

臺北市第 51 屆中小學科學展覽會

作品說明書封面

科 別：生活與應用科學科(環保與民生)

組 別：國小組

作品名稱：香蕉戳戳樂

關鍵詞：香蕉、刺青、氧化(最多 3 個)

編 號：





大家好，我是四年三班的林君翰，今年10歲。我的英文名字是Jason，我的星座是天秤座，我的興趣是看書、吃東西、打電動、打球和睡覺，我最喜歡的顏色是藍色。

我們做的實驗是「香蕉戳戳樂」,實驗過程中我們遇到了一些問題：一開始，我們只能用眼睛觀察，所以會有誤差；之後，隊友爸爸建議我們運用繪圖軟體將圖片以灰階的方式來表示，才讓實驗更為精確。因為拍照時間較密集且容易產生拍照角度等之誤差，所以我們後來採取的方法係以腳架固定並用攝影的方式記錄變化，使最終轉換完成之灰階值較為準確。

從這次科展，我學到了如何使用繪圖軟體、用電腦打報告、還有做實驗的方法、分工合作的重要性等，這次科展真是讓我收穫很多。



大家好，我是江恩宇，綽號是江圈恩。我喜歡的顏色是藍色，興趣是看書，最喜歡的運動是跆拳道。我的生日是 96 年 9 月 17 日，星座是處女座。

我們這次的科展研究主題是香蕉戳戳樂。我們在選擇科展的實驗題目時遇到了一些問題。如：不知道要以什麼東西為題材。幸好老師推薦幾個題目給我們。經過一番討論後，決定以香蕉戳戳樂為科展的實驗題目。

最近幾年香蕉的產量很多。而且經常過剩，所以我們想在香蕉上刺一些圖案，讓不喜歡香蕉的小朋友變得喜歡香蕉。

好，我的報告結束了。掰掰~



我是四年三班的廖哲宏，興趣是下圍棋、爬山、觀察自然。這次和江恩宇、林君翰一起做科展，題目是香蕉戳戳樂。

剛開始，我們一直為題目煩惱，後來從老師推薦的題目中決定要選香蕉戳戳樂。剛開始做實驗時，我們一直失敗。不過經驗多了以後，我們對於實驗的掌控就變得比較熟練，對於實驗中的相關原理也愈來愈熟悉了！

期待我們能在校外科展比賽中得到好成績。

香蕉戳戳樂

摘要

我們在網路上看到有人在香蕉上刺圖案，覺得很有趣，於是想探討不同粗細針、刺青部位、不同熟度、溫度以及香蕉刺青後的熟度變化。研究結果發現：不同粗細針刺青有不同效果。不同部位中，頭部的刺青最亮，尾部其次，中間部位則最暗，但三天後則無明顯差距。不同熟度中較生的香蕉刺青較亮，較熟的香蕉則因有斑點而較暗，十分鐘後兩者顏色非常接近，較生香蕉的刺青黑點較不容易擴散。不同溫度中，最快黑的是烤箱、接下來是冷凍冷藏，最後是室溫。有無刺青中發現，刺青過的香蕉並不影響熟度及表皮斑點的產生。最後進行了香蕉刺青喜好的調查，針對香蕉的銷售與應用給予建議。

壹、 研究動機

我們在網路影片上看到有人在香蕉上刺許多的圖案，覺得很神奇、也很有趣。記得三年級自然課上過植物的身體，而且剛好碰到香蕉盛產期，便宜又好吃。所以我們想把香蕉刺青當成科展的主題。

我們想探討：不同熟度、不同部位、不同溫度、不同粗細針的刺青效果，以及香蕉刺青後的熟度變化等。並進行香蕉刺青的喜好調查。

貳、 研究目的

- 一、 探討香蕉刺青的原理。
- 二、 探討香蕉刺青工具粗細的不同對刺青效果的影響。
- 三、 探討不同的刺青部位對刺青效果的影響。
- 四、 探討不同的香蕉熟度對刺青效果的影響。
- 五、 探討刺青後儲存溫度對刺青效果的影響。
- 六、 探討刺青後的熟度變化之影響。

參、 研究設備與器材

			
香蕉	細頭棉花棒	安全別針	縫衣針
			
烤箱	數位相機		

肆、 研究過程、方法與結果

一、 香蕉刺青的原理

香蕉皮的細胞中含有豐富的酚類物質，同時含有多酚氧化酶。這兩種東西分隔在香蕉細胞的不同區域中，然而當香蕉表皮以細針刺青時，針破壞了香蕉表皮細胞，使得細胞暴露於空氣當中，於是多酚類物質與氧氣反應，產生醌類物質，而香蕉表皮中的多酚氧化酶更更加入了這種反應。醌類物質繼續發生一系列的反應生成鄰苯二酚型黑色素，而且反應時間越長，顏色越深，從褐到黑。這就是香蕉刺青變色的原理。基本上與香蕉成熟過程中會逐漸變黑是一樣的原理。

二、 實驗設計

為了探討香蕉刺青後的變化，我們使用數位相機進行記錄，並使用 Photoshop 軟體檢測香蕉刺青後的灰階值變化。

我們將所有的香蕉照片先以繪圖軟體轉檔成灰色後，選取刺青的正方形部位，以軟體偵測其灰階值。為了避免極端值影響我們的數據，我們採用整個刺青面積所取得的中

位數作為灰階值。

灰階值判讀則以 0 為顏色最深，全黑色，數值越大則代表顏色越亮，越接近白色。

(一)實驗：探討不同工具的香蕉刺青的效果

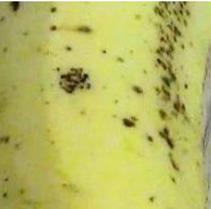
步驟：

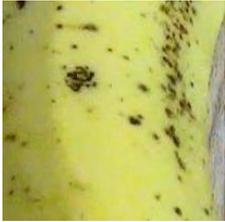
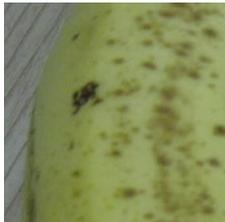
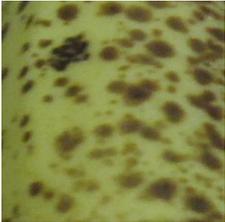
1. 準備三根大小熟度接近的香蕉，表面較少斑點並帶有青色。
2. 使用縫衣針、別針、細棉花棒，分別在三根香蕉中間部位刺上 0.5x0.5 公分的正方形 ■。刺青時間以 30 秒為限。刺青深度保持一致，約為 0.2 毫米。
3. 刺完後立即拍照，之後每間隔 1 分鐘拍照記錄一次。10 分鐘後每 10 分鐘拍照記錄一次，直到 60 分鐘為止。之後每天記錄一次。

實驗結果 時間單位分鐘

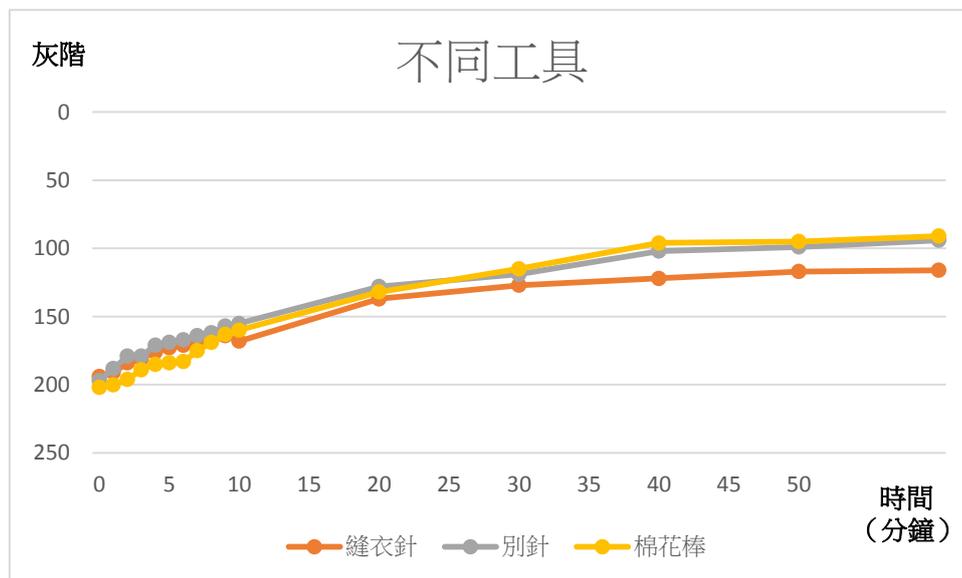
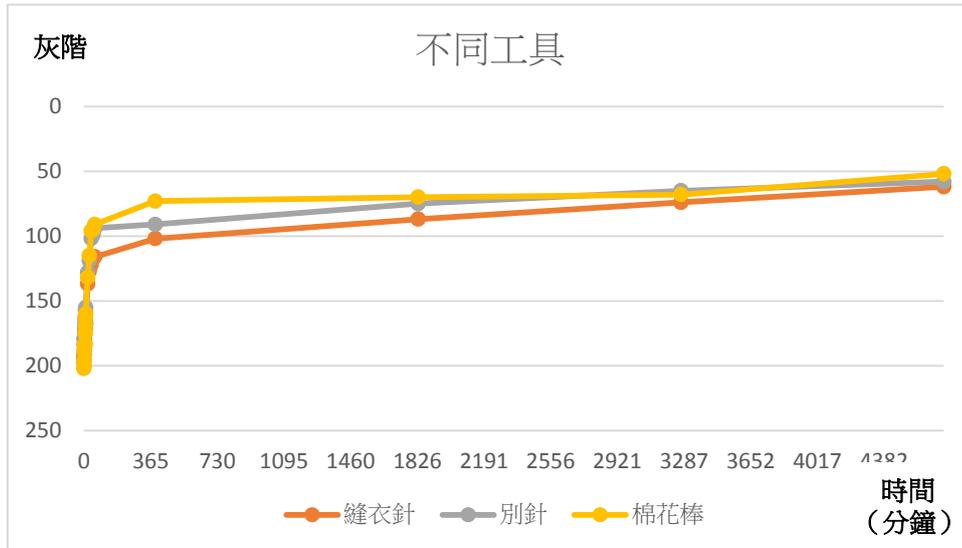
時間	結果		
	縫衣針	別針	棉花棒
0			
Gray scale	194	197	202
1			
Gray scale	191	188	200
2			
Gray scale	184	179	196

3			
Gray scale	181	179	185
4			
Gray scale	176	171	185
5			
Gray scale	173	169	184
6			
Gray scale	171	176	183
7			
Gray scale	169	164	175
8			
Gray scale	168	162	169

9			
Gray scale	164	157	163
10			
Gray scale	168	155	160
20			
Gray scale	137	128	132
30			
Gray scale	127	119	115
40			
Gray scale	122	102	96
50			
Gray scale	117	99	95

60			
Gray scale	116	94	91
390			
Gray scale	102	91	37
1830			
Gray scale	87	75	70
3270			
Gray scale	74	65	68
4710			
Gray scale	62	58	52

灰階變化



實驗結果與發現

- 1、棉花棒一開始只有碰到表皮所以比較淺，但是時間越長，灰階值越低，顯示顏色越深。可能原因是因為棉花棒刺青時，整片均勻都會按壓到，而縫衣針或安全別針，雖然都刺成一個正方形，但中間難免還是會有遺漏未刺到的地方。因此在計算灰階值時，棉花棒取樣的值會較低。
- 2、縫衣針和別針一開始因為有刺入表皮所以比較黑，但是因為縫衣針和別針較細刺青的面積沒有棉花棒覆蓋均勻，所以到後面反而沒有棉花棒黑。

3、但從刺青照片觀察發現，縫衣針刺青到三天後，仍可以發現明顯的黑點；而棉花棒刺青的效果整個擴散開來，雖然顏色較深，但刺青的部位較不明顯。因此，後續實驗我們以縫衣針做為我們的刺青工具。

(二)實驗：探討不同部位的香蕉刺青的效果

步驟：

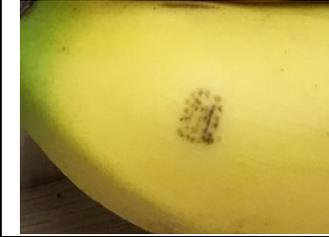
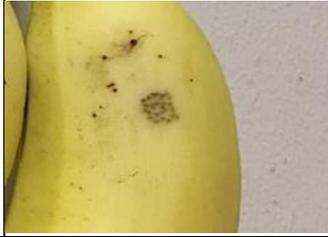
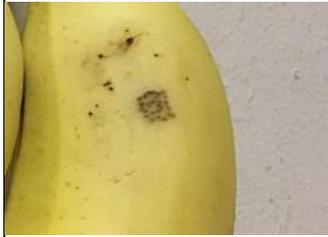
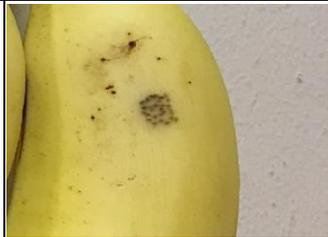
一、準備一根表面微有斑點香蕉。

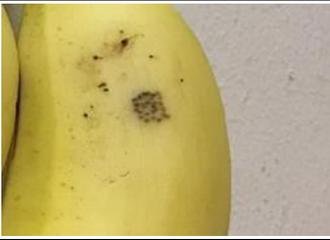
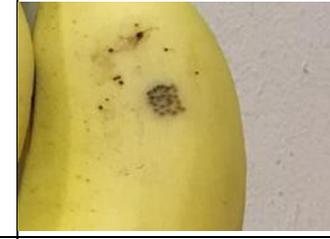
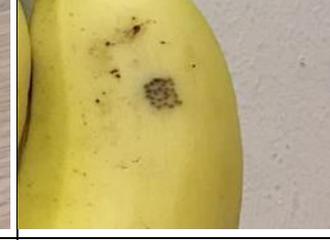
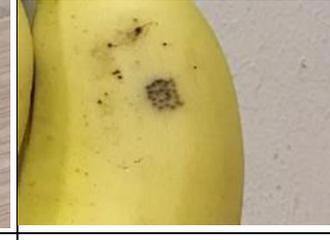
二、使用縫衣針，在香蕉頭、中、尾三部位同時刺上 0.5x0.5 公分的正方形■。刺青時間以 30 秒為限。刺青深度保持一致，約為 0.2 毫米。

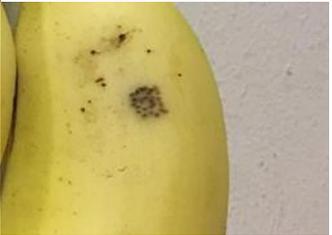
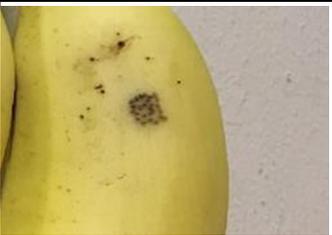
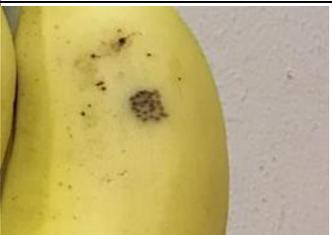
三、刺完後立即拍照，之後每間隔 30 秒拍照記錄一次。10 分鐘後每 10 分鐘拍照記錄一次，直到 60 分鐘為止。之後每天記錄一次。

實驗結果

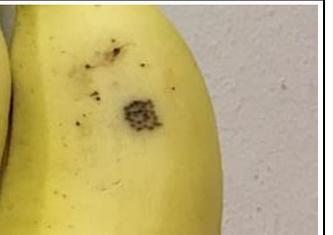
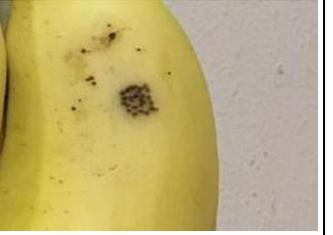
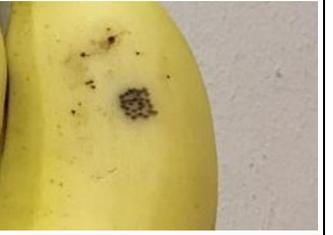
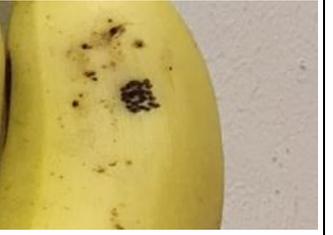
時間	結果		
	頭	中	尾
0 秒			
Gray scale	217	189	193
30 秒			
Gray scale	165.4	150.5	167.8

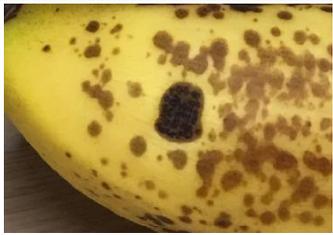
60 秒			
Gray scale	163	137	143
90 秒			
Gray scale	150	130	132
120 秒			
Gray scale			
150 秒			
Gray scale			
180 秒			
Gray scale	143	127	120

210 秒			
Gray scale			
240 秒			
Gray scale	139	123	116
270 秒			
Gray scale			
300 秒			
Gray scale	138	124	112
330 秒			
Gray scale			

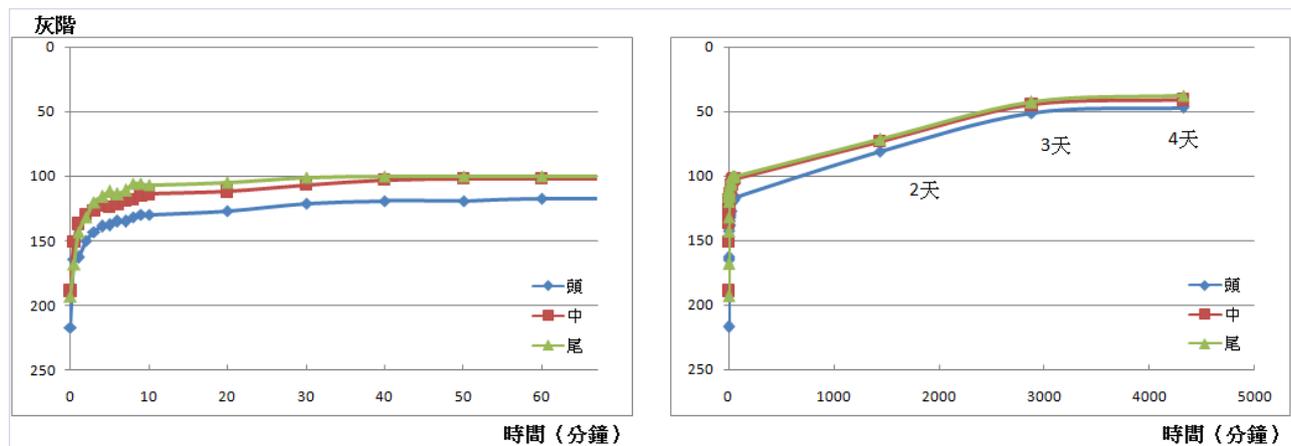
360 秒			
Gray scale	135	122	114
390 秒			
Gray scale			
420 秒			
Gray scale	135	119	111
450 秒			
Gray scale			
480 秒			
Gray scale	132	118	106

510 秒			
Gray scale			
540 秒			
Gray scale	130	115	106
570 秒			
Gray scale			
600 秒 (10分 鐘)			
Gray scale	130	114	107
1200 秒 (20分 鐘)			
Gray scale	127	112	105

1800 秒 (30分鐘)			
Gray scale	121	107	101
2400 秒 (40 分鐘)			
Gray scale	119	103	100
3000 秒 (50 分鐘)			
Gray scale	119	102	100
3600 秒 (60 分鐘)			
Gray scale	117	102	100
第 2 天			
Gray scale	81	73	72
第 3 天			
Gray scale	51	45	43

第 4 天			
Gray scale	47	41	38

灰階變化



實驗結果與發現

從圖中可發現

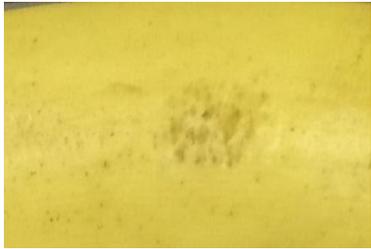
1. 一開始『頭部』的刺青最亮，第二亮是『尾部』，第三亮是『中部』，但這亮度的差異有可能是拍攝位置不同的關係。
2. 雖然起始的亮度不同，但灰階變化的趨勢大致相同，前八分鐘灰階的變化最大，越來越黑，到後面幅度就比較小，到第三天後就幾乎沒變化。
3. 從三個部位的灰階值來看可以發現，雖然一開始頭部的刺青灰階值最高，也是最亮的，但到第三天為止，頭部仍然是最亮的。且頭中尾三部分的灰階值從起始到到實驗最終差異並不大。因此，可以得知，不同的香蕉部位並不影響刺青的效果。

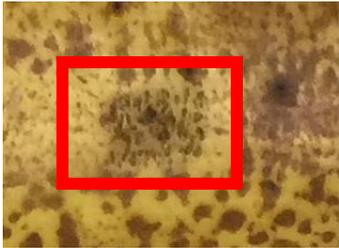
(三)實驗：探討不同熟度的香蕉刺青的效果

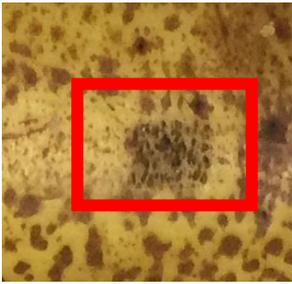
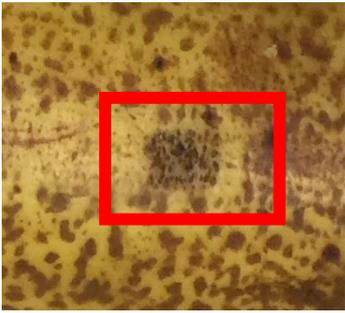
步驟：

- 一、準備兩根大小接近的香蕉，一根較熟，表面有許多斑點，另一根較生，表面較少斑點並帶有青色。
- 二、使用縫衣針，在兩根香蕉中間部位刺上 0.5x0.5 公分的正方形■。刺青時間以 30 秒為限。刺青深度保持一致，約為 0.2 毫米。
- 三、刺完後立即拍照，之後每間隔 1 分鐘拍照記錄一次。10 分鐘後每 10 分鐘拍照記錄一次，直到 60 分鐘為止。

實驗結果 (時間單位：秒)

時間	結果	
	較熟	較生
原始香蕉		
Gray Scale	164	197
0		
Gray Scale	140	194

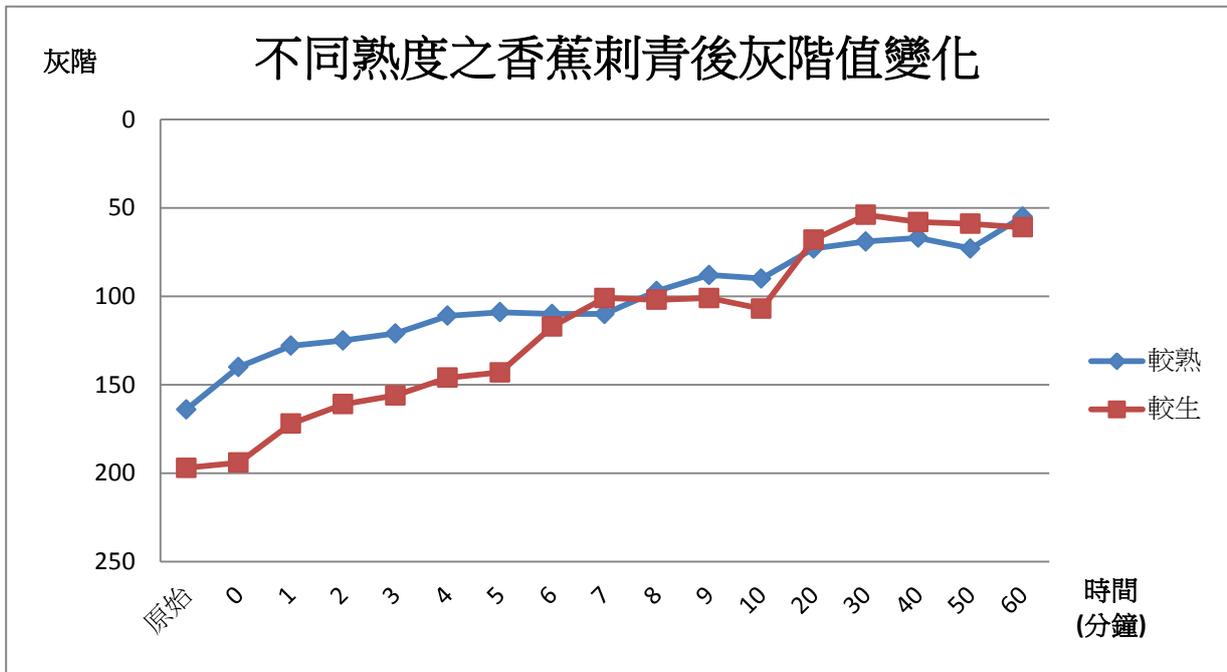
60		
Gray Scale	128	172
120		
Gray Scale	125	161
180		
Gray Scale	121	156
240		
Gray Scale	111	146

300		
Gray Scale	109	143
360		
Gray Scale	110	117
420		
Gray Scale	110	101
480		
Gray Scale	97	102

540		
Gray Scale	88	101
600		
Gray Scale	90	107
1200		
Gray Scale	73	68
1800		
Gray Scale	69	54
2400		

Gray Scale	67	58
3000		
Gray Scale	73	59
3600		
Gray Scale	55	61

不同熟度香蕉刺青之灰階值變化



結果：

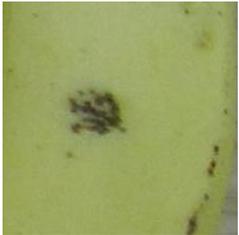
1. 從灰階值的折線圖來看，較生的香蕉一開始灰階值較高，顯示較生的香蕉表皮顏色較淺，而較熟的香蕉則因為帶有斑點，因此灰階值較低。
2. 刺青的變色效果，較生的香蕉在八分鐘後就趕上較熟的香蕉，在刺青 10 分鐘後，兩者顏色的深淺度非常接近。
3. 較熟的香蕉刺青後顏色會蔓延開來，刺青部位形成一個正方形面積區塊，較生的則會保留一個一個黑點，並不會擴散開來。

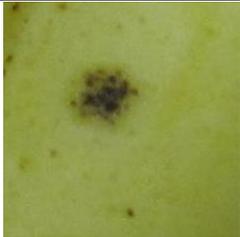
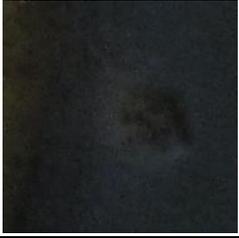
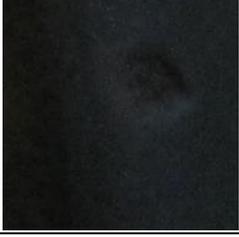
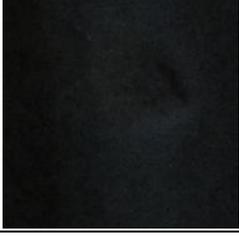
(四)實驗：探討不同溫度下香蕉刺青的效果

步驟：

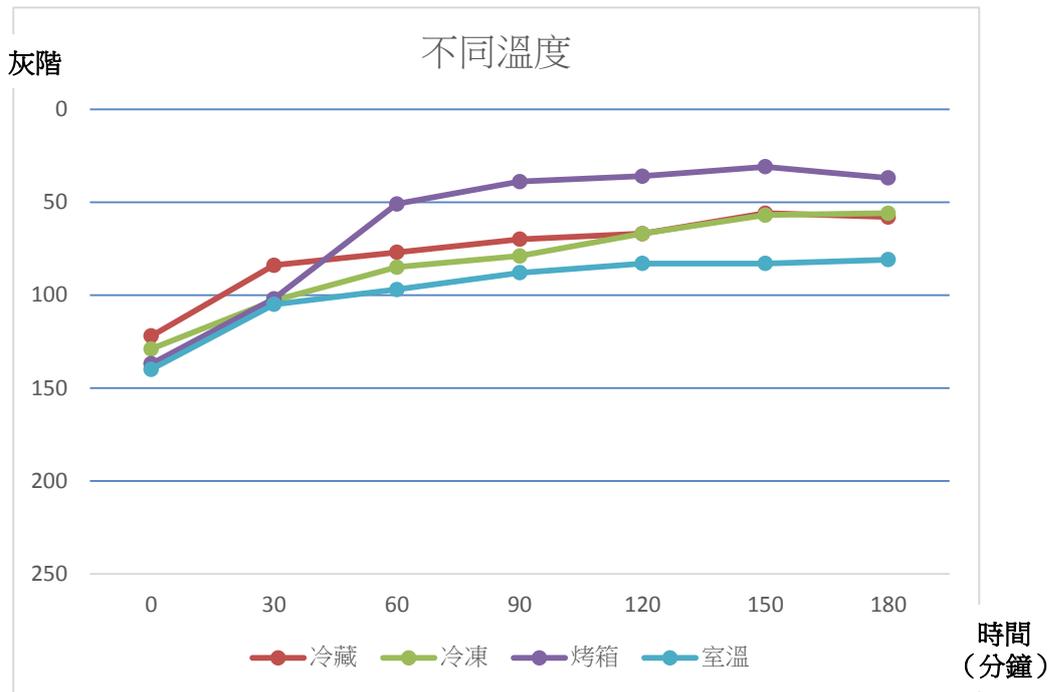
- 一、準備四根大小熟度接近的香蕉，表面較少斑點並帶有青色。
- 二、使用縫衣針，在每根香蕉中間部位刺上 0.5x0.5 公分的正方形■。刺青時間以 30 秒為限。刺青深度保持一致，約為 0.2 毫米。刺完後一根放冷藏(5°C)、一根放冷凍(0°C)、一根放烤箱(60°C)、一根放室溫(28°C)。
- 三、刺完後立即拍照，之後每間隔 30 分鐘拍照記錄一次。

實驗結果 時間單位分鐘

時間	結果			
	冷藏	冷凍	烤箱	室溫
0				
Gray scale	122	129	140	137
30				
Gray scale	84	103	105	102

60				
Gray scale	77	85	97	51
90				
Gray scale	70	79	88	39
120				
Gray scale	67	67	83	36
150				
Gray scale	56	57	83	31
180				
Gray scale	58	56	81	37

灰階變化



實驗結果與發現:

- 1、 烤箱：因為高溫所以變黑的速度最快，也最黑。
- 2、 冷藏、冷凍：因為表皮凍傷所以變黑的速度比室溫還快。
- 3、 從上面的實驗結果得知，香蕉刺青後，以室溫保存效果最好，刺青圖案較明顯。

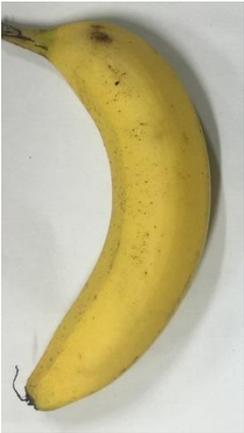
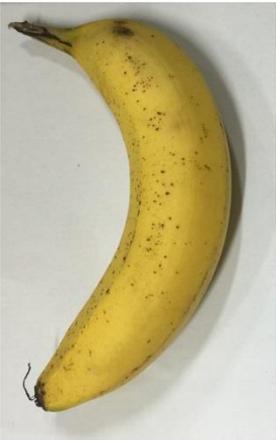
(五)實驗：探討香蕉刺青的熟度變化

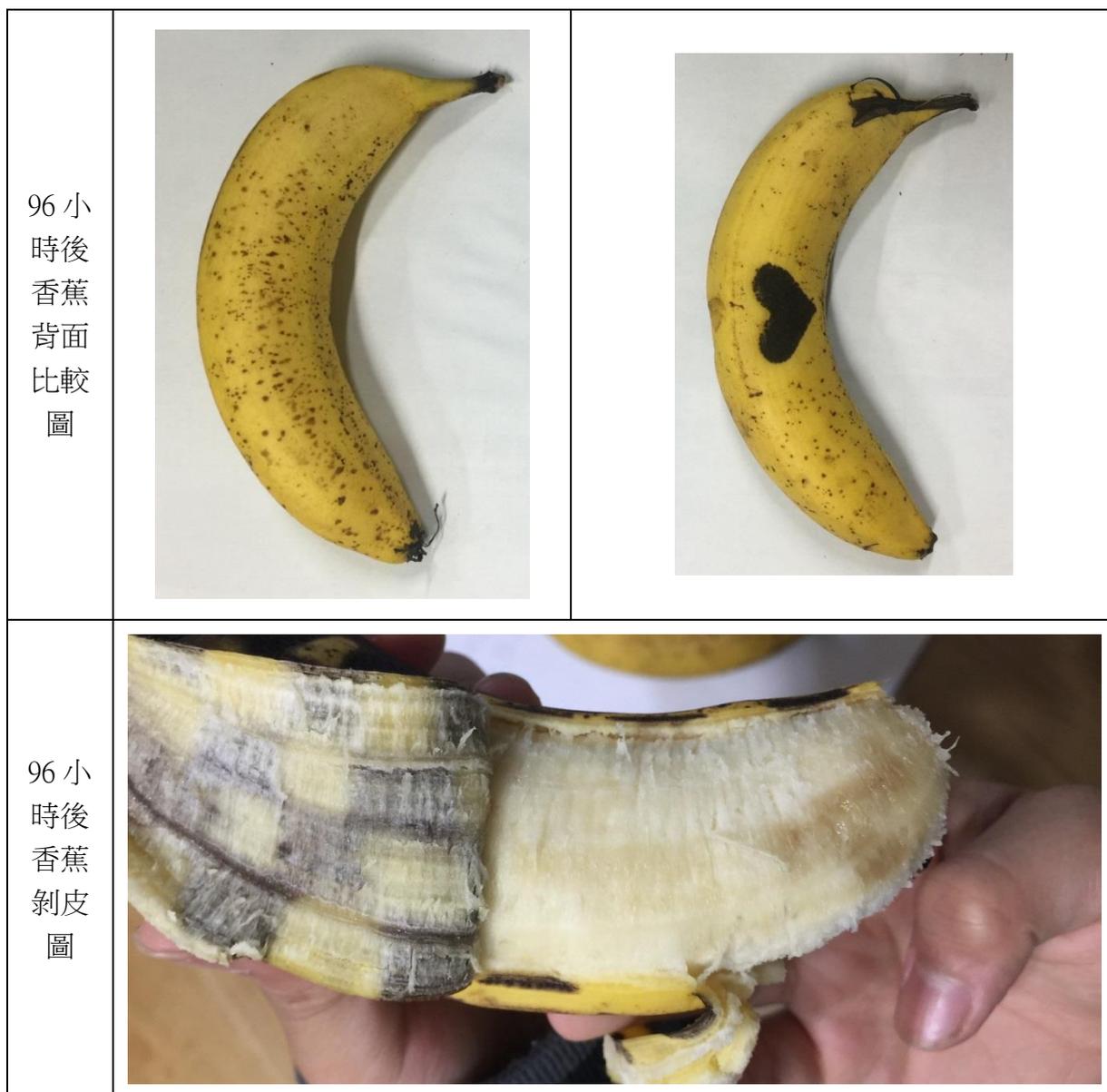
步驟：

- 1、從同一串香蕉上拔下大小相近兩根香蕉。
- 2、在其中一根香蕉上刺大面積的圖片，約占香蕉的三分之一，另一根則不刺。
- 3、每天拍一次照做紀錄，觀察香蕉變化情形。
- 4、灰階值計算以未刺青部位為主，分別在兩根香蕉未刺青之頭中尾段選去一個色塊，找出灰階值後計算平均，再比較兩者間的差異。

實驗結果 (單位：小時)

時間	香蕉變化情形	
	無刺青	有刺青
原始圖		
刺完圖		
24		

48		
72		
96		



香蕉未刺青與刺青後頭中尾部之灰階值變化

時間	未刺青				已刺青			
	頭	中	尾	平均值	頭	中	尾	平均值
刺青前	152	173	174	166	158	178	162	166
0	127	191	159	159	125	169	165	153
24	157	176	183	172	148	173	175	165
48	158	178	184	173	148	171	168	162
72	146	171	176	164	152	169	155	156
96	147	171	168	162	162	180	171	171
平均值	177	174	166	166	173	166	163	167

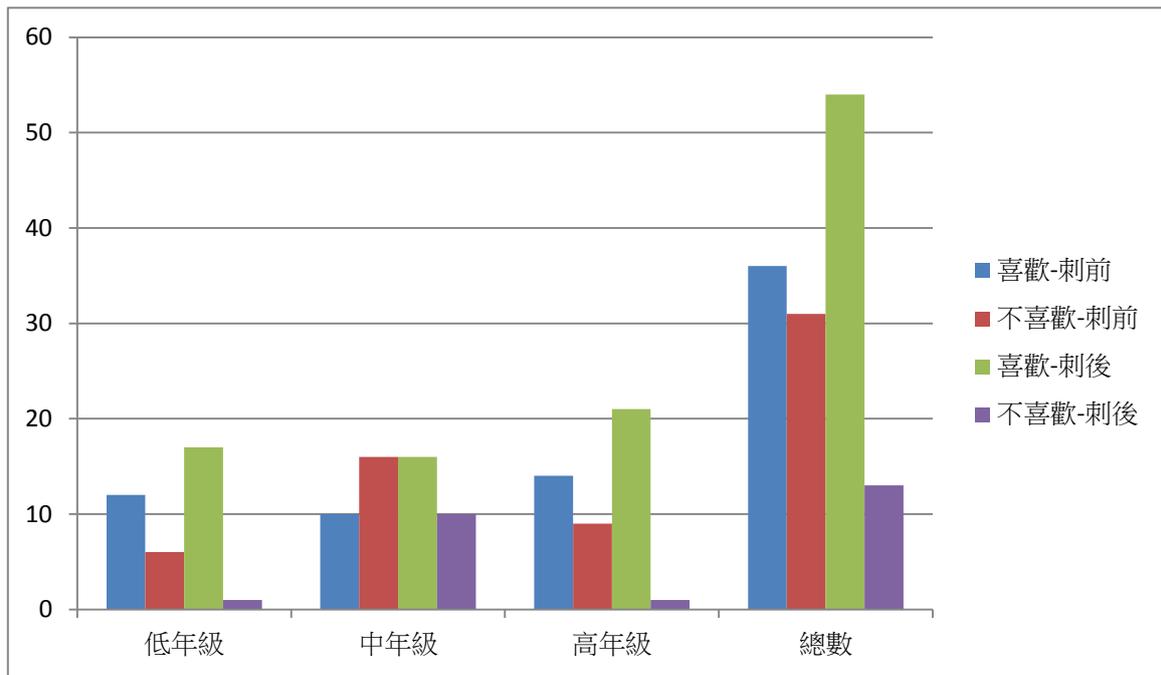
實驗結果：

1. 從照片上可以發現，刺青過的香蕉顏色經過的時間越久，顏色會蔓延開來。四天後兩根香蕉軍開始產生斑點，從背面未刺青部位觀察，刺青之香蕉背面斑點較少，而未刺青香蕉背面斑點目測起來較多。
2. 灰階值的變化中，兩香蕉的灰階平均值僅差 1，顯示刺青過的香蕉並不影響其熟度或表皮斑點的產生。
3. 剝開香蕉皮後發現，只有頭部有些許碰撞後爛掉的痕跡，中段香蕉仍然完好可食用。表示刺青並不影響香蕉的成熟與可食用性。

(六)調查研究

我們想了解刺青後的香蕉是否受歡迎，針對學校低高中學生進行調查。我們針對低中高年級，各選取一個班，詢問班上同學對於香蕉刺青前後的喜好程度。

年級/人數		刺青前		刺青後	
		喜歡(人數/%)	不喜歡	喜歡	不喜歡
高	18	12/67	6/33	17/94	1/5
中	26	10/38	16/62	16/62	10/38
低	23	14/61	9/39	21/91	2/9
總人數 67		36/54	31/46	54/81	13/19



調查發現，無論是低中高年級的小朋友，在香蕉刺青過後，對於香蕉喜歡的程度都上升了。整體來說，未刺青過的香蕉只有 54% 的小學生喜歡，但刺青後，有高達 81% 的人喜歡。實際調查發現，低年級小朋友會因為香蕉有刺青而喜歡吃香蕉，中高年級小朋友則認為香蕉刺青很有趣，希望有香蕉可以嘗試，而高年級小朋友則認為香蕉刺青可以有其他用途，如刺字傳達心意等等。

伍、 討論

一、從實驗中可以發現，不同粗細的香蕉刺青工具，在間隔一定時間過後，都可以讓香蕉顏色變深。但是越細的針，在刺青後的三天內，仍可以保留刺青後的黑點，若用較粗的棉花棒，會呈現一黑色色塊，無法清楚辨識刺青過的部位。在香蕉刺青的建議上，如果需要大面積的繪圖時，或是短時間內想呈現較淺顏色的作圖時，可利用較細的棉花棒進行；若要刺較精細的部位，則可利用縫衣針進行。不同粗細的刺青工具，在繪製刺青圖案上，有不同的效果。

- 二、在進行棉花棒刺青實驗時，因為棉花棒無法將香蕉皮刺穿，因此我們採用按壓的方式進行刺青，但是按壓的力道與深度很難加以控制，因此可能影響我們的實驗結果。
- 三、香蕉刺青部位不同顏色變化不大，但是我們使用的是較生的香蕉進行實驗，之後進行相關實驗時，也許可以試試看以較熟的香蕉刺青，或許會有不同的結果。另外，在不同部位的實驗上，可以將刺青部位在更靠近香蕉頭部與尾部綠色的部分，也許會有不同的實驗結果。
- 四、香蕉刺青時，以較生的香蕉刺青效果較佳。雖然實驗結果顯示兩者顏色深度在 60 分鐘內沒有太大差異，但香蕉較熟時，刺青後的黑點容易擴散開來。若要追求刺青圖案的精緻度，則效果較差，且已經熟成的香蕉具有斑點，也會影響圖案美觀，保存期限也較短。
- 五、香蕉刺青後的保存跟一般香蕉的保存方法一樣，僅能在室溫下保存。過低或過高的溫度都容易讓香蕉表皮受傷而變黑，使刺青效果不明顯。
- 六、台灣是盛產香蕉的地方，香蕉刺青對國小學生來說有趣又具有教育意義，經實驗證明，刺青後的香蕉不影響其成熟的速度，若刺青深度掌握得宜，刺青後的香蕉仍可食用。經過調查後發現，小學生對於可以在香蕉上刺青均有高度興趣，建議小學自然老師可以讓小學生在香蕉上刺青作畫，一面學習相關知識，另一面也可以促進香蕉銷售，且香蕉具有高度營養價值，可說是一舉數得。

陸、 結論

- 一、香蕉刺青後顏色變深是因為內含多酚類物質與氧氣反應，產生醌類物質。而香蕉皮中也含有多酚氧化酶，也促進了反應，讓醌類物質繼續發生反應生成鄰苯二酚型黑色素，刺青過的部位顏色就會越來越深。
- 二、刺青工具的粗細，在前十分鐘時，較粗的工具顏色較淺，較細的工具顏色較深，但長時間過後顏色深淺則不明顯。但較細的針刺青後可以創作較細部的圖案。
- 三、香蕉的不同部位，刺青後顏色變化差異不大。
- 四、較生的香蕉，刺青後的圖案較為明顯；較熟的香蕉，刺青後圖案容易擴散開來。
- 五、香蕉刺青後，以室溫保存效果最好，高溫最容易讓香蕉變黑，低溫或是冷凍也會讓香蕉表皮凍傷。
- 六、香蕉大面積的刺青後，並不影響其熟度變化，其果肉仍可食用。
- 七、香蕉刺青受到小學生的喜愛，建議可以讓學生利用

柒、 參考資料

- 一、如何防止香蕉變黑

http://bbs.creaders.net/health/bbsviewer.php?trd_id=901654&language=big5 阿簡生物筆記