

中華民國第四十三屆中小學科學展覽會參展作品專輯

國中組

## 生活與應用科學科

科別：生活與應用科學科

組別：國中組

作品名稱：香蕉成熟時……

關鍵詞：催熟、甜度、澱粉粒

編號：030808

學校名稱：

新竹市立光華國民中學

作者姓名：

郭柏辰、謝明潔、曾琬翔、林庭瑄

指導老師：

施宣如



## 摘要

自從偶然聽長輩說，將未成熟的香蕉放入米缸可催熟香蕉後，引起我們對這個主題的興趣。只是將香蕉放入米缸就能使香蕉後熟嗎？於是我們決定先從溫度、溼度和光線等變因，著手進行實驗找出香蕉催熟最佳條件。

經過一連串實驗後，發現溼度越高，香蕉成熟越快；光線的光及熱接會使香蕉快速成熟，但過度照射會使其甜度下滑；而點燃線香所產生的煙霧成分會使香蕉快熟。

所以得知一個完善又合乎經濟效益的香蕉催熟環境，應在密閉空間中，置入點燃線香、濕棉花並照光。另外，為了更加深入研究，我們另外紀錄了香蕉的甜度和其果肉細胞中澱粉粒的關係，發現澱粉粒數目越少，其甜度就越高。

雖然台灣是香蕉王國，但以往我們對它的認知僅停留在一種水果。這次研究後，使我們對香蕉有更深一層的認識。

## 壹、研究動機：

在自然課中(光復版 國民中學一年級下學期 自然與生活科技 2-5 生物科技)，得知用基因工程的方式，可使番茄成熟後，果肉依然結實，以利運送；台灣是香蕉王國，出口的香蕉很多，我們想知道香蕉運送過程中，如何保存香蕉果肉的新鮮。根據資料得知，香蕉在未成熟時摘下，運送後再催熟。上完這次課後，我們對香蕉催熟打起了一個問號。

偶然間又聽長輩說將未成熟的香蕉放入米缸中可以催熟香蕉後，更引起我們對香蕉催熟的興趣。將香蕉放入米缸中就能使香蕉後熟嗎？爲了找出香蕉催熟的條件，決定著手進行實驗。

## 貳、研究目的：

前置實驗 1：研究香蕉不同個體、部位的甜度差異。

前置實驗 2：研究市面上已催熟之香蕉甜度及澱粉粒數量。

- (一)找出可以將香蕉催熟的物質。
- (二)研究溫度對香蕉催熟的影響。
- (三)研究濕度對香蕉催熟的影響。
- (四)研究光線對香蕉催熟的影響。
- (五)研究其他水果對香蕉催熟的影響。
- (六)製作一個完善的催熟室。

## 參、研究器材：

未成熟香蕉數串、密封袋、電石 1 瓶、蘋果 1 顆、米 1kg、線香 1 柱、杜鵑花 30 朵、冰箱 1 台、乾燥劑 1 包、棉花少許、氫氧化鈣溶液 100ml、檯燈 2 座、紅(黃、藍、綠)玻璃紙 1 張、黑色不透光紙、成熟木瓜 1/4 個、蓮霧 1 個、柳丁 1 個、成熟香蕉 2 根、顯微鏡 1 台、酒精少許、碘液少許、載玻片數片、蓋玻片數片、數位相機 1 台、培養皿數個、甜度器 1 台、溼度計 1 個、水果刀一把。

註：我們這組所使用的糖度計爲型號 DM-9 手持屈折 Brix 式糖度計。

其原理是利用蔗糖溶液濃度與比重的關係，將浮式比重計改爲不直接讀出比重而直接讀出蔗糖濃度的糖度比重計。



(器材照片)



## 肆、研究過程：

【前置實驗 1】研究香蕉不同部位、個體的差異。

取 3 根未成熟的香蕉分別用甜度器測量頭、中、尾的中心點之甜度，並比較之。

【前置實驗 2】研究市面上已催熟之香蕉甜度及澱粉粒數量。

取 3 根市面上已催熟香蕉之中心點組織，測其甜度及觀察澱粉粒數量。

【實驗一】找出可以將香蕉催熟的物質

- 1.根據資料，在密閉的空間點燃適量不含硫黃的線香，或將香蕉放入米缸中形成密閉空間可催熟香蕉，所以我們選用米、線香當作催熟物質，並放入密閉空間中(密封袋)，以利催熟。
- 2.根據資料，適量的乙烯、乙炔可催熟瓜果，而綻放的花朵所釋放的乙烯量比植物其它部位多。電石接觸水後，會釋放乙炔。所以我們選用綻放中的花朵(杜鵑花)、電石當作催熟物質。
- 3.根據資料顯示，在香蕉成熟時會釋放出大量二氧化碳，所以使用氫氧化鈣溶液吸收空氣中的二氧化碳，降低二氧化碳的濃度，藉此了解二氧化碳濃度對香蕉成熟的影響。
- 4.取六個密封袋，各放入 10 根未成熟的香蕉。
- 5.分別將電石、杜鵑花、米、氫氧化鈣溶液、線香放入其中五個密封袋中，將此六袋置於暗處。
- 6.兩天後每天在 4:00、12:00 及 20:00 每袋各取出一根香蕉中間的中心點果肉，用甜度器觀察、紀錄其甜度，並比較之。
- 7.兩天後，每天 12:00 時取香蕉的中間點組織，先以 95%酒精固定，再滴加碘液觀察其中三個細胞內的澱粉粒數量及形狀，並比較之。

【實驗二】研究溫度對催熟的影響

- 1.每一密封袋各加入 10 根未成熟的香蕉，共放三袋。
- 2.其一放入-4°C 冷凍庫，其二放入 4°C 冷藏室，其三置於室溫 24°C 暗室。
- 3.兩天後，每天在 4:00、12:00 及 20:00 各取出一根香蕉中間中心點組織，用甜度器觀察其甜度，並比較之。

4.兩天後，每天 12:00 時取香蕉的中間點組織，先以 95%酒精固定，再滴加碘液觀察其中三個細胞內的澱粉粒數量及形狀，並比較之。

**【實驗三】研究濕度對香蕉催熟的影響。**

- 1.每一密封袋各加入 10 根香蕉，共放三袋。
- 2.其一放入乾燥劑使密封袋內的溼度為 76%，其二放入濕潤棉花使密封袋內的溼度為 88%，其三作為對照組溼度為 82%。
- 3.兩天後，每天在 4:00、12:00 及 20:00 各取出一根香蕉中間中心點組織，用甜度器觀察其甜度，並比較之。
- 4.兩天後，每天 12:00 時取香蕉的中間點組織，先以 95%酒精固定，再滴加碘液觀察其中三個細胞內的澱粉粒數量及形狀，並比較之。



**【實驗四】研究光線對香蕉催熟的影響 A。**

- 1.每一密封袋各加入 10 根未成熟香蕉，共放六袋。
- 2.其一放入黑暗處，其二不包玻璃紙，其三用紅玻璃紙包住，其四用黃玻璃紙包住，其五用綠玻璃紙包住，其六用藍玻璃紙包住，後面五組置於檯燈下照光。
- 3.兩天後每天 4:00、12:00 及 20:00 各取出一根香蕉中間中心點組織，用甜度器觀察其甜度，並比較之。
- 4.兩天後，每天 12:00 時取香蕉的中心點組織，先以 95%酒精固定，再滴加碘液觀察其中三個細胞內的澱粉粒數量及形狀，並比較之。

**【實驗四】研究光線對香蕉催熟的影響 B。**

- 1.因為 A 部分照光實驗於兩天後才開始觀察，甜度呈現下滑現象，推測可能已錯過香蕉甜度最高時期，所以要補足前兩天的數據。
- 2.A 部分照光實驗可能會受到光線及熱的影響，所以額外加上一組可接受熱但不透光的實驗。
- 3.每一密封袋各加入 10 根未成熟香蕉，共放三袋。
- 4.其一放入黑暗處，其二用黑色不透光紙包住，其三不做任何改變。後兩組置於檯燈下照光。
- 5.每天在 8:00、12:00、16:00 各取出一根香蕉之中心點組織，用甜度器觀察其甜度，並比較之。

**【實驗五】研究其他水果對香蕉催熟的影響。**

- 1.每一密封袋各加入 10 根未成熟香蕉，共放六袋。
- 2.其一放入完整的成熟香蕉，其二放入成熟木瓜，其三放入蓮霧，其四放入柳丁，其五放入受傷的成熟香蕉。
- 3.兩天後，每天在 4:00、12:00 及 20:00 各取出一根香蕉之中心點組織，用甜度器觀察其甜度，並比較之。
- 4.兩天後，每天 12:00 時取香蕉的中心點組織，先以 95%酒精固定，再滴加碘液觀察其中三個細胞內的澱粉粒數量及形狀，並比較之。

**【實驗六】製作一個完善的催熟室。**

1. 將 30 根未成熟香蕉平分置入箱子及密封罐。

- 兩箱皆放入點燃的線香、濕棉花，並且直接用台燈照光。
- 每天在 12:00、18:00、0:00、6:00 各取出一根香蕉中間中心點組織，用甜度器觀察其甜度，並比較之。

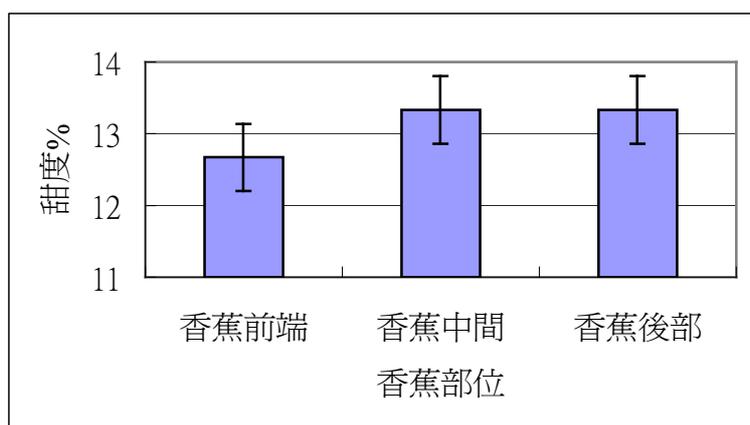
## 伍、研究結果：

【前置實驗 1】研究香蕉不同部位、個體的差異。

(表一)香蕉不同部位甜度的差異(甜度指數，單位：%)

	香蕉一	香蕉二	香蕉三	平均	誤差
香蕉前端	13	13	12	12.70	0.47
香蕉中間	13	13	14	13.30	0.47
香蕉後部	13	13	14	13.30	0.47
平均	13.00	13.00	13.30		
誤差	0.00	0.00	0.94		

(圖一) 香蕉不同部位的甜度差異



依本實驗結果(表一)發現：

- 每一香蕉個體前、中、後區段的甜度沒有顯著差異。
- 實驗前同一批同一區段香蕉的甜度，彼此間沒有顯著差異。
- 不同個體香蕉中心點的甜度誤差小，所以取此處當作觀察組織。

【前置實驗 2】研究市面上已催熟之香蕉甜度及澱粉粒數量。

(表二) 市面上已催熟之香蕉甜度

	香蕉一	香蕉二	香蕉三	平均	誤差
香蕉甜度	20	21	18	19.67	1.53
香蕉澱粉粒	9	9	10	9.33	0.58

(圖二) 市面上已催熟之香蕉澱粉粒照片



【實驗一】找出可以將香蕉催熟的物質。

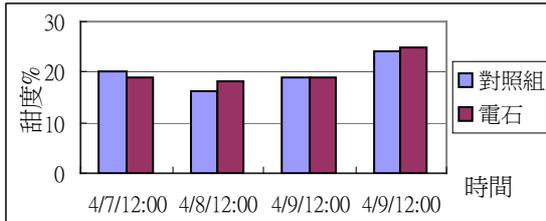
(表三)不同物質對香蕉甜度的影響

	對照組	電石	花	米	氫氧化鈣	線香
4/7/12:00	20	19	15	13	17	24
4/8/12:00	16	18	21	16		26
4/9/12:00	19	19	22	23	21	27
4/10/12:00	24	25	20	25	23	25

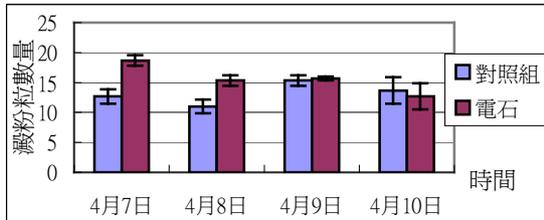
(表四)不同物質對香蕉細胞內澱粉粒數目變化的影響

		對照組	電石	花	米	氫氧化鈣	線香
4/7	樣本一	11	19	17	20	16	9
	樣本二	12	20	20	18	18	11
	樣本三	15	17	20	18	19	12
	平均	12.67	18.67	19.00	18.67	17.67	10.67
	誤差	1.20	0.88	1.00	0.67	0.88	0.88
4/8	樣本一	11	17	19	18	14	8
	樣本二	13	14	16	21	13	8
	樣本三	9	15	15	20	18	10
	平均	11.00	15.33	16.67	19.67	15.00	8.67
	誤差	1.15	0.88	1.20	0.88	1.53	0.67
4/9	樣本一	14	15	17	11	12	7
	樣本二	15	16	13	12	14	6
	樣本三	17	16	17	12	13	8
	平均	15.33	15.67	15.67	11.67	13.00	7.00
	誤差	0.88	0.33	2.30	0.33	0.58	0.58
4/10	樣本一	11	10		16	12	8
	樣本二	18	17	20	13	14	9
	樣本三	12	11	16	15	15	7
	平均	13.67	12.67	18.00	14.67	13.67	8.00
	誤差	2.19	2.19	2.83	0.88	0.88	0.58

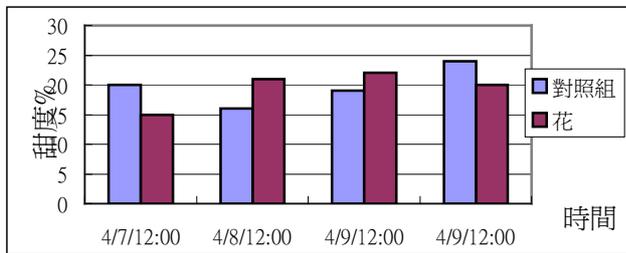
(圖三) 對照組和電石組甜度變化比較圖



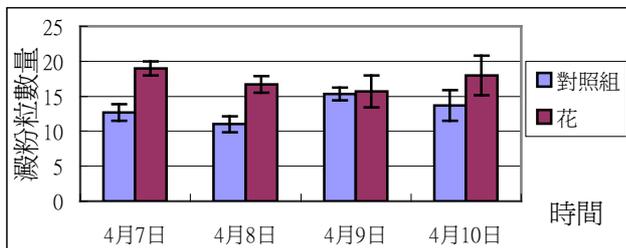
(圖四) 對照組和電石組澱粉粒變化比較圖



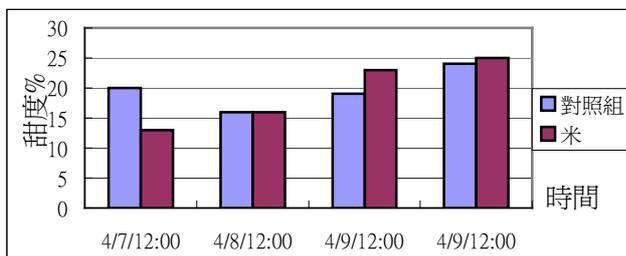
(圖五) 對照組和花組甜度變化比較圖



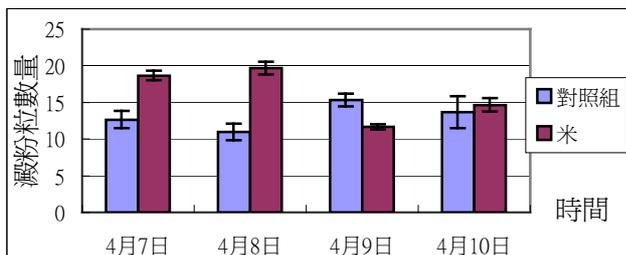
(圖六) 對照組和花組澱粉粒變化比較圖



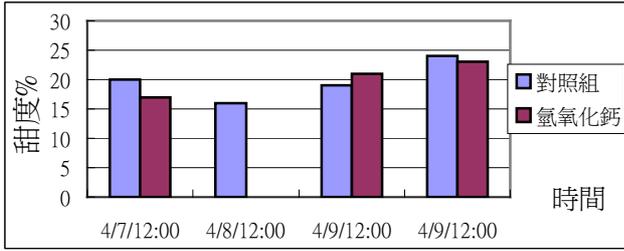
(圖七) 對照組和米組甜度變化比較圖



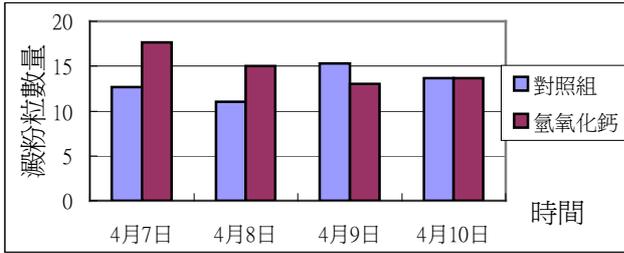
(圖八) 對照組和米組澱粉粒變化比較圖



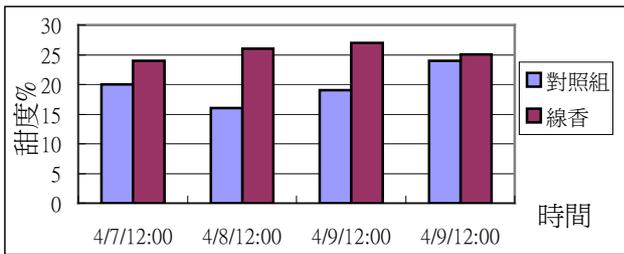
(圖九)對照組和氫氧化鈣組甜度變化比較圖



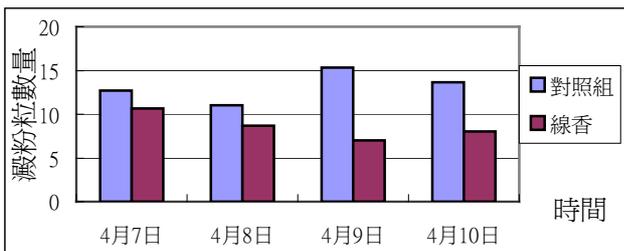
(圖十)對照組和氫氧化鈣組澱粉粒變化比較圖



(圖十一) 對照組和線香組甜度變化比較圖



(圖十二) 對照組和線香組澱粉粒變化比較圖





(圖十三)實驗照片

- 冷凍：果皮表面呈墨綠色，結霜
- 開放：果皮表面呈亮黃色
- 線香：果皮表面呈黃綠色，帶黑斑
- 對照：果皮表面呈淺黃色
- 米：果皮表面呈黃色，帶綠
- 蘋果：果皮表面呈黃綠色，帶黑斑
- 冰箱：果皮表面呈黃褐色
- 乾燥：果皮表面呈綠色，帶大塊黑斑
- 潮濕：果皮表面呈黃色
- 氫氧化鈣：果皮表面呈淺黃色
- 電石：果皮表面呈黑色，帶綠，表面有電石粉末
- 花：果皮表面呈黃色，帶黑斑

依本實驗結果(表三)、(表四)、(圖三)~(圖十三)得知：

1. 電石組、米組和線香組的香蕉甜度較對照組高，但是電石組的香蕉果皮灰黑且有乙炔的噎味，而米組的香蕉所需成本較高、空間較大，所以採用線香組當催熟香蕉的較好物質。
2. 和對照組相較，花組和氫氧化鈣組的香蕉甜度較低，因此不適合用來當催熟香蕉的物質。

**【實驗二】研究溫度對香蕉催熟的影響。**

(表五)溫度對香蕉甜度變化的影響

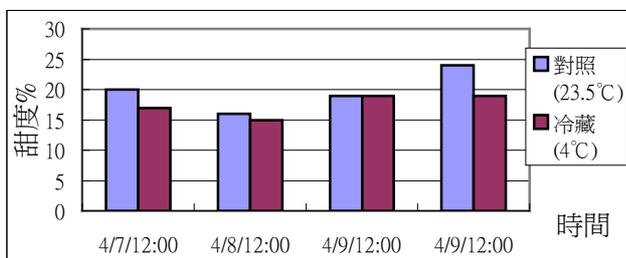
	對照(23.5°C)	冷藏(4°C)	冷凍(-4°C)
4/7/12:00	20	17	12
4/8/12:00	16	15	12
4/9/12:00	19	19	13
4/9/12:00	24	19	18

(表六)溫度對香蕉澱粉粒數目變化的影響

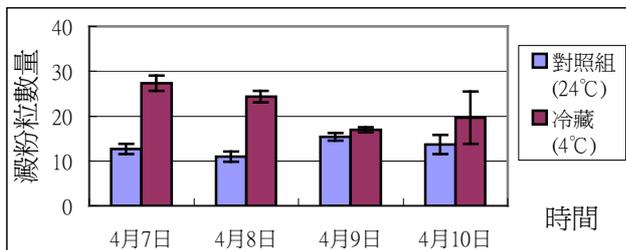
		對照組(24°C)	冷藏(4°C)	冷凍(-4°C)
4/7	樣本一	11	30	14
	樣本二	12	24	13
	樣本三	15	28	13
	平均	12.67	27.33	13.33
	誤差	1.20	1.76	0.33
4/8	樣本一	11	23	13
	樣本二	13	27	13
	樣本三	9	23	15
	平均	11.00	24.33	13.67

	誤差	1.15	1.33	0.67
4/9	樣本一	14	17	18
	樣本二	15	18	19
	樣本三	17	16	16
	平均	15.33	17.00	17.67
	誤差	0.88	0.58	0.88
4/10	樣本一	11	9	11
	樣本二	18	29	12
	樣本三	12	21	14
	平均	13.67	19.67	12.33
	誤差	2.19	5.81	0.88

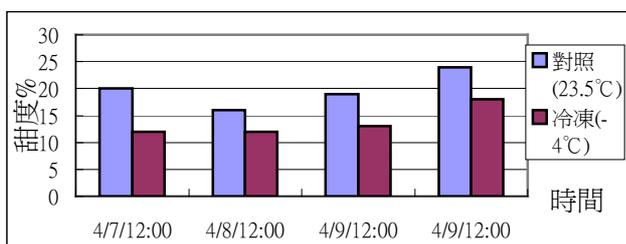
(圖十四) 對照組和冷藏組甜度變化比較圖



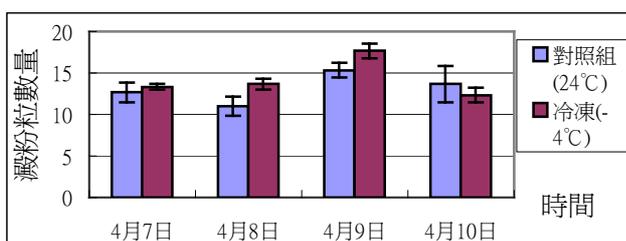
(圖十五) 對照組和冷藏組澱粉粒變化比較圖



(圖十六) 對照組和冷凍組甜度變化比較圖



(圖十七) 對照組和冷凍組澱粉粒變化比較圖



由本實驗得知：

1. 冷藏組和冷凍組的香蕉甜度都遠較於對照組低，所以未熟的香蕉不宜放入冰箱中待熟。
2. 冷凍組和冷藏組的香蕉表皮呈紫色、回溫後果肉會變軟。

【實驗三】研究濕度對香蕉催熟的影響。

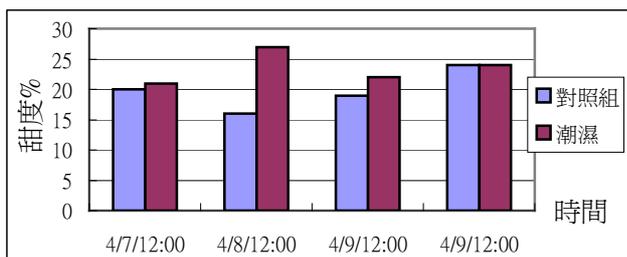
(表七) 溼度對香蕉甜度變化的影響

	潮濕組 88%	對照組 82%	乾燥組 76%
4/7/12:00	21	20	19
4/8/12:00	27	16	15
4/9/12:00	22	19	18
4/9/12:00	24	24	22

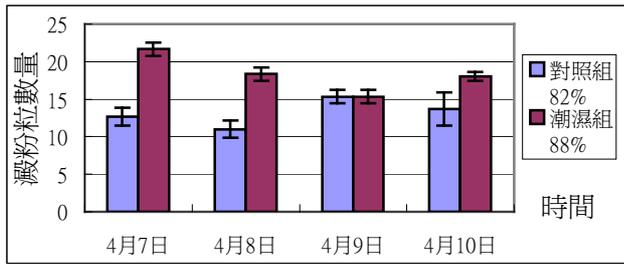
(表八) 溼度對香蕉果肉細胞澱粉粒數目變化的影響

		潮濕組 88%	對照組 82%	乾燥組 76%
4/7	樣本一	23	11	14
	樣本二	22	12	13
	樣本三	20	15	14
	平均	21.67	12.67	13.67
	誤差	0.88	1.20	0.33
4/8	樣本一	17	11	12
	樣本二	20	13	13
	樣本三	18	9	12
	平均	18.33	11.00	12.33
	誤差	0.88	1.15	0.33
4/9	樣本一	14	14	11
	樣本二	15	15	14
	樣本三	17	17	13
	平均	15.33	15.33	12.67
	誤差	0.88	0.88	0.88
4/10	樣本一	18	11	9
	樣本二	19	18	12
	樣本三	17	12	11
	平均	18.00	13.67	10.67
	誤差	0.58	2.19	0.88

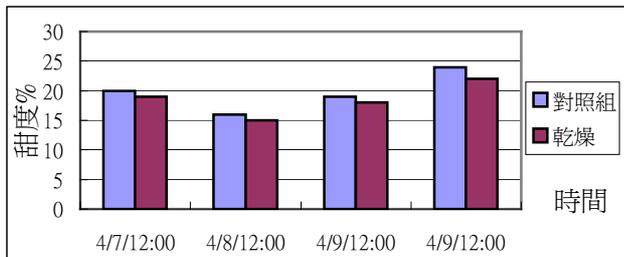
(圖十八) 對照組和潮濕組甜度變化較圖



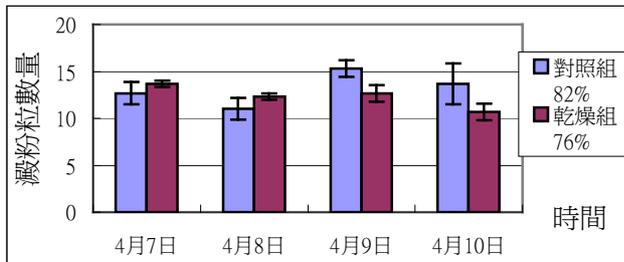
(圖十九) 對照組和潮濕組澱粉粒變化較圖



(圖二十) 對照組和乾燥組甜度變化比較圖



(圖二十一) 對照組和乾燥組澱粉粒變化比較圖



由本實驗結果得知：

1. 溼度較高的環境可以加快香蕉成熟。
2. 較乾燥的環境會使香蕉變質：果皮變黑、變韌，較難切，果肉變軟，甜度較低。

【實驗四】研究光線對香蕉催熟的影響 A。

(表九) 光線對香蕉甜度變化的影響

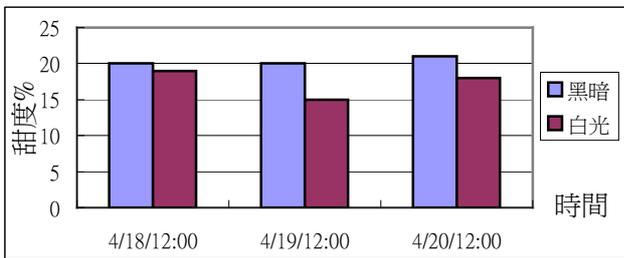
	黑暗	白光	紅光	黃光	綠光	藍光
4/18/12:00	20	19	22	19	19	19
4/19/12:00	20	15	15	17	15	15
4/20/12:00	21	18	17	16	15	16

(表十) 光線對香蕉果肉細胞澱粉粒數目變化的影響

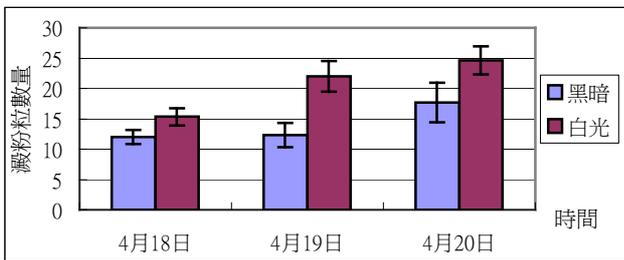
		黑暗	白光	紅光	黃光	綠光	藍光
4/18	樣本一	12	15	23	13	17	12
	樣本二	10	18	20	12	15	13
	樣本三	14	13	24	17	17	15
	平均	12.00	15.33	22.33	14.00	16.33	13.33

	誤差	1.15	1.45	1.20	1.53	0.67	0.88
4/19	樣本一	12	20	26	20	22	23
	樣本二	9	19	23	24	20	25
	樣本三	16	27	27	22	25	28
	平均	12.33	22.00	25.33	22.00	22.33	25.33
	誤差	2.03	2.52	1.20	1.15	1.45	1.45
4/20	樣本一	16	24	12	17	24	23
	樣本二	24	21	15	17	22	18
	樣本三	13	29	11	21	23	19
	平均	17.67	24.67	12.67	18.33	23.00	20.00
	誤差	3.28	2.33	1.20	1.33	0.58	1.53

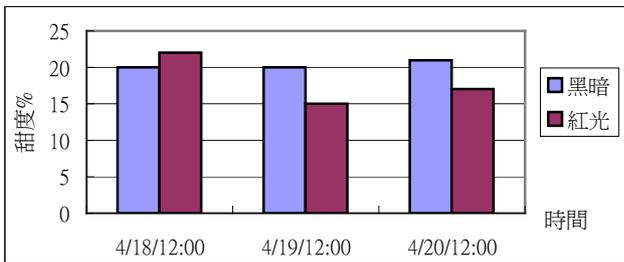
(圖二十二) 黑暗和白光甜度變化比較圖



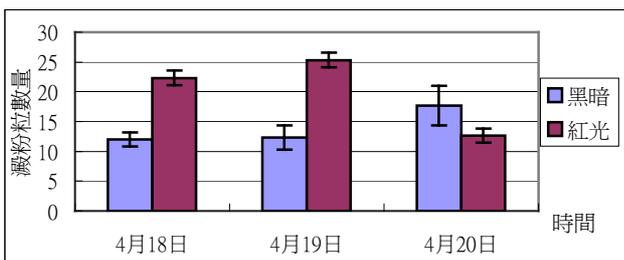
(圖二十三) 黑暗和白光澱粉粒變化比較圖



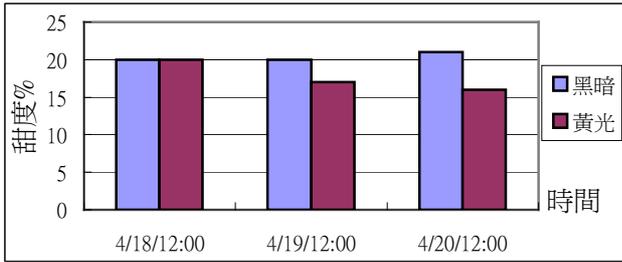
(圖二十四) 黑暗和紅光甜度變化比較圖



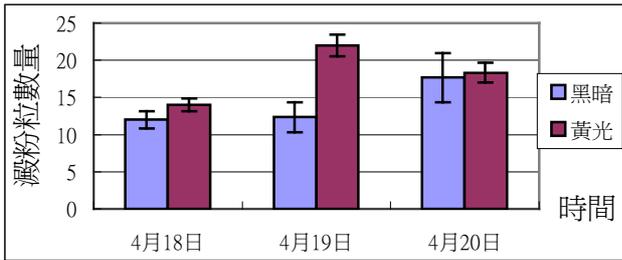
(圖二十五) 黑暗和紅光澱粉粒變化比較圖



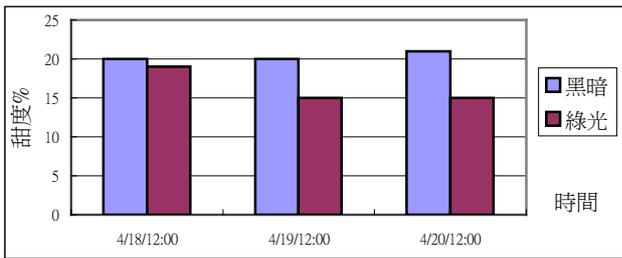
(圖二十六) 黑暗和黃光甜度變化比較圖



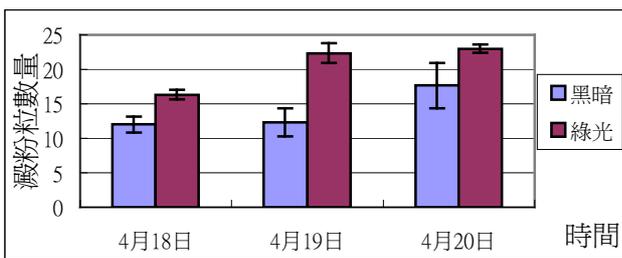
(圖二十七) 黑暗和黃光澱粉粒變化比較圖



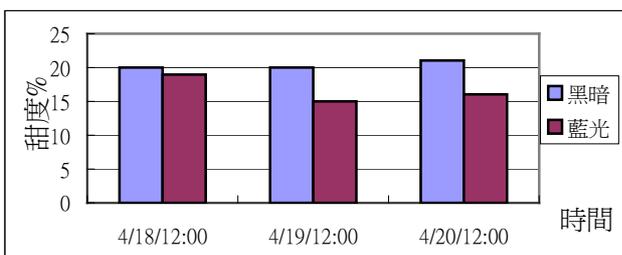
(圖二十八) 黑暗和綠光甜度變化比較圖



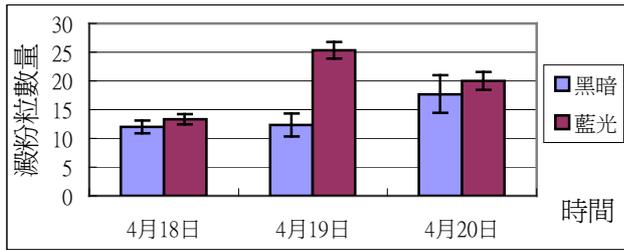
(圖二十九) 黑暗和綠光澱粉粒變化比較圖



(圖三十) 黑暗和藍光甜度變化比較圖



(圖三十一) 黑暗和藍光澱粉粒變化比較圖



(圖三十二)實驗實況



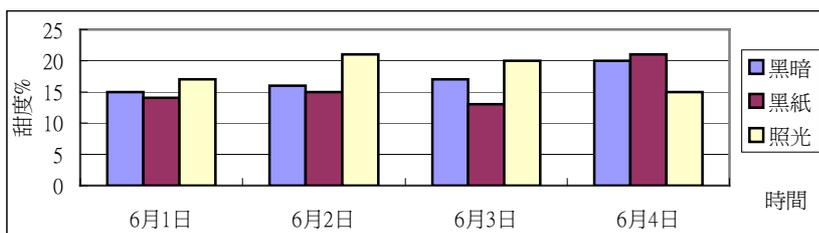
第一天、第二天所有照光香蕉果皮皆呈黃色，但第三天後，照光香蕉的果皮開始轉黑、破裂，黑斑擴大，並流出汁液。

【實驗四】研究光線對香蕉催熟的影響 B。

(表十一) 光與熱對香蕉甜度變化的影響

	黑暗(28°C)	黑紙(30°C)	照光(30°C)
6月1日	15	14	17
6月2日	16	15	21
6月3日	17	13	20
6月4日	20	21	15

(圖三十三) 光與熱對香蕉甜度變化的影響



由本實驗結果得知：

1. 照各種色光的香蕉成熟後甜度隨即下降，而黑暗組則維持成熟的甜度。01
2. 紅光組較其他照光或黑暗組成熟快，而紅光的光波接近紅外線，推測香蕉的成熟與光產生的熱有很大的關係。
3. 照光組的光與熱可使香蕉快速成熟，但照到第四天甜度下降。
4. 黑紙組的熱可使香蕉較黑暗組快成熟，但卻比照光組慢。
5. 光與熱皆可使香蕉較快成熟，但照光過久卻會使甜度下降。

【實驗五】研究其他水果對香蕉催熟的影響。

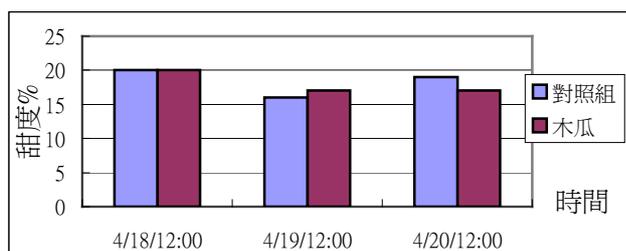
(表十二) 其他已成熟水果對香蕉甜度變化的影響

	對照組	木瓜	蓮霧	柳丁	蘋果
4/18/12:00	20	20	19	21	13
4/19/12:00	16	17	17	18	14
4/20/12:00	19	17	18	19	23

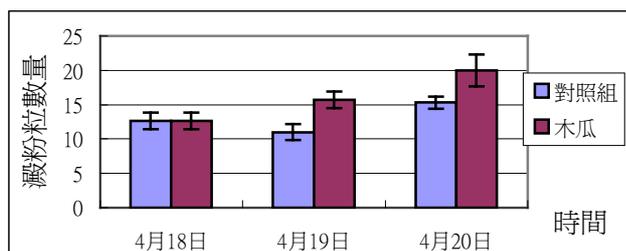
(表十三) 其他已成熟水果對香蕉果肉細胞內澱粉粒的影響

		對照組	木瓜	蓮霧	柳丁	蘋果
4/18	樣本一	11	12	10	13	19
	樣本二	12	11	12	12	15
	樣本三	15	15	9	13	20
	平均	12.67	12.67	10.33	12.67	18.00
	誤差	1.20	1.20	0.88	0.33	1.53
4/19	樣本一	11	14	12	13	15
	樣本二	13	15	13	16	17
	樣本三	19	18	15	17	18
	平均	11.00	15.67	13.33	15.33	16.67
	誤差	1.15	1.20	0.88	1.20	0.88
4/20	樣本一	14	20	20	10	15
	樣本二	17	16	14	12	18
	樣本三	15	24	15	9	16
	平均	15.33	20.00	16.33	10.33	16.33
	誤差	0.88	2.31	1.86	0.88	0.88

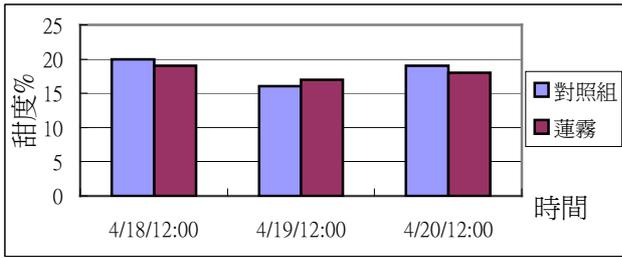
(圖三十四) 對照組和木瓜甜度變化比較圖



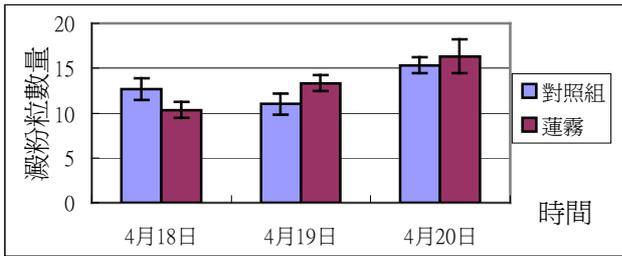
(圖三十五) 對照組和木瓜澱粉粒變化比較圖



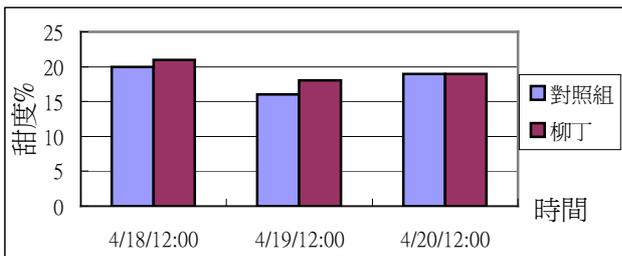
(圖三十六) 對照組和蓮霧甜度變化比較圖



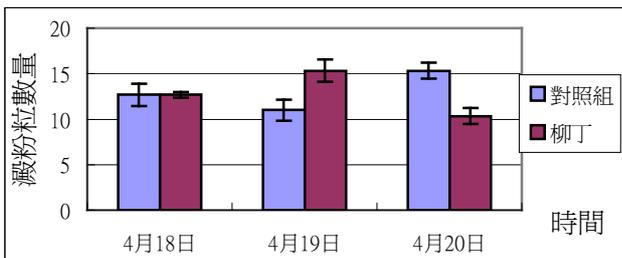
(圖三十七) 對照組和蓮霧澱粉粒變化比較圖



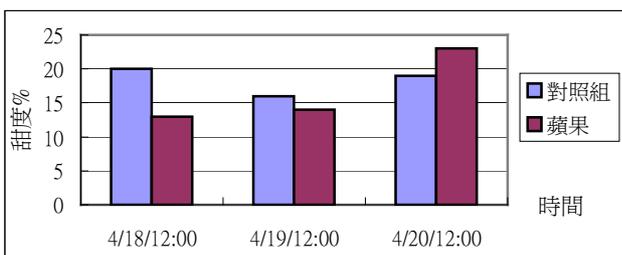
(圖三十八) 對照組和柳丁甜度變化比較圖



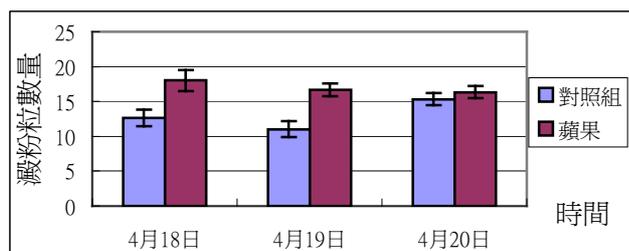
(圖三十九) 對照組和柳丁澱粉粒變化比較圖



(圖四十) 對照組和蘋果甜度變化比較圖



(圖四十一) 對照組和蘋果澱粉粒變化比較圖



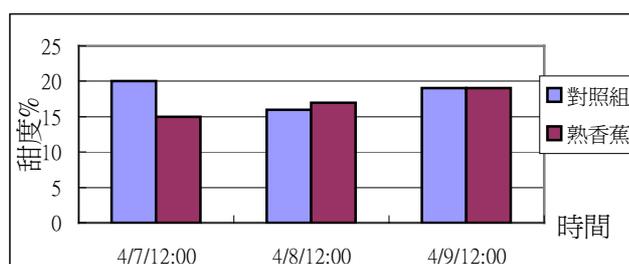
(表十四)不同狀態的香蕉對其成熟過程甜度變化的影響

	對照組	熟香蕉	受傷香蕉
4/18/12:00	20	15	15
4/19/12:00	16	17	19
4/20/12:00	19	19	15

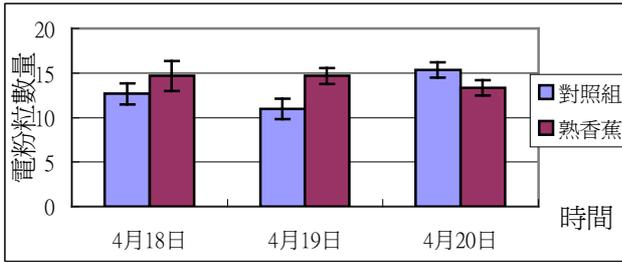
(表十五) 不同狀態的香蕉對其成熟過程澱粉粒數量變化的影響

		對照組	熟香蕉	受傷香蕉
4/18	樣本一	11	18	15
	樣本二	12	13	10
	樣本三	15	13	14
	平均	12.67	14.67	13.00
	誤差	1.20	1.67	1.53
4/19	樣本一	11	15	18
	樣本二	13	16	17
	樣本三	9	13	16
	平均	11.00	14.67	17.00
	誤差	1.15	0.88	0.58
4/20	樣本一	14	15	11
	樣本二	15	12	8
	樣本三	17	13	9
	平均	15.33	13.33	9.33
	誤差	0.88	0.88	0.88

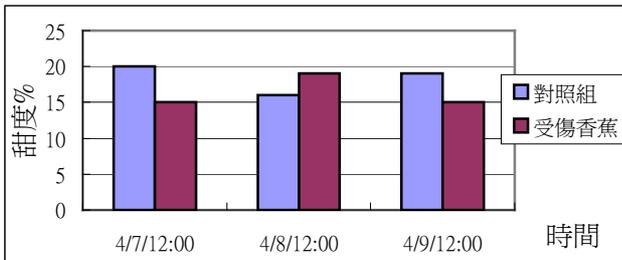
(圖四十二)對照組和熟香蕉甜度變化比較圖



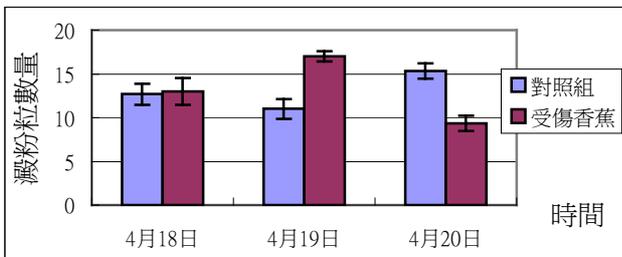
(圖四十三)對照組和熟香蕉澱粉粒變化比較圖



(圖四十四) 對照組和受傷香蕉甜度變化比較圖



(圖四十五) 對照組和受傷香蕉澱粉粒變化比較圖



由本實驗發現：

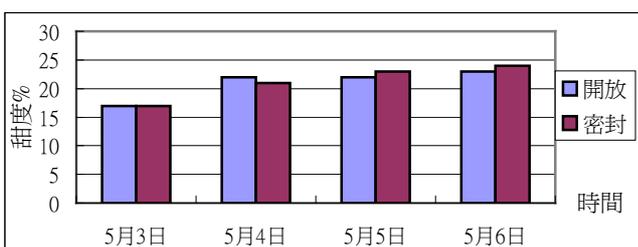
1. 已成熟香蕉及受傷香蕉對香蕉成熟過程沒有顯著影響。
2. 水果較不適宜用於香蕉催熟。

**【實驗六】做一個完善的催熟室**

(表十六)香蕉置於不同催熟室內甜度的變化

	開放	密封
5/3 18:00	17	17
5/4 18:00	22	21
5/5 18:00	22	23
5/6 18:00	23	24

(圖四十六)甜度變化趨勢圖



由本實驗發現：

1. 置於密封催熟室的香蕉所測的甜度較開放的香蕉高。
2. 完善的香蕉催熟環境應於室溫下的密閉空間內置入點燃的線香、濕棉花並照光。

## 陸、研究討論



【一】為什麼選用香蕉做為研究對象：

1. 香蕉成熟度較易從外表判別。
2. 香蕉廉價便宜、市面流通廣。
3. 香蕉大多採無性繁殖，基因相似。
4. 同一母體的香蕉數量多。
5. 與其他水果比起來，香蕉較易測量甜度。
6. 香蕉易觀察澱粉粒。

【二】香蕉催熟的過程中通常有以下幾點變化：

1. 甜度變高
2. 表皮變黃
3. 澱粉粒數量變少
4. 果肉變軟

【三】香蕉澱粉粒數量變化和甜度的關係

根據所有實驗數據，以 Microsoft Excel 分析澱粉粒及甜度的關係，得到相關係數是  $-0.3156$ ，即中度負相關。以澱粉粒數量當作 Y 軸數據，甜度指數當作 X 軸數據，則回歸曲線是：

$$Y = -0.3695 X + 22.978$$

即澱粉粒越多，甜度越低；澱粉粒越少，甜度越高。因為香蕉成熟後，可能促使澱粉酶將澱粉粒分解為糖，故果肉內澱粉粒數目越少，甜度越高；澱粉粒越多，甜度越低。

【四】香蕉表皮顏色變化和什麼有關係

1. 依實驗結果發現開放組的香蕉表皮顏色較密閉組黃，由此可推測香蕉表皮顏色與空氣成分有關。
2. 照光過久的香蕉表皮呈黑色，推測是光線的反應促使香蕉果皮顏色發生變化。

【五】為什麼照光香蕉表皮變黑、果肉變質

1. 光線太強，細胞會壞死。
2. 過度的光線，釋放的能量過強，會促使果肉變質。

【六】溫度對香蕉成熟的影響

1. 較高的溫度（約  $30^{\circ}\text{C}$ ）可以促使香蕉的酵素活性高，而加快成熟速度。
2. 香蕉不能耐低溫，低溫時香蕉表皮細胞組織會凍傷，呈紫色。

### 【七】催熟環境是否會影響香蕉的品質

1. 香蕉放入夾鏈袋後，隔一段時間，香蕉會產生水氣。可能因為水氣的影響，使微生物大量繁殖，導致幾天後再打開夾鏈袋的時候，會聞到酸酸的味道。
2. 在夾鏈袋中放入電石的香蕉，可能因為電石起反應後產生煙，將香蕉果皮燻成黑的且帶有灰色粉粒。
3. 照射日光時間長久的香蕉，果皮易變黑。可能是因為植物的呼吸作用過為旺盛，故產生香蕉局部過濕，微生物的繁殖寄生，造成香蕉表面的很黑。

### 【八】光線對香蕉成熟的影響

1. 香蕉照光會受到光與熱的影響。
2. 香蕉照光會使甜度快速升高，但隨即下降。
3. 香蕉受到光的熱也會使甜度較快上升。

### 【九】溼度對香蕉成熟的影響

1. 溼度較高的環境可以加快香蕉成熟。
2. 較乾燥的環境會使香蕉變質：果皮變黑、變韌，較難切，果肉變軟，甜度較低。

### 【十】完善又合乎經濟效益的香蕉催熟環境應具備哪些條件

1. 密閉空間內
2. 置入點燃的線香
3. 照光
4. 溼度高

### 【十一】如何減少誤差值

1. 取更多的數據作平均值。
2. 取同一來源的香蕉：同一棵植株、同一串的香蕉。
3. 每根香蕉測量甜度的位置要一致。



## 柒、結論：

- 【一】線香是本組所發現效果最好又合乎經濟效益的催熟劑。
- 【二】置於-4~30℃中的香蕉，溫度越高，香蕉成熟的速度越快。
- 【三】溼度較高的環境，香蕉較易熟。
- 【四】光線照射下的香蕉熟的很快，尤其是紅光反應最為明顯。
- 【五】在同樣條件下，香蕉於密閉空間比開放空間的催熟效果好。
- 【六】完善又合乎經濟效益的香蕉催熟環境應在密閉空間中，置入點燃線香及濕棉花並照光。
- 【七】香蕉甜度越高，澱粉粒數量越少。

## 捌、參考文獻：

1. 王文中，統計學與 Excel 資料分析之實習應用，2003 二月四版五刷，資料文書處理，p281-291 p399-408
2. 王孟亮，科學月刊，1982 年 157 期卷 8，乙烯-結構最簡單的植物激素，p58-61
3. 趙逸文 等，自然與生活科技 2，2003 年 1 月出版，p81-82
4. 廖瑞銘，大不列顛百科全書，1987 年，16 集，香蕉，p161-162
5. <http://140.122.143.143/doc/list.htm> 歷屆科展網頁：香蕉後熟的實驗
6. <http://www.heyuan.gov.cn/nongye/shuiguo/A040104xiangj-zp70.htm> 香蕉對溫度有何要求，香蕉對水分的要求怎樣
7. <http://www.efruit.com.cn/xjw/chcl/xjcsff.htm> 香蕉催熟的方法
8. <http://ceiba.cc.ntu.edu.tw/Postharvest/lab/exp5-content.htm> 香蕉的催熟
9. <http://www.efruit.com.cn/xjw/100w/100w85.htm> 怎樣才能催熟出鮮黃優質高檔的香蕉？
10. [http://www.chinabdh.com/nykj/particular.asp?INFORM\\_ID=1232](http://www.chinabdh.com/nykj/particular.asp?INFORM_ID=1232) 香蕉的採收、貯藏和運輸

## 玖、未來展望：

1. 做出完善的催熟室後，希望能將其應用擴大至其他植物上。
2. 希望能將此催熟室廣泛推廣，使大家都能再家中自製簡易催熟室。

## 拾、附錄

【實驗一】找出可以將香蕉催熟的物質。

(表一)不同物質對香蕉甜度的影響

	對照組	電石	花	米	氫氧化鈣	線香
4/7/12:00	20	19	15	13	17	24
4/7/20:00	12	19	22	14	17	17
4/8/04:00	19	17	20	14	17	25

4/8/12:00	16	18	21	16		26
4/8/20:00	22	18	17	22	20	17
4/9/04:00	17	20	17	20	15	25
4/9/12:00	19	19	22	23	21	27
4/9/20:00	23	25	15	22	23	22
4/10/04:00	24	24	17	22	23	24
4/9/12:00	24	25	20	25	23	25

(表二)不同物質對香蕉果肉細胞澱粉粒數目變化的影響

		電石	線香	對照組	花	米
4/7	樣本一	19	9	11	17	20
	樣本二	20	11	12	20	18
	樣本三	17	12	15	20	18
	平均	18.67	10.67	12.67	19.00	18.67
	誤差	0.88	0.88	1.20	1.00	0.67
4/8	樣本一	17	8	11	19	18
	樣本二	14	8	13	16	21
	樣本三	15	10	9	15	20
	平均	15.33	8.67	11.00	16.67	19.67
	誤差	0.88	0.67	1.15	1.20	0.88
4/9	樣本一	15	7	14	17	11
	樣本二	16	6	15	13	12
	樣本三	16	8	17	17	12
	平均	15.67	7.00	15.33	15.67	11.67
	誤差	0.33	0.58	0.88	2.30	0.33
4/10	樣本一	10	8	11		16
	樣本二	17	9	18	20	13
	樣本三	11	7	12	16	15
	平均	12.67	8.00	13.67	18.00	14.67
	誤差	2.19	0.58	2.19	2.83	0.88

【實驗二】研究溫度對香蕉催熟的影響。

(表三)溫度對香蕉甜度變化的影響

	對照(23.5°C)	冷凍(-4°C)	冰箱(4°C)
4/7/12:00	20	12	17
4/8/12:00	16	12	15
4/9/12:00	19	13	19
4/9/12:00	24	18	19

(表四)溫度對香蕉果肉細胞澱粉粒數目變化的影響

		對照組(24°C)	冷凍庫(-4°C)	冰箱(4°C)
4/7	樣本一	11	14	30
	樣本二	12	13	24
	樣本三	15	13	28
	平均	12.67	13.33	27.33
	誤差	1.20	0.33	1.76
4/8	樣本一	11	13	23
	樣本二	13	13	27
	樣本三	9	15	23
	平均	11.00	13.67	24.33
	誤差	1.15	0.67	1.33
4/9	樣本一	14	18	17
	樣本二	15	19	18
	樣本三	17	16	16
	平均	15.33	17.67	17.00
	誤差	0.88	0.88	0.58
4/10	樣本一	11	11	9
	樣本二	18	12	29
	樣本三	12	14	21
	平均	13.67	12.33	19.67
	誤差	2.19	0.88	5.81

【實驗三】研究濕度對催熟的影響。

(表五)溫度對香蕉甜度變化的影響

	對照	濕	乾燥
4/7/12:00	20	21	19
4/7/20:00	12	20	19
4/8/04:00	19	22	20
4/8/12:00	16	27	15
4/8/20:00	22	23	23
4/9/04:00	17	24	24
4/9/12:00	19	22	18
4/9/20:00		22	18
4/10/04:00	24	23	23
4/9/12:00	24	24	22

(表六) 溫度對香蕉果肉細胞澱粉粒數目變化的影響

		對照組	乾燥	潮濕
4/7	樣本一	11	14	23
	樣本二	12	13	22
	樣本三	15	14	20
	平均	12.67	13.67	21.67
	誤差	1.20	0.33	0.88
4/8	樣本一	11	12	17
	樣本二	13	13	20
	樣本三	9	12	18
	平均	11.00	12.33	18.33
	誤差	1.15	0.33	0.88
4/9	樣本一	14	11	14
	樣本二	15	14	15
	樣本三	17	13	17
	平均	15.33	12.67	15.33
	誤差	0.88	0.88	0.88
4/10	樣本一	11	9	18
	樣本二	18	12	19
	樣本三	12	11	17
	平均	13.67	10.67	18.00
	誤差	2.19	0.88	0.58

【實驗四】研究光線對香蕉催熟的影響。

(表七) 光線對香蕉甜度變化的影響

	白光	不照光	紅光	藍光	綠光	黃光
4/7/12:00	20	20	22	19	19	20
4/7/20:00	12	16	21	17	20	19
4/8/04:00	19	17	19	20	15	19
4/8/12:00	16	20	15	15	15	17
4/8/20:00	22	13	16	15	16	15
4/9/04:00	17	17	14	16	17	16
4/9/12:00	19	21	17	16	15	16
4/9/20:00		18	21	15	15	15
4/10/04:00	24	19	17	15	15	15

(表八) 光線對香蕉果肉細胞澱粉粒數目變化的影響

		白光	不照光	照光	紅光	藍光	綠光	黃光
4/7	樣本一	11	12	15	23	12	17	13
	樣本二	12	10	18	20	13	15	12
	樣本三	15	14	13	24	15	17	17
	平均	12.67	12.00	15.33	22.33	13.33	16.33	14.00
	誤差	1.20	1.15	1.45	1.20	0.88	0.67	1.53
4/8	樣本一	11	12	20	26	23	22	20
	樣本二	13	9	19	23	25	20	24
	樣本三	9	16	27	27	28	25	22
	平均	11.00	12.33	22.00	25.33	25.33	22.33	22.00
	誤差	1.15	2.03	2.52	1.20	1.45	1.45	1.15
4/9	樣本一	14	16	24	12	23	24	17
	樣本二	15	24	21	15	18	22	17
	樣本三	17	13	29	11	19	23	21
	平均	15.33	17.67	24.67	12.67	20.00	23.00	18.33
	誤差	0.88	3.28	2.33	1.20	1.53	0.58	1.33

(表九) 光與熱對香蕉甜度變化的影響

	黑暗	黑紙	照光
6月1日 16:00	15	14	17
6月2日 8:00	17	19	11
6月2日 12:00	14	16	10
6月2日 16:00	16	15	21
6月3日 8:00	16	17	19
6月3日 12:00	15	12	18
6月3日 16:00	17	13	20
6月4日 8:00	18	17	19
6月4日 12:00	19	16	17
6月4日 16:00	20	21	15

【實驗五】研究其他水果對香蕉催熟的影響。

(表九) 其他已成熟水果對香蕉甜度變化的影響

	對照	熟香蕉	木瓜	蓮霧	柳丁	受傷香蕉	蘋果
4/7/12:00	20	15	20	19	21	15	13
4/7/20:00	12	19	17	21	20	20	14
4/8/04:00	19	20	17	19	19	19	14
4/8/12:00	16	17	17	17	18	19	14
4/8/20:00	22	17	18	20	18	15	22

4/9/04:00	17	18	17	19	18	15	20
4/9/12:00	19	19	17	18	19	15	23
4/9/20:00	24	20	17	17	18	15	22
4/10/04:00	24	19	19	18	17	20	22

(表十) 其他已成熟水果對香蕉果肉細胞內澱粉粒數目變化的影響

		對照組	蘋果	熟香蕉	木瓜	蓮霧	柳丁	受傷香蕉
4/18	樣本一	11	19	18	12	10	13	15
	樣本二	12	15	13	11	12	12	10
	樣本三	15	20	13	15	9	13	14
	平均	12.67	18.00	14.67	12.67	10.33	12.67	13.00
	誤差	1.20	1.53	1.67	1.20	0.88	0.33	1.53
4/19	樣本一	11	15	15	14	12	13	18
	樣本二	13	17	16	15	13	16	17
	樣本三	9	18	13	18	15	17	16
	平均	11.00	16.67	14.67	15.67	13.33	15.33	17.00
	誤差	1.15	0.88	0.88	1.20	0.88	1.20	0.58
4/20	樣本一	14	15	15	20	20	10	11
	樣本二	15	18	12	16	14	12	8
	樣本三	17	16	13	24	15	9	9
	平均	15.33	16.33	13.33	20.00	16.33	10.33	9.33
	誤差	0.88	0.88	0.88	2.31	1.86	0.88	0.88

【實驗六】製作一個完善的催熟室。

(表十一) 香蕉置於不同催熟室內甜度的變化

	開放	密封
5/3 18:00	17	17
5/4 0:00	18	21
5/4 6:00	22	21
5/4 12:00	22	23
5/4 18:00	22	21
5/5 0:00	22	24
5/5 6:00	22	23
5/5 12:00	23	23
5/5 18:00	22	23
5/6 0:00	23	23
5/6 6:00	23	24
5/6 12:00	23	22
5/6 18:00	23	24
5/7 0:00	23	25
5/7 6:00	23	23

## 評語

以科學方法完整探討實際生活中碰到的例子，朝量化的方式解釋香蕉成熟的過程，可推廣於其它水果相同處理模式，解說能力很好。