三個地方在日常生活中可以輕易創造出相對高、中、低的溫度，在本次實驗中，我家冰箱下層經測定溫度為攝氏 14 度，冰箱後面排熱風出經測定溫度均處於攝氏 28 度左右，實驗過

程家裡室溫 18~20 度左右。

冰箱冷藏 (14 度)



室溫 (18~20 度)



冰箱兩側 (28 度)



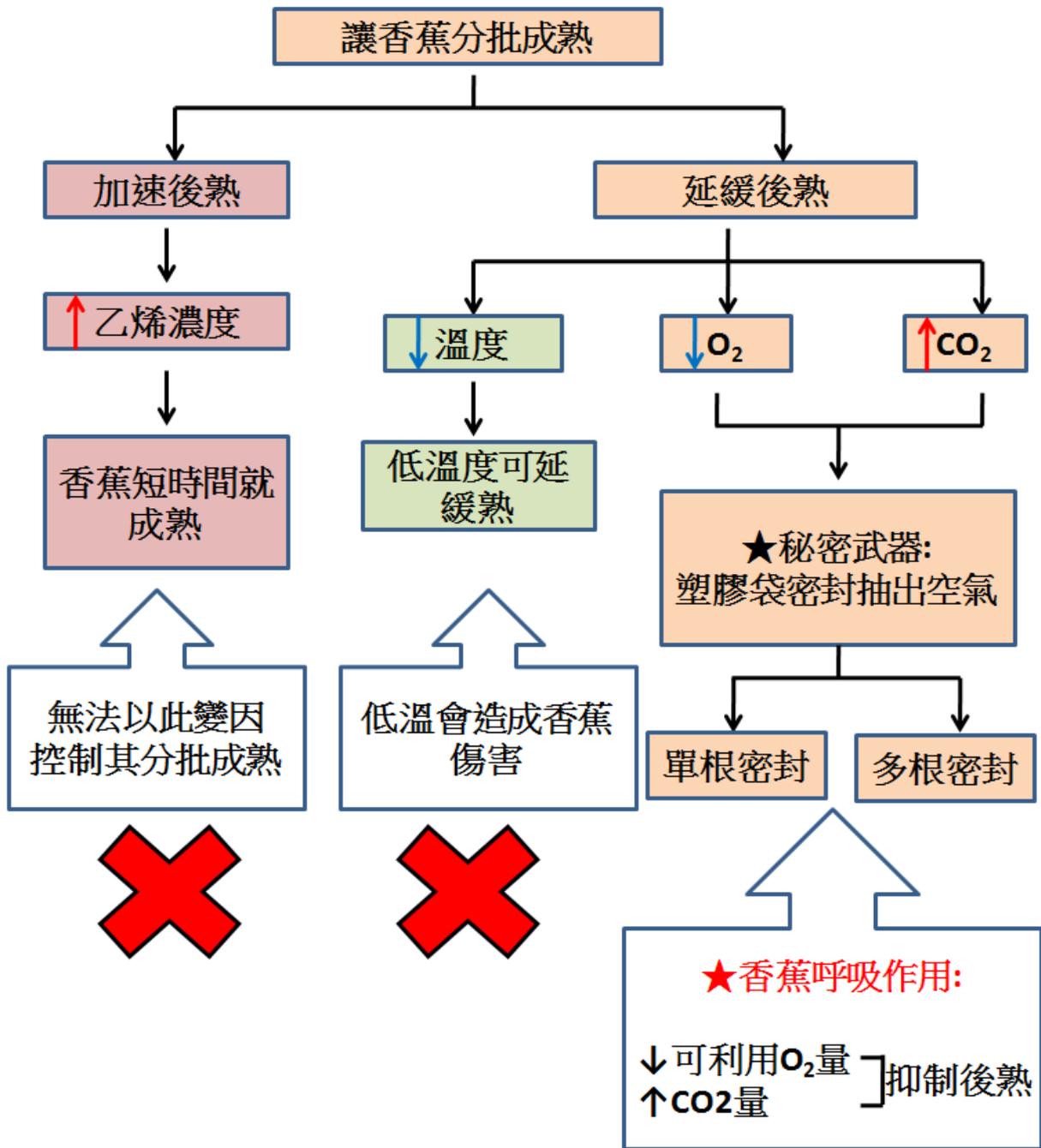
(二) **乙烯濃度:** 蘋果是日常生活中用來催熟香蕉的水果，因為蘋果可以釋放大量乙烯有利於香蕉後熟。

(三) **隔絕氧氣與二氧化碳的方法:** 香蕉後熟過程合成乙烯需要大量氧氣促進後熟；而二氧化碳則會讓果實對乙烯的敏感度降低而延緩後熟，所以若要延緩後熟需要抽出氧氣、加入二氧化碳。我們之前想了很多辦法想解決怎麼抽出氧氣，灌入二氧化碳的方法，有想過抽真空、利用脫氧劑等等，但是都不符合我們的需要，因為我們想找出一個**簡單、在家中即可以實行的方式**；後來我們利用家中的食用透明塑膠袋密封，並且用不鏽鋼吸管儘可能將袋內空氣吸掉，再以橡皮筋綁緊藉此隔絕外界氧氣與香蕉接觸，藉此降低袋內可利用的氧氣量，而香蕉持續進行的呼吸作用也可繼續降低氧氣量且提高二氧化碳總量，這樣就能達到降低氧氣、提高二氧化碳量的目的。

(四) **香蕉成熟判定:** 香蕉熟成過程外皮會由綠色漸漸轉黃，過熟的香蕉會出現黑斑甚至發霉爛掉，因此我們在判定香蕉成熟度均以外觀顏色為判定依據，利用香蕉色卡作為判定標準(如下圖所示)，並且可以給予分數進行不同組別間香蕉後熟速度的比較。



三、研究流程圖

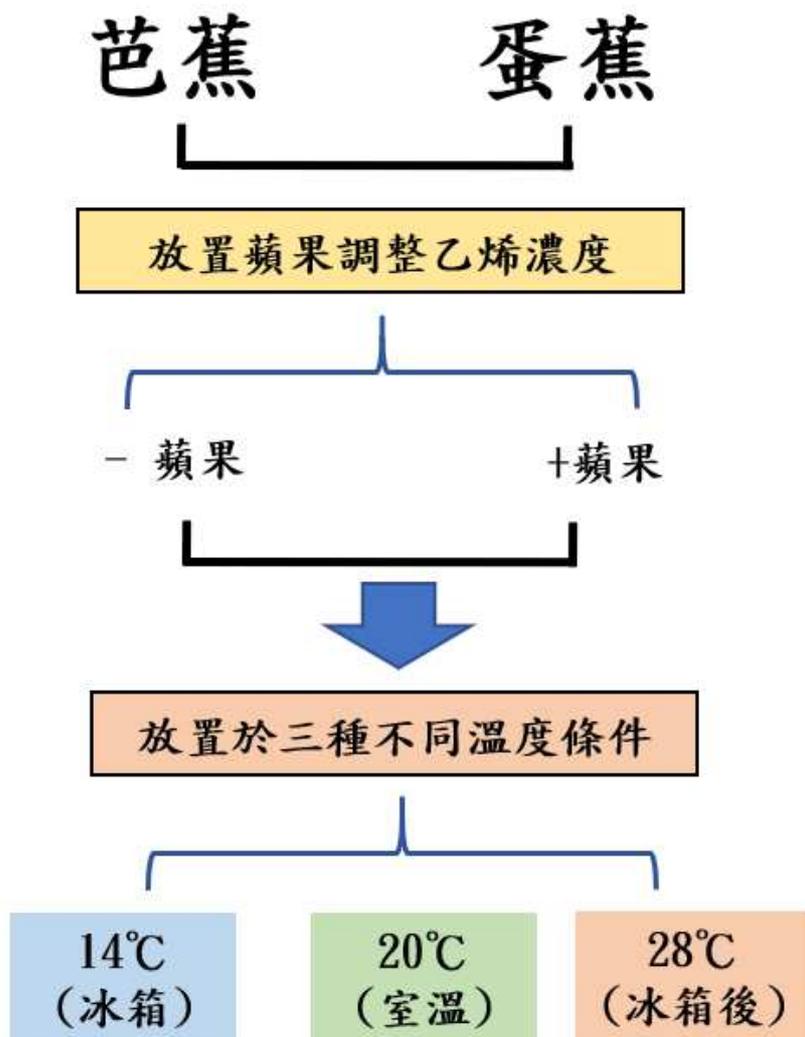


伍、研究結果

一、探討不同品種香蕉在不同乙烯濃度/溫度下後熟情況

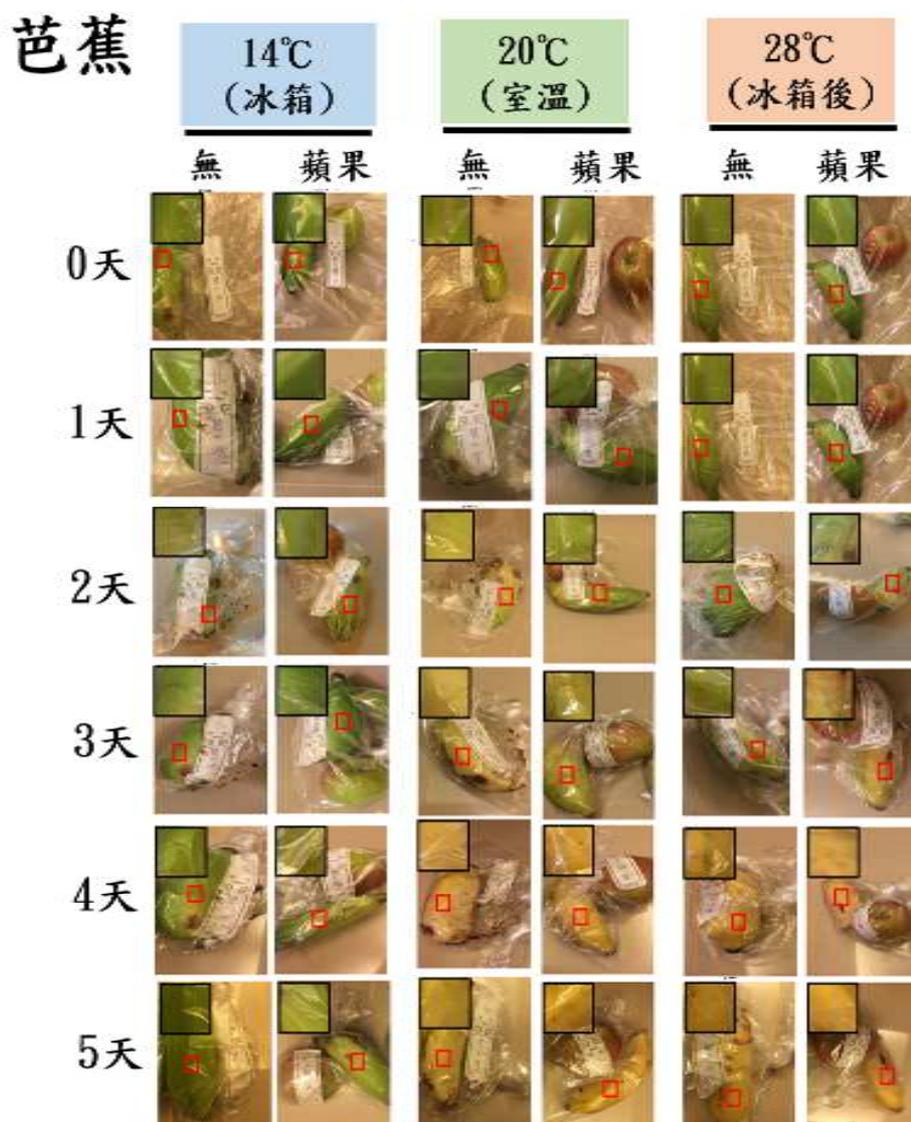
(一) 實驗流程設計:

我們從叔公家拿到一串蛋蕉以及一串芭蕉，根據文獻資料乙烯濃度以及溫度可以影響香蕉的後熟速度，因此在這一個實驗裡我們將芭蕉與蛋蕉用水果刀切下(保留蒂頭)，蛋蕉與芭蕉各取六根，其中芭蕉三根分別單獨與蘋果裝在透明食用塑膠袋內並且密封，再放置於室溫、冰箱冷藏以及冰箱排風處附近，另外三根則是分別獨自用食用塑膠袋密封後，同樣分別放置室溫、冰箱冷藏以及冰箱排風處附近，每天觀察並且拍照。而蛋蕉以同樣的形式進行分組並且觀察，詳細的實驗流程與分組如圖一所示。



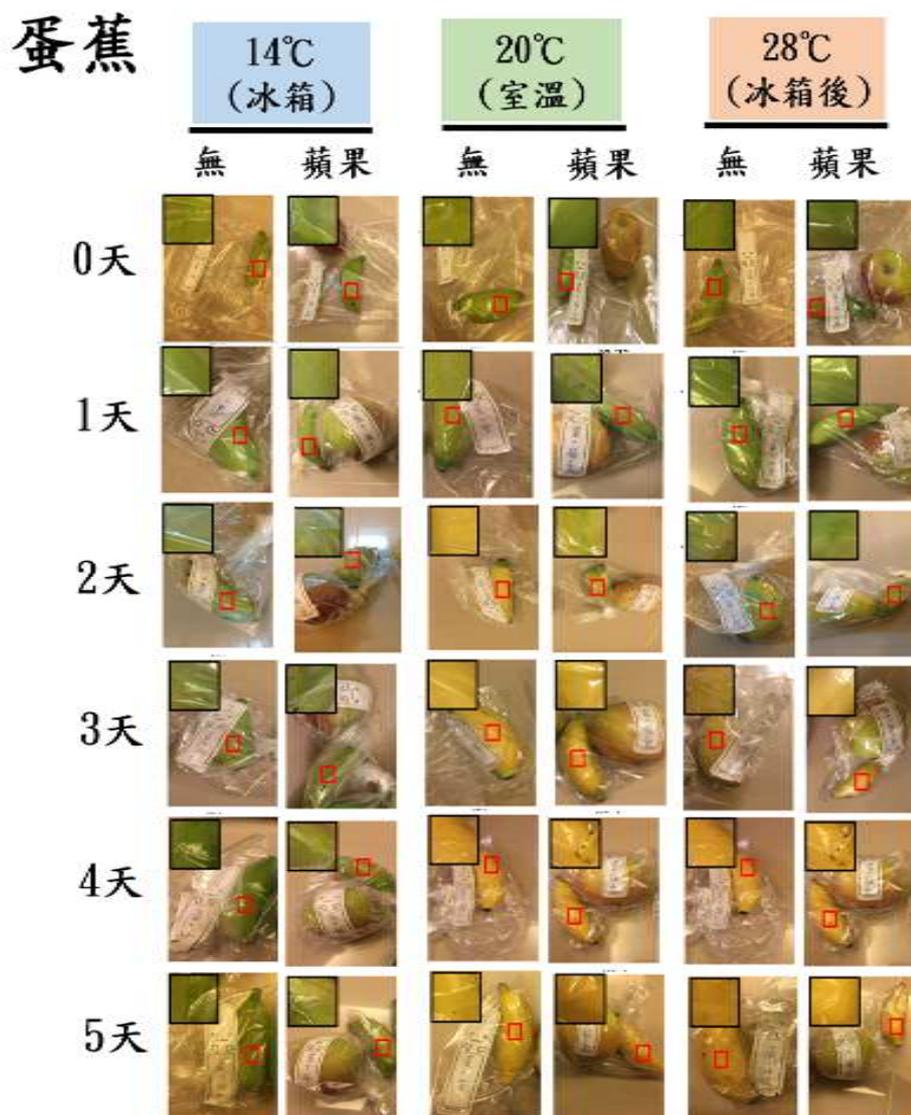
圖一、探討乙烯濃度、溫度對於不同品種香蕉熟成影響之實驗設計流程圖

(二) 實驗結果:



	蘋果	0天	1天	2天	3天	4天	5天
冰箱冷藏	無	1	2	3	3	3	3
	有	1	2	3	3	3	3
室溫	無	1	2	4	6	7	7
	有	1	2	3	6	7	7
冰箱後	無	1	3	3	4	6	7(黑斑)
	有	1	2	3	5	7	7(黑斑)

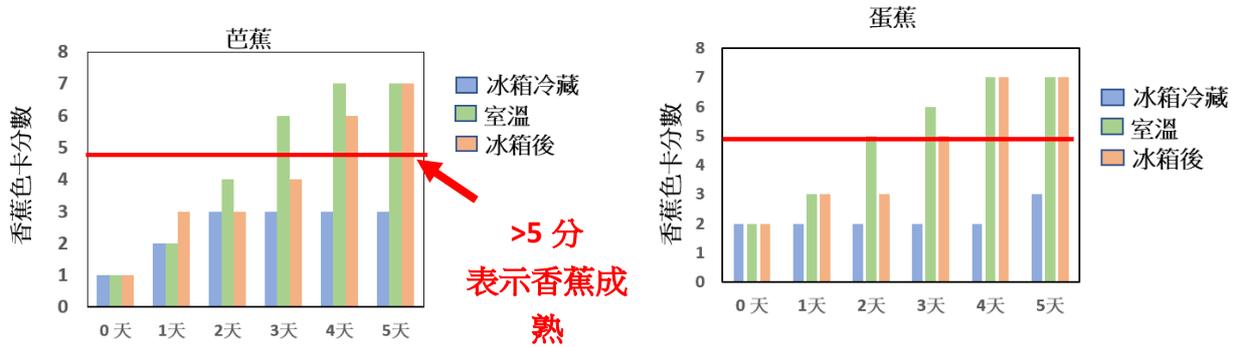
圖二、觀察蘋果對於芭蕉在不同溫度下促進催熟的情況，連續觀察五天並且每天拍照記錄，每一張圖片挑選一個具代表性的香蕉顏色(紅色框框處)，將其放大後分別放置每個圖片的左上角，依據香蕉色卡比色判定香蕉後熟程度並記錄在表格中。



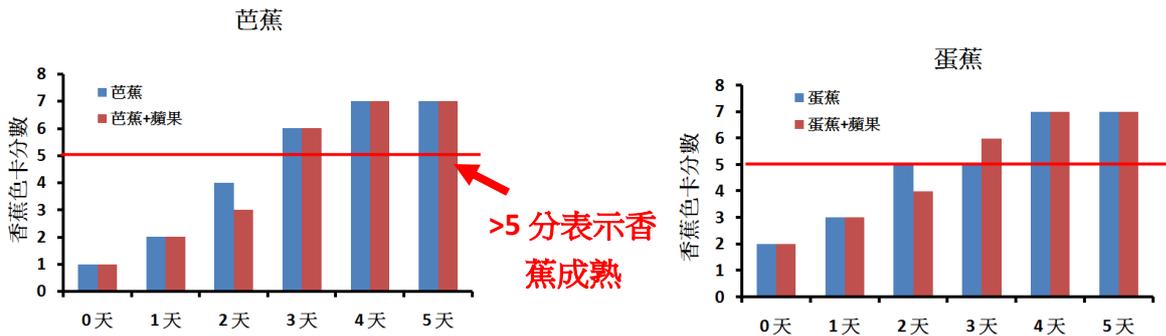
	蘋果	0天	1天	2天	3天	4天	5天
冰箱冷藏	無	2	2	2	2	2	3
	有	2	2	2	2	3	3
室溫	無	2	3	5	5	7	7
	有	2	3	4	6	7	7
冰箱後	無	2	3	3	5	7	7(黑斑)
	有	2	3	3	5	7	7(黑斑)

圖三、觀察蘋果對於蛋蕉在不同溫度下促進後熟的情況，連續觀察五天並且每天拍照記錄，每一張圖片挑選一個具代表性的香蕉顏色(紅色框框處)，將其放大後分別放置每個圖片的左上角，依據香蕉色卡比色判定香蕉後熟程度並記錄在表格中。

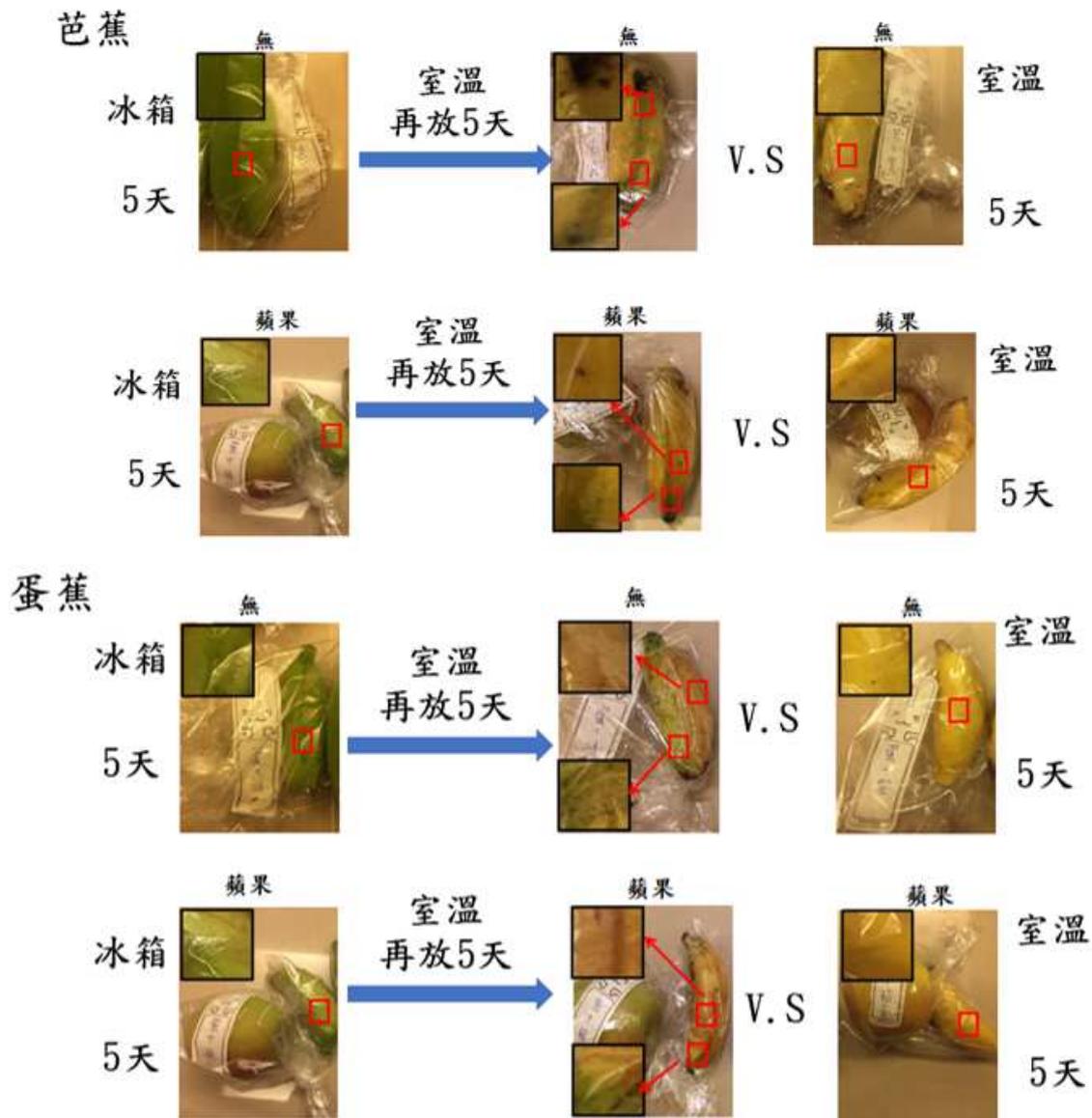
芭蕉與蛋蕉在不同溫度下後熟的時間比較



芭蕉與蛋蕉有無蘋果在室溫下後熟的時間比較



圖四、利用香蕉色卡比對法針對圖二與圖三的香蕉外觀顏色判定分數，分數從 0 到 7 分，越高分代表越熟程度越好，將分數填入表個中並且在利用電腦 Excel 製作柱狀圖做比較。



圖五、觀察芭蕉或蛋蕉經過冷藏 5 天後再移到室溫後熟 5 天的情況，每一張圖片挑選一個具代表性的香蕉顏色(紅色框框處)，將其放大後分別放置每個圖片的左上角。

(三) 實驗結果發現:

(1) **不同品種的香蕉後熟速度不同**:此次實驗在室溫下蛋蕉約 2-3 天就變黃(>5 分)(圖四),而芭蕉在室溫下約 3-4 天變黃(>5 分)。

(2) **蘋果的有無在本次實驗並無顯著差異**:由於實驗當時室溫高香蕉後熟的速率很快,約 3 天就變黃(>5 分),放蘋果雖然會加速香蕉後熟,但是效果不顯著(圖四)。

(3) **溫度對於香蕉後熟影響最明顯**:在冰箱冷藏之下(攝氏 14 度)香蕉的後熟完全被抑制,在第五天時無論是蛋蕉或芭蕉都仍是青綠色(<4 分),在冰箱兩旁組別(攝氏 28 度)無論是芭蕉或蛋蕉其後熟的時間會比室溫組別慢約 1 天左右(圖四),另外我們發現冰箱兩側的組別香蕉較容易出現黑斑。

(4) **冷藏過後的香蕉不利於香蕉的後熟**:我們也發現一個有趣現象,香蕉經過五天的冷藏之後再移到室溫經過五天後似乎無法完全變黃(圖五),並且顏色會變成偏黑褐色,且質地線的軟爛。

(5) **室溫是最適合香蕉後熟的溫度**:我們發現放置室溫是最適合香蕉熟成的溫度,香蕉變黃的顏色最為漂亮,同時也不會有黑色斑點產生。

以上結果我們也觀察到:在室溫中香蕉很短的時間內就會變黃(約 2-4 天左右),因此促進後熟速率可能達不到我的目的,反而應該朝著延緩後熟速率比較有機會達到我們想要讓一串香蕉分批變黃的目的,雖然低溫可以很有效延緩香蕉後熟,但是低溫對香蕉會造成某種傷害,讓冰過的香蕉無法後熟甚至變得軟爛,因此低溫冷藏也無法達到我們想要的目的。

二、探討氧氣對香蕉對於熟成的影響

(一) 實驗流程設計:

由上面的結果我們知道溫度以及水果釋放乙烯的方式無法達到我想要的目的，因此我們透過香蕉後熟與氧氣、二氧化碳的存在來探討，在這個實驗中我們將單根香蕉與多根香蕉以塑膠袋密封，隔絕外界空氣，並放置在同樣室溫中觀察後熟情況。

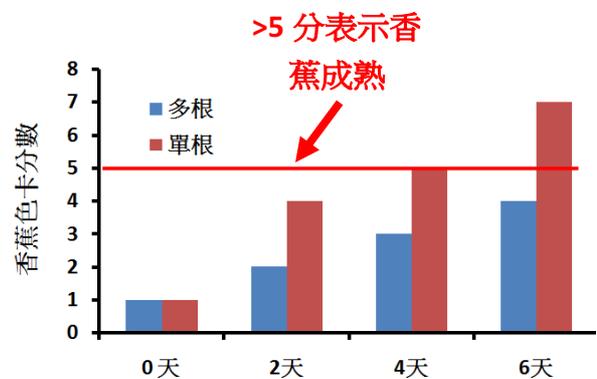


(二) 實驗結果與發現:

單根與多根芭蕉用透明塑膠袋密封，我們發現一個很有趣的結果，多根芭蕉的組別明顯較不容易熟成，而單根的組別在 4 天幾乎已經熟透，而多根組別到第 6 天仍有綠色部分(圖六)，因此由這次的結果我們發現利用簡單的塑膠袋密封方式隔絕空氣，就可以有效地延緩香蕉後熟的時間。



芭蕉	0天	2天	4天	6天
多根	1	2	3	4
單根	1	4	5	7

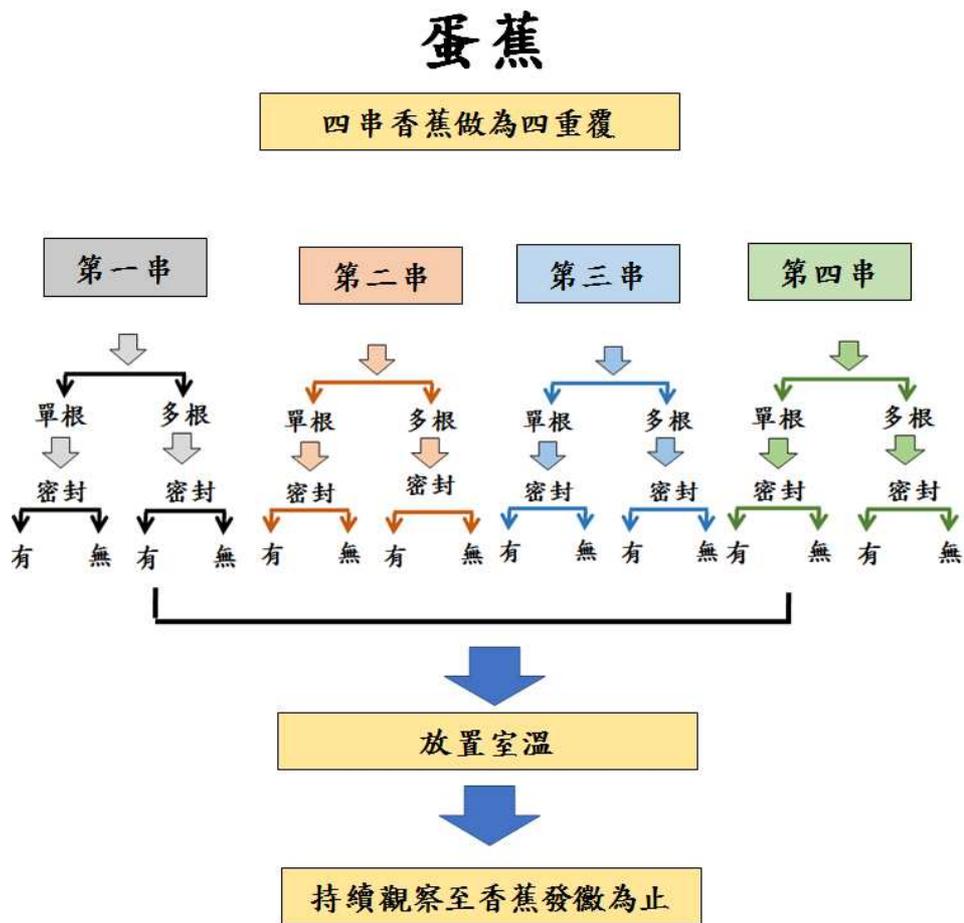


圖六、比較芭蕉在不同的可利用氧濃度下在室溫後熟的情況，連續觀察六天並且在第0、2、4與6天拍照記錄，每一張圖片挑選一個具代表性的芭蕉顏色(紅色框框處)，將其放大後分別放置每個圖片的左上角，利用香蕉色卡比色給分並且製成比較圖。

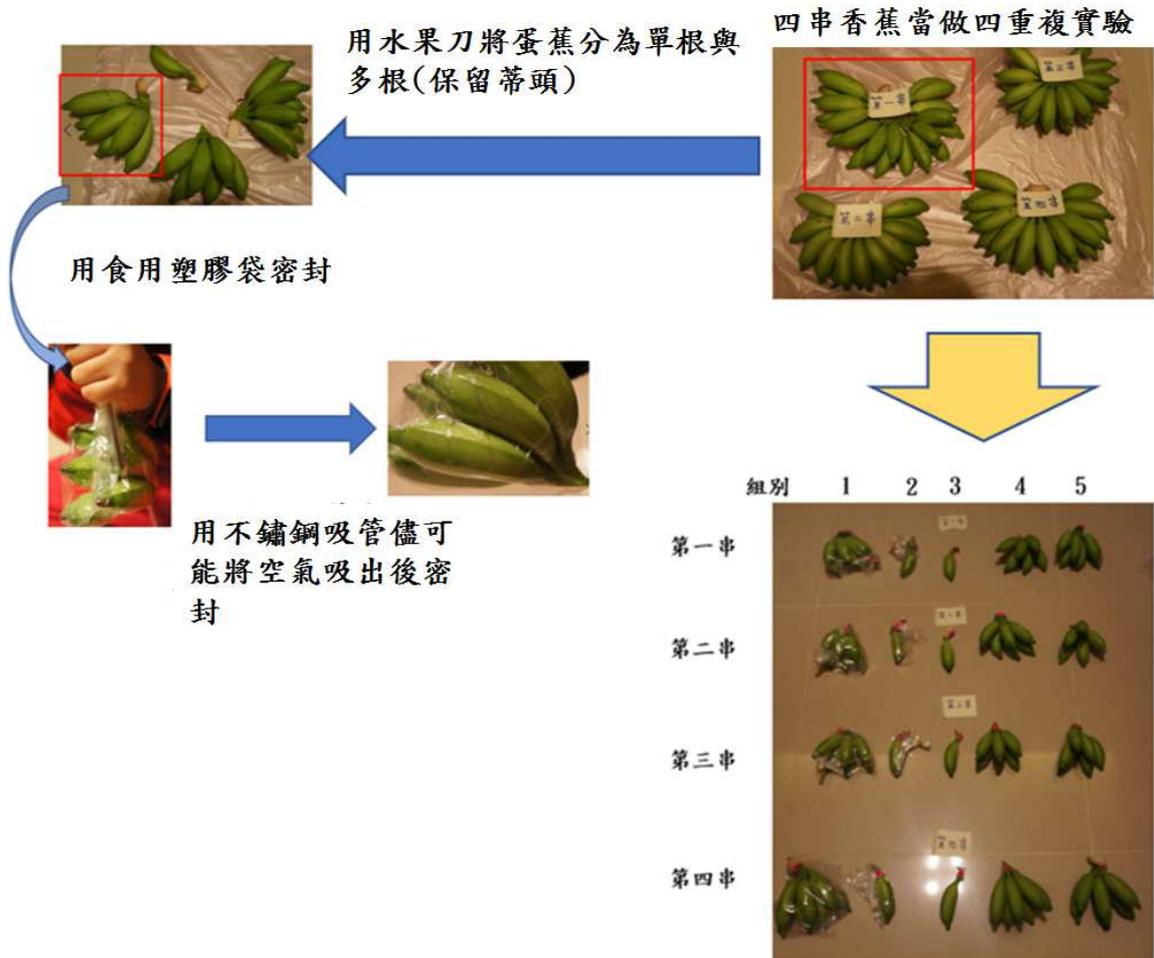
三、塑膠袋隔絕空氣~~延緩香蕉後熟的秘密武器

(一) 實驗流程設計:

在本次的實驗我想要真正實行一次讓一串香蕉分批熟成，同時將實驗做更完整的設計，證實我的方法確實可行，在這次實驗中我從叔公家拿到四串蛋蕉作為實驗的四重複，每一串香蕉都分別設計五組(圖七)，第1組: 多根(6根)密封、第2組: 單根密封、第3組: 單根不密封、第4組: 多根(6根)不密封這四組放置室溫中熟成，每兩天觀察並拍照記錄後熟情況直到香蕉發霉為止，而第5組: 多根(6根)不密封等其顏色變黃(香蕉比色約 4-6 左右)時，再用塑膠袋密封，放置室溫同樣每兩天觀察並拍照紀錄直到香蕉發霉為止，詳細的研究設計流程如圖七所示。

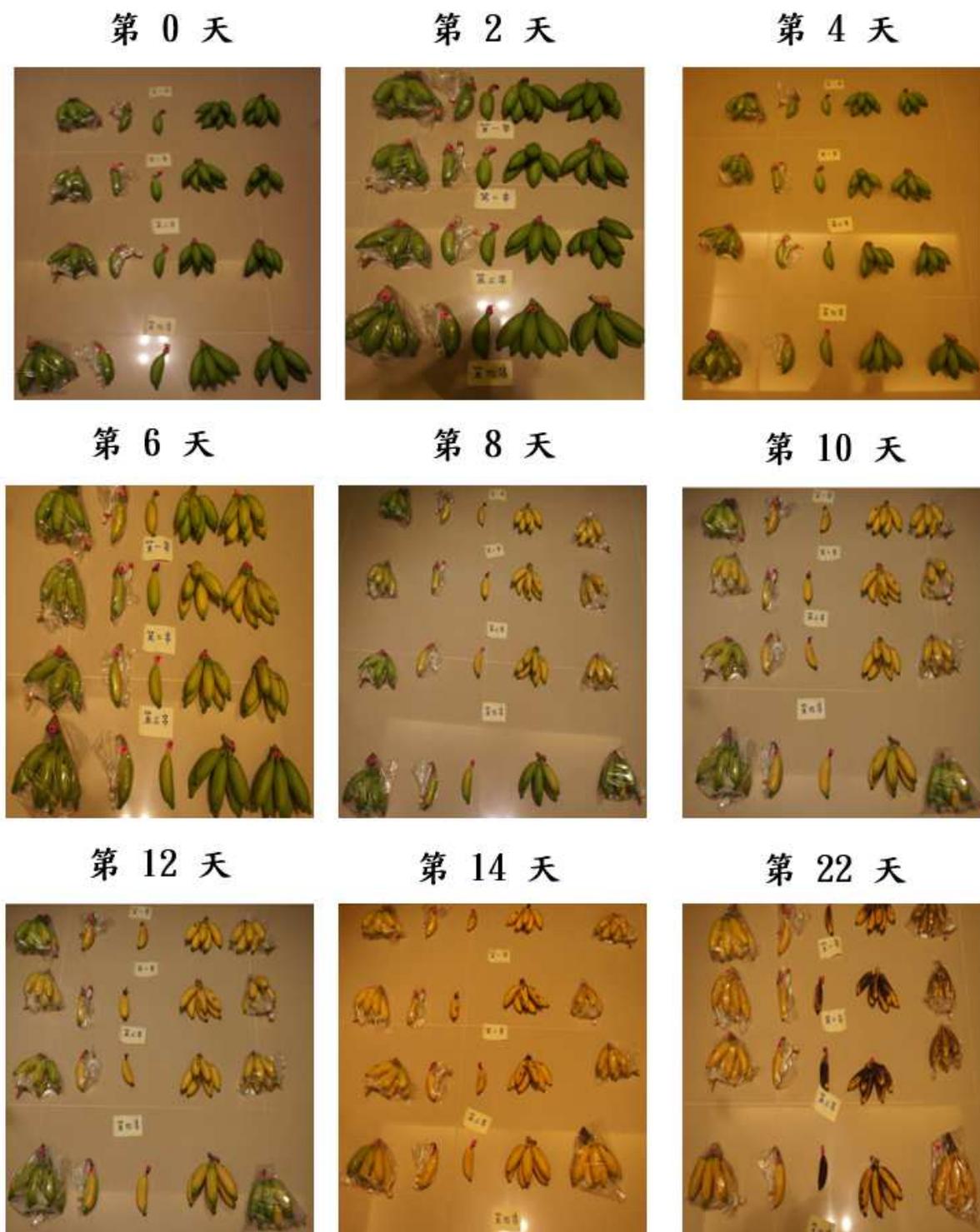


圖七、探討隔絕空氣對延緩香蕉熟成影響之實驗設計流程圖



圖八、探討隔絕空氣對延緩香蕉熟成影響之實驗以及去除空氣的過程圖

(二) 實驗結果:



圖九、觀察各組間蛋蕉後熟的情況，每兩天觀察一次並且拍照記錄，最長觀察到第 22 天利用香蕉色卡比色法記錄每一組香蕉的顏色並將每一組分數作紀錄。

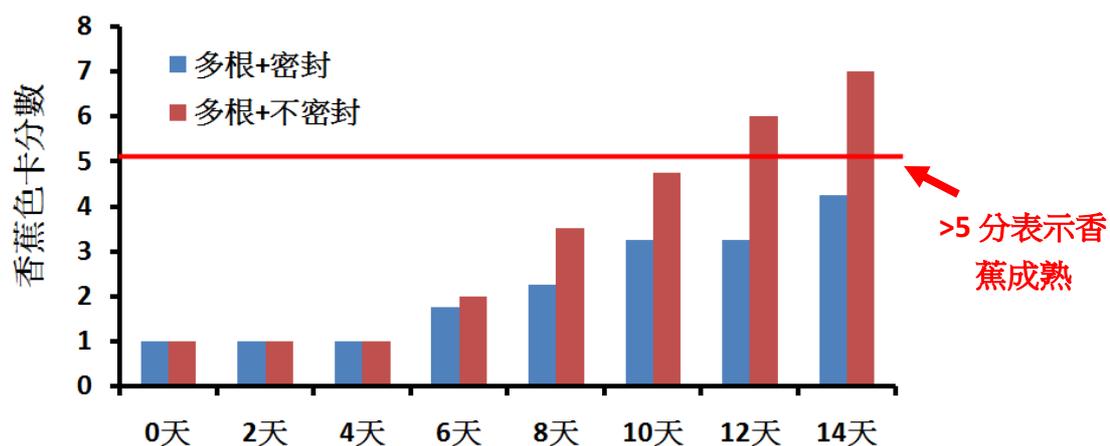
表一、利用香蕉色卡比色將每組每次的分數紀錄在下表中

組別	1	2	3	4	5	組別	1	2	3	4	5
第 0 天	多根+ 密封	單根+ 密封	單根+ 不密封	多根+ 不密封	多根+ 不密封	第 10 天	多根+ 密封	單根+ 密封	單根+ 不密封	多根+ 不密封	多根+ 再密封
第一串	1	1	1	1	1	第一串	3	4	5	5	4
第二串	1	1	1	1	1	第二串	4	4	5	5	4
第三串	1	1	1	1	1	第三串	3	4	5	5	4
第四串	1	1	1	1	1	第四串	3	3	5	4	2
平均	1	1	1	1	1	平均	3.25	3.75	5	4.75	3.5
第 2 天	多根+ 密封	單根+ 密封	單根+ 不密封	多根+ 不密封	多根+ 不密封	第 12 天	多根+ 密封	單根+ 密封	單根+ 不密封	多根+ 不密封	多根+ 再密封
第一串	1	2	2	1	1	第一串	3	5	6	6	5
第二串	1	2	2	1	1	第二串	4	5	6	6	5
第三串	1	2	2	1	1	第三串	3	5	6	6	5
第四串	1	1	1	1	1	第四串	3	5	6	6	3
平均	1	1.75	1.75	1	1	平均	3.25	5	6	6	4.5
第 4 天	多根+ 密封	單根+ 密封	單根+ 不密封	多根+ 不密封	多根+ 不密封	第 14 天	多根+ 密封	單根+ 密封	單根+ 不密封	多根+ 不密封	多根+ 再密封
第一串	1	2	2	1	1	第一串	4	5	7	7(黑斑)	6
第二串	1	2	2	1	1	第二串	5	5	7(黑斑)	7(黑斑)	6
第三串	1	2	2	1	1	第三串	4	5	7(黑斑)	7(黑斑)	6
第四串	1	1	1	1	1	第四串	4	5	7	7	5
平均	1	1.75	1.75	1	1	平均	4.25	5	7	7(黑斑)	5.75
第 6 天	多根+ 密封	單根+ 密封	單根+ 不密封	多根+ 不密封	多根+ 不密封	第 22 天	多根+ 密封	單根+ 密封	單根+ 不密封	多根+ 不密封	多根+ 再密封
第一串	2	3	3	2	2	第一串	5	7	黑掉	黑掉	黑掉
第二串	2	3	3	2	2	第二串	6	7	黑掉	黑掉	黑掉
第三串	2	3	3	2	2	第三串	5	7	黑掉	黑掉	黑掉
第四串	1	2	2	2	2	第四串	5	6	黑掉	黑掉	7(黑斑)
平均	1.75	2.75	2.75	2	2	平均	5.25	6.75	黑掉	黑掉	黑掉
第 8 天	多根+ 密封	單根+ 密封	單根+ 不密封	多根+ 不密封	多根+再 密封						
第一串	2	3	4	4	4						
第二串	3	3	4	4	4						
第三串	2	3	4	4	4						
第四串	2	2	3	2	2						
平均	2.25	2.75	3.75	3.5	3.5						

第 5 組:多根(6 根)不密封，等其顏色變黃(香蕉比色約 4-6 左右)時，再用塑膠袋密封

多根密封

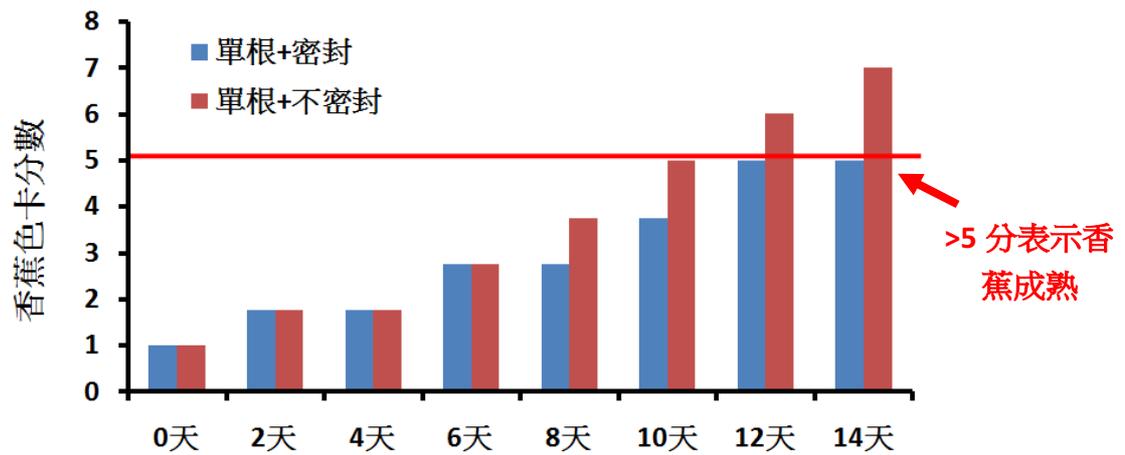
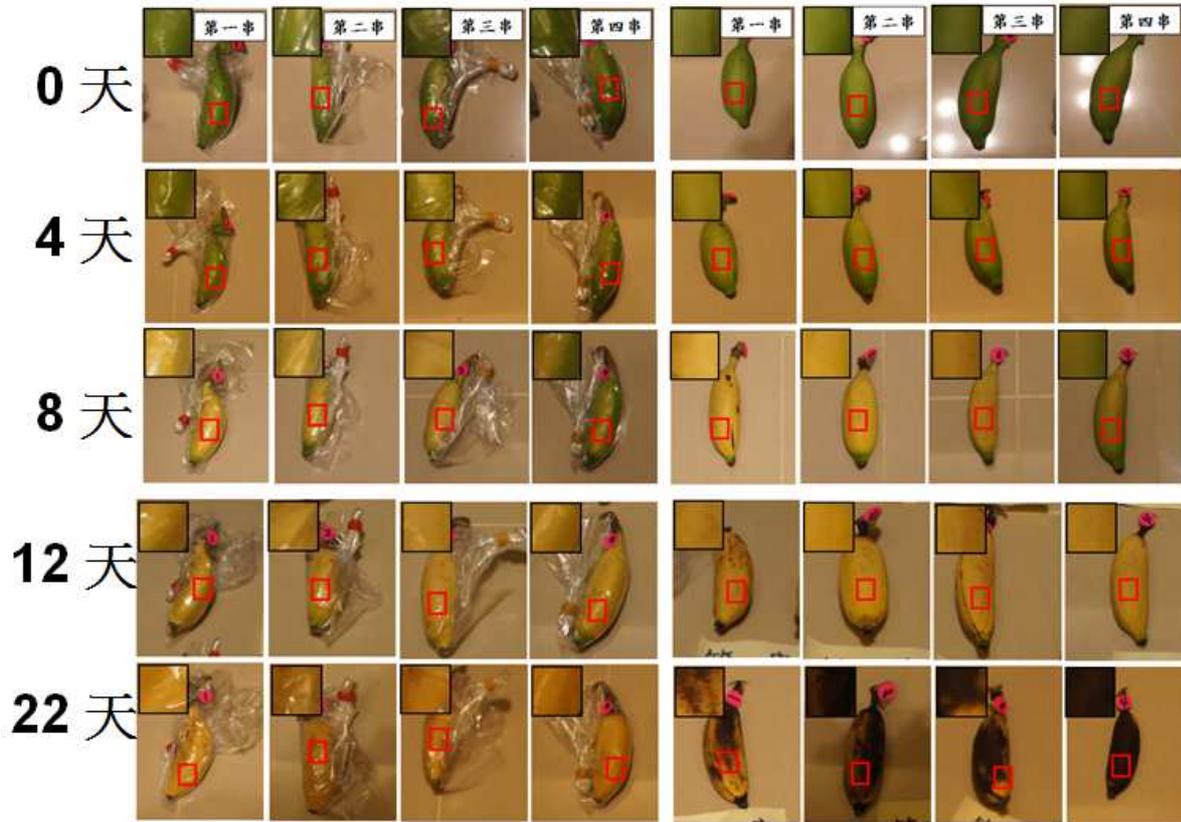
多根不密封



圖十、比較有塑膠袋密封與不密封對於多根蛋蕉後熟的影響，每一張圖片挑選一個具代表性的香蕉顏色(紅色框框處)，將其放大後分別放置每個圖片的左上角，利用香蕉色卡比色法記錄每一組香蕉的顏色。

單根密封

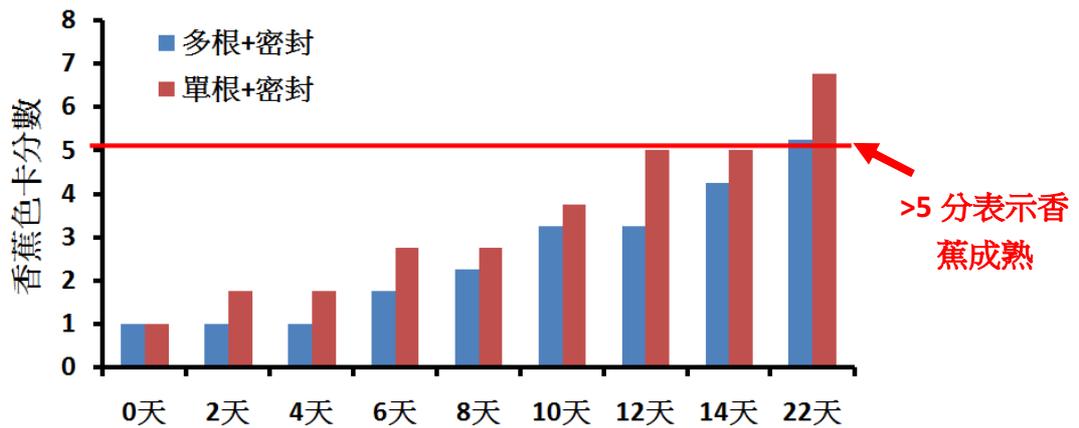
單根不密封



圖十一、比較有塑膠袋密封與不密封對於單根蛋蕉後熟的影響，每一張圖片挑選一個具代表性的香蕉顏色(紅色框框處)，將其放大後分別放置每個圖片的左上角，利用香蕉色卡比色法記錄每一組香蕉的顏色。

多根密封

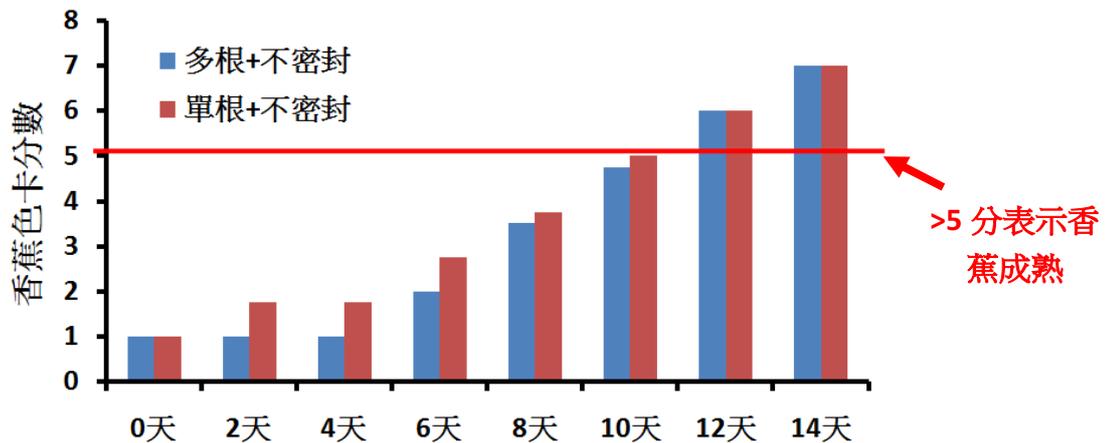
單根密封



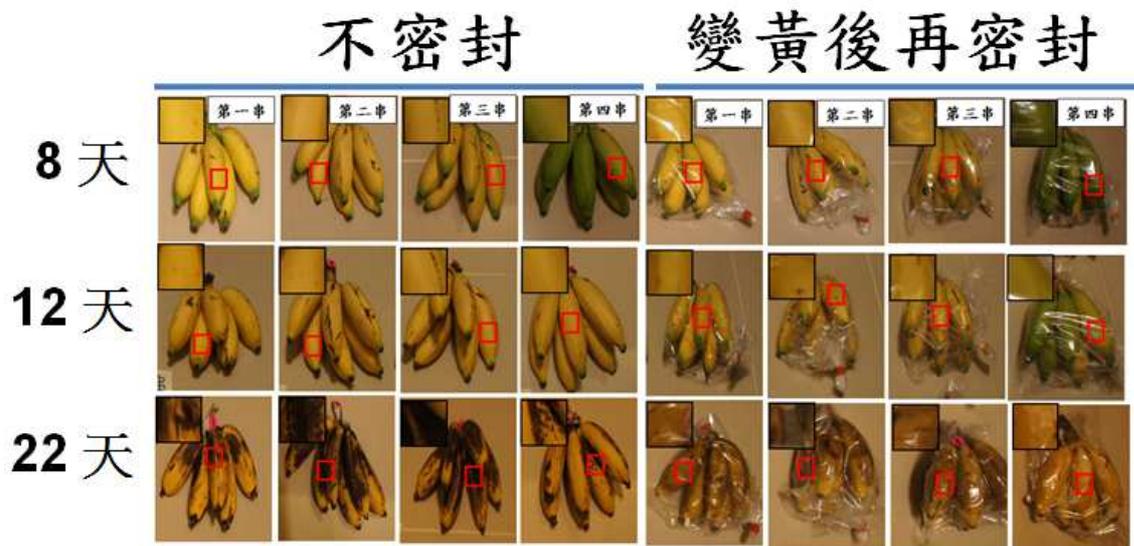
圖十二、比較有塑膠袋密封對於多根蛋蕉與單根蛋蕉後熟的影響，每一張圖片挑選一個具代表性的香蕉顏色(紅色框框處)，將其放大後分別放置每個圖片的左上角，利用香蕉色卡比色法記錄每一組香蕉的顏色。

多根不密封

單根不密封



圖十三、比較無塑膠袋密封對於多根蛋蕉與單根蛋蕉後熟的影響，每一張圖片挑選一個具代表性的香蕉顏色(紅色框框處)，將其放大後分別放置每個圖片的左上角，並用香蕉色卡，利用香蕉色卡比色法記錄每一組香蕉的顏色。



圖十四、比較蛋蕉變黃後再用塑膠袋密封對於保存上的比較，每一張圖片挑選一個具代表性的香蕉顏色(紅色框框處)，將其放大後分別放置每個圖片的左上角。

(三) 實驗結果發現:

1. **塑膠袋密封可以很有效延緩香蕉後熟**:我們的結果發現用塑膠袋密封可以很有效的延緩後熟時間，而延緩後熟只有在一次多根密封時才會有很明顯的效果，將多根蛋蕉密封後可以讓蛋蕉保存到第二十二天，顏色仍然呈現金黃色(圖十二)。
2. **塑膠袋密封可以延緩香蕉壞掉的時間**:單根蛋蕉用塑膠袋密封後，雖然與不密封達到金黃色的時間差不多，但還是可以延緩壞掉的時間，在第二十二天時仍然呈現金黃色(圖十一)。
3. **塑膠袋要在香蕉還是綠色時就密封效果最佳**:在蛋蕉還是綠色時就用塑膠袋密封，會比蛋蕉已經變黃後再密封效果來的更好(圖十二以及圖十四)。
4. **塑膠袋將香蕉密封可以防止果蠅滋生**:實驗過程我們還意外發現用塑膠袋密封的另外一個好處，家裡不會再有惱人的果蠅出現了。

陸、討論

一、比較不同香蕉品種後熟的速率是否一樣：

在相同條件下(溫度及水果種類)，不同香蕉品種，**蛋蕉比芭蕉較快熟成**。

【討論】若採收時果齡或熟度較高時，對乙烯敏感度也會提升；若採收時果齡仍低，對乙烯敏感度較小，不易後熟。所以蛋蕉會比芭蕉快熟成，有可能是採收時其果齡較高的緣故，導致其對乙烯較為敏感，這樣的結果也可以從圖九中得到證實，同樣都是蛋蕉可是不同串其變黃的時間就會有差異。

二、比較不同溫度對香蕉後熟的影響:

香蕉在不同溫度下熟成(室溫約 18~20°C、冰箱冷藏約 14°C、冰箱兩側高溫約 28°C)，**香蕉後熟以室溫(約 18~20°C)的效果最好**。

【討論】：在室溫(約 18~20°C)下的香蕉，熟成效果外觀最為漂亮，風味也香甜可口。我們意外發現放在冰箱旁(約 28°C)的香蕉變黃時間反而比室溫更慢，經查文獻了解，當溫度超過 30°C 時葉綠素不易轉換成胡蘿蔔素及葉黃素，而冰箱旁的溫度約 28°C 已相當接近 30°C，這可以合理解釋我們觀察到冰箱旁溫度高反而不利催熟的結果，另外冰箱旁的香蕉也很容易就產生生理性斑點，並發出怪味道經食用後也感覺風味不佳；放在冰箱內(約 14°C)之香蕉，因為低溫抑制乙烯合成作用的發生，所以經過了一個星期，香蕉還維持綠色。

我們實驗過程所使用的室溫每次會因為外面天氣而改變，第一次實驗時是在去年 10 月左右，當時室內溫度約 20 度左右(圖一)，第二次實驗時間是 11 月左右當時室內溫度約 20 度(圖六)，第三次實驗時間是今年 1 月當時的室內溫度約 18 度左右(圖七)，溫度越低香蕉後熟的速率會越慢，後熟時間也拉長，所以不同次的實驗無法作比較。

經查詢研究資料發現，**中興大學謝慶昌教授在『蔬果品質劣變及損耗之原因』的文章中指出，香蕉儲藏最合適的溫度約 14~28°C**，太低太高都會造成香蕉本身不可逆的傷害，我們本次使用的低溫(冰箱中)約 14°C，高溫(冰箱旁)約 28°C，剛好都是謝教授提到適合儲藏香蕉的極限，而我們的結果發現在這兩個溫度長時間下儲藏，對於香蕉仍然會有些傷害。

三、 水果產生乙烯對於少量的香蕉是否同樣有加速催熟的效果：

蘋果是大家常用來催熟香蕉的方式，可是在這次實驗中我們並沒有明顯看到蘋果可以加速香蕉後熟的速率。

【討論】：經由檢討後，我們將水果及香蕉都用透明塑膠袋封住，等於阻斷了氧氣的供應，在水果熟成及乙烯合成時，都需大量氧氣，所以此實驗步驟對於熟成的效果也大受影響。再加上實驗當時室溫高香蕉後熟的速率很快，約 3 天就變黃(>5 分)，放蘋果雖然會加速香蕉後熟，但是效果不顯著

四、 隔絕空氣對於香蕉(芭蕉、蛋蕉)後熟的影響:

單根與多根芭蕉用透明塑膠袋密封，結果發現**多根芭蕉的組別明顯較不容易後熟**，而單根的組別在 4 天幾乎已經熟透，而多根組別到第 6 天仍有綠色部分。而在蛋蕉的實驗中我們也發現同樣的結果，**多根的蛋蕉用塑膠袋密封後，可以有效延緩後熟長達 22 天顏色還金黃漂亮**(以香蕉比色卡判斷成熟度平均分數為 5.25)，**單根蛋蕉用塑膠袋密封後，延緩後熟的效果沒有多根密封明顯**(22 天後以香蕉比色卡判斷成熟度平均分數為 6.75)，**但是還是可以延長蛋蕉壞掉的時間**(不密封組早在第 14 天產生黑斑，以香蕉比色卡判斷成熟度平均分數大於 7，第 22 天全數黑掉)。

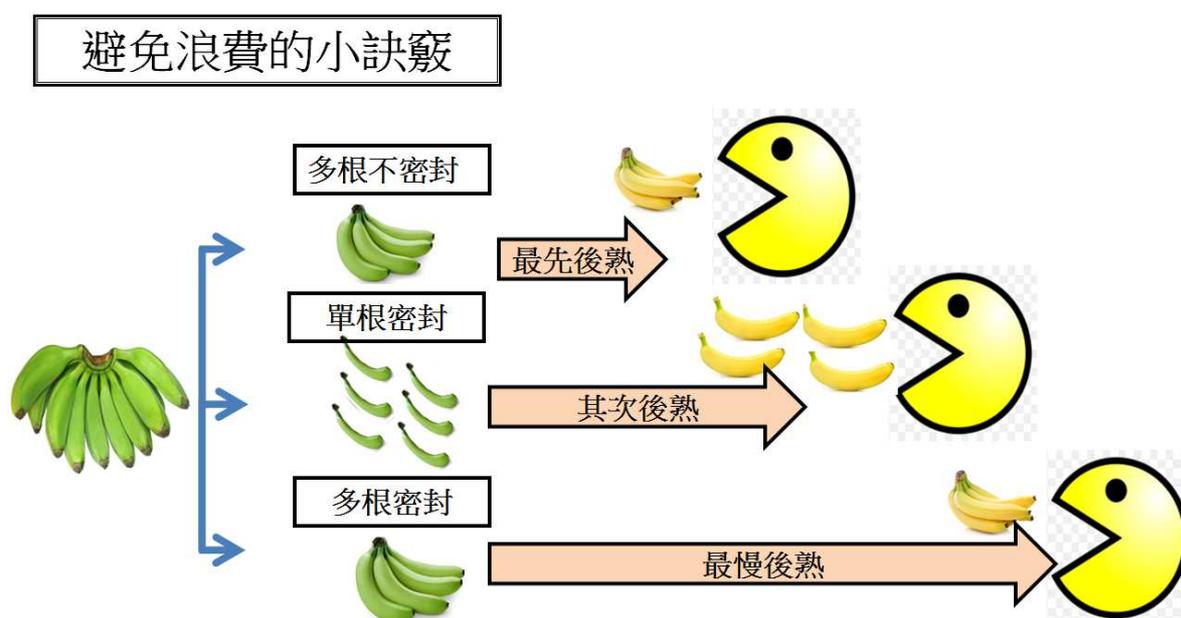
【討論】：香蕉後熟過程合成乙烯需要大量氧氣促進後熟；而二氧化碳則會讓果實對乙烯的敏感度降低而延緩後熟，所以若要延緩後熟需要抽出氧氣、加入二氧化碳。**中興大學謝教授在『蔬果品質劣變及損耗之原因』的文章中提到，蔬果採收後仍然會有呼吸作用的進行**，我們使用相同大小的塑膠袋密封多根及單根香蕉、抽出空氣，降低袋內可利用的氧氣量，香蕉持續進行的呼吸作用也可繼續降低氧氣量且提高二氧化碳量，所以我們將多根香蕉用塑膠袋密封，會更快速的消耗掉袋內的氧氣以及提高二氧化碳濃度，恰好可以延緩香蕉的後熟，於是延緩後熟效果：多根密封組會比單根密封組較佳。

雖然利用密封方式創造出相對可利用氧氣的差異，進而探討氧氣及二氧化碳濃度對於後熟的影響，但是仍然無法百分百確定就是氧氣及二氧化碳所導致，要探討真正的原因可能需要進一步利用脫氧劑脫氧或是灌入二氧化碳等方式再深入研究。

五、找出讓香蕉分批成熟的方法

根據實驗的結果我們可以透過不同(多根密封、單根密封、多根不密封)的包覆方式讓一串香蕉分批成熟。以比色卡判斷香蕉外皮顏色 >5 分代表香蕉已成熟可食，在室溫下多根不密封組在第 10 天達到平均近五分；單根密封組在第 14 天平均達五分；多根密封組在第 22 天達到平均近五分。

柒、結論



圖十五、讓香蕉分批成熟的方法——利用多根不密封及單根、多根分別密封讓香蕉分批成熟

在台灣目前都是以小家庭為主，我們常常會購買一整串的香蕉，而香蕉變黃的時間非常的快，常常在還來不及吃的情況下香蕉就已經產生黑斑壞掉並且滋生果蠅，我們提供一個延緩香蕉後熟的秘密武器，將購買回來整串的香蕉先用水果刀連同蒂頭分成三等份，第一部分的香蕉放在室溫保存，第二部分香蕉以單根並且用塑膠袋密封放室溫，第三部分多根香蕉用塑膠袋密封保存室溫，利用這個秘密武器就可以讓一串香蕉分批依序變黃，不會造成吃不完的浪費 (圖十五)，同時也杜絕果蠅的滋生。

捌、參考資料

- 一、財團法人香蕉研究所。2018 年 10 月 10 日。取自: <http://www.banana.org.tw>
- 二、 乙烯。維基百科。2018 年 10 月 10 日。取自: <https://zh.wikipedia.org/wiki/乙烯>
- 三、 農業知識入口網。更年性果實和非更年性果實?。2018 年 10 月 10 日。取自 http://kmweb.coa.gov.tw/knowledge/knowledge_cp.aspx?ArticleId=187929&ArticleType=A&CategoryId=&kpi=0
- 四、 香蕉。維基百科。2018 年 10 月 10 日。取自: <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/香蕉>
- 五、 柯文慶、吳明昌、蔡龍銘 (1996)。園產處理與加工。台北市：東大圖書公司。
- 六、 施靜雯(2007 年 5 月 18 日)。香蕉價跌 大量購 保存有方法。蘋果日報。2018 年 10 月 10 日。取自: <https://tw.lifestyle.appledaily.com/daily/20070518/3485241/>
- 七、 張信燕(2017 年 08 月 07 日)。原來香蕉還能這樣保存！放 10 天一樣好吃。新唐人。取自: <http://ca.ntdtv.com/xtr/b5/2017/08/07/a1336868.html>
- 八、 吳樹枝 (2012-05-21)。認識香蕉成長祕訣。大紀元。取自: <http://www.epochtimes.com/b5/12/5/14/n3588258.htm>
- 九、 邱芷柔、顏宏駿 (2017 年 1 月 26 日)。台灣香蕉研究所：催熟香蕉有 3 種方式。自由時報。取自: <https://news.ltn.com.tw/news/society/paper/1074190>
- 十、 郭柏辰、謝明潔、曾琬翔、林庭瑄 (新竹市立光華國民中學)。香蕉成熟時。中華民國的四十三屆中小學科學展覽會參展作品專輯。2018 年 10 月 10 日。取自: <https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=858>
- 十一、 莊家郁、莊家馨、陳郁萍、吳政諺、黃芷韻、彭龍輝 (宜蘭縣三星鄉憲明國民小學)。「蕉」點話題。中華民國第四十四屆中小學科學展覽會參展作品專輯。2018 年 10 月 10 日。取自: <https://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/44/c08/080206.pdf>
- 十二、 戴岑桓、謝豐駿、湯楷琳、陳韻婷、陳韻惠、羅燮琳 (南投縣國姓鄉北山國民小學)。香蕉新樂園。中華民國第四十五屆中小學科學展覽會參展作品專輯。2018 年 10 月 10 日。取自: <https://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/45/elementary/0808/080814.pdf>

十三、 謝慶昌 (2009)。蔬果品質劣變及損耗之原因。2019 年 3 月 3 日。取自：

<http://www.google.com.tw/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwiww5rr9-7gAhUDybwKHSdoCOUQFjAAegQIChAC&url=http%3A%2F%2Ffir.lib.nchu.edu.tw%2Fbitstream%2F11455%2F84334%2F1%2F1.pdf&usg=AOvVaw3K6TeowYfNPfYiZ9KYJhSl>