

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 理化科

031610

重不重有關係嗎？柳丁甜度之研究

臺北市立麗山國民中學

作者姓名：

國二 葉承勳 國二 吳 樺

指導老師：

程美靜 鍾慧珍

第四十五屆全國科學展覽會
作品說明書

科 別：理 化

組 別：國 中

作品名稱：重不重有關係嗎？柳丁甜度之研究

關 鍵 詞：柳丁甜度、外顯因子、糖度測試器

編 號：

摘要

在購買柳丁時要挑選什麼樣外觀或特性的柳丁才會比較甜呢？本研究取二十顆柳丁觀察其外觀特性，先分析出九種外顯因子（重量、體積、密度、外皮厚度、外表顏色、底部圓度、外皮光滑度、果肉多汁性、酸度），最後以可測量性及可分辨性決定其中六種（重量、體積、密度、外皮厚度、外表顏色、底部圓度）。再取九十顆柳丁測量其外顯因子及相對甜度，並分析這六種外顯因子與甜度的關係，初步結果顯示外表顏色及底部圓度與甜度有正向關係。本實驗採用自製糖度測試器，來測量柳丁之相對甜度，並以蔗糖重量百分濃度溶液(Brix 0%、5%、10%、15%、20%)校正糖度測試器，取得標準溶液與測量值之對照關係。並另取一百四十四顆柳丁測量其外顯因子及對照甜度，來驗證初步結果，此時並增加一個新的因子—擺放時間。研究結果顯示：

- 一、柳丁甜度與其密度、外皮厚度之間並沒有絕對的關係。
- 二、重量、體積與柳丁甜度關係不明顯，而同批柳丁愈重愈大較甜，但太大又不甜了。
- 三、同批柳丁外表顏色愈黃愈甜。
- 四、同批柳丁底部圓度愈明顯愈甜。
- 五、同批柳丁採後擺放時間愈長愈甜。

壹、研究動機

一般消費者在購買水果時，都會先拿到手中秤一秤重量，或看一看外表再決定要不要。國二剛好學到「自然與生活科技」1-3 質量與密度的測量和 4-2 物體的浮沉(康軒版)，而十一月~一月的柳丁產量遽增價格便宜。因此，為響應搶救果農活動，本研究決定採用柳丁做實驗，觀察測量其外觀特性及甜度，用科學的方法，來驗證傳統的消費行為是否正確？並做進一步的觀察，研究除了重量、密度、外表之外，是否還有其他的外顯因子，能明顯的來判斷柳丁的甜度呢？幫助人們選購柳丁時，作為選擇的依據，並鼓勵消費者多多食用國產柳丁。

因為市售的甜度測試器是日本進口且較貴，所以在了解其運用濃度屈折的原理後，決定利用溶液濃度差異及浮力的原理自製糖度測試器，用標準蔗糖溶液校正，也同樣可測量出相對甜度。同時希望經由本研究，能夠設計出好用可以量產的簡易型糖度測試器，供家庭、果農或飲料業者使用。

貳、研究目的

- 一、探討柳丁的外顯因子有哪些。
- 二、分析柳丁甜度與外顯因子的關係。
- 三、驗證傳統的消費行為。
- 四、如何挑選一顆甜度高的柳丁。
- 五、如何製造簡易好用的糖度測試器。

參、研究設備及器材

- 一、柳丁
- 二、量杯
- 三、直尺
- 四、磅秤
- 五、榨果汁機
- 六、滴管
- 七、量筒、塑膠管
- 八、浮標兩支、小鉛球
- 九、個人電腦及 Excel 軟體

肆、研究過程或方法

一、探討柳丁的外顯因子有哪些

(一) 外顯因子的觀察

用二十顆柳丁來觀察，有哪些外顯因子可以判斷柳丁的甜度，發現共有重量、體積、密度、外皮厚度、外表顏色、底部圓度、擺放時間、外皮光滑度、果肉多汁性、酸度等十個主要外顯因子，可進行與甜度有關之研究。但因其中外皮光滑度、果肉多汁性、酸度測量不易，最後決定提出七種。

(二) 外顯因子的定義及測量

外顯因子就是能明顯看出來的特性，並且具有可測量或可分辨性，本研究針對柳丁提出七種外顯因子。

1. 重量：經測量，柳丁重量約為 100~250 公克，決定以磅秤測量到公克(參照附圖一)。
2. 體積：因柳丁重量約為 100~250 公克決定測量到 c.c.，決定用磅秤及量杯以排水法測量其體積(參照附圖二、附圖三)。
3. 密度：用電腦計算，以重量除以體積，即其密度。
4. 外皮厚度：因柳丁外皮厚度約為 3mm~5mm，決定以直尺測量其厚度到 mm(參照附圖四)。
5. 外表顏色：以目視觀察約為綠至黃色，決定將其分為 5 度，由兩人目測決定，定義如下：

1 度	2 度	3 度	4 度	5 度
全綠	2/3 綠	半黃半綠	2/3 黃	全黃

6. 底部圓度：以目視觀察柳丁底部有一圓圈(參照附圖五)，決定將其分為 5 度，由兩人目測決定，定義如下：

1 度	2 度	3 度	4 度	5 度
無圓圈	模糊可見	不完整圓	完整圓圈	圓圈明顯

7. 擺放時間：將同時採購同產地之一批新鮮柳丁分別擺放一週及兩週後，用同樣方法測量。

二、自製糖度測試器(第一代)及甜度測量

(一)製作過程：

1. 材料：塑膠管、浮標、小鉛球。
2. 過程：以小鉛球固定在浮標上，使浮標能沉浮於裝滿水的塑膠管。

(二)製作原理：

利用浮力等於重力，並且浮力等於浮標沉在水中的體積乘以密度的原理，因此甜度愈高密度愈大，沉下去的體積就會愈少，浮標就會浮的比較高。

(三)測量方法：

將過濾好的柳丁汁以滴管滴滿塑膠管，觀察並紀錄浮標高於液面刻度(5mm/度)，若浮標高出液面愈高則甜度愈高。

三、測量甜度與外顯因子(實驗 1-九十顆)

(一)針對三個產地九十顆柳丁，測量其外顯因子，並使用第一代糖度測試器測量其甜度。

(二)實驗 1-1 把產地(大林)同批三十顆柳丁測量其底部圓度、顏色、重量、體積、密度、外皮厚度與甜度，並紀錄實驗結果。

(三)實驗 1-2 把產地(古坑)同批三十顆柳丁測量其底部圓度、顏色、重量、體積、密度、外皮厚度與甜度，並紀錄實驗結果。

(四)實驗 1-3 把產地(大林)同批三十顆柳丁測量其底部圓度、顏色、重量、體積、密度、外皮厚度與甜度，並紀錄實驗結果。

(五)將取得的甜度與外顯因子數據，用電腦分析其關係，並以表格圖形呈現。

(六)表格內容說明：

1. 底部圓度：統計各級柳丁個數，並計算其甜度均值。
2. 外表顏色：統計各級柳丁個數，並計算其甜度均值。
3. 外皮厚度：由薄到厚依序各取六顆，計算其甜度均值。
4. 重量：由輕到重依序各取六顆，計算其甜度均值。
5. 體積：由小到大依序各取六顆，計算其甜度均值。
6. 密度：由小到大依序各取六顆，計算其甜度均值。

四、改良糖度測試器(第二代)及標準溶液測量

(一)改良過程：

1. 材料：改用 30ml 量筒、浮標、小鉛球。
2. 過程：以小鉛球固定在浮標上，使浮標能沉浮於裝有水的量筒(參照附圖六)。

(二)測量方法：

將過濾好的柳丁汁以滴管滴入量筒，觀察並紀錄浮標高於液面之量筒刻度(1mm/度)，若浮標高出液面愈高則甜度愈高(參照附圖七)。

(三)測量標準溶液：

以蔗糖調製百分濃度溶液(Brix) 0%(參照附圖八)、5%(參照附圖九)、10%(參照附圖

十)、15%(參照附圖十一)、20%(參照附圖十二)作為標準溶液。測量紀錄浮標高於標準溶液液面之量筒刻度(mm)，作出對照表，稍後可與柳丁汁之測量高度作為比對。

五、測量甜度與外顯因子(實驗 2-一百四十四顆)

- (一)針對另一百四十四顆柳丁，測量其外顯因子，並使用第二代糖度測試器測量其甜度。
- (二)實驗 2-1 把同批(台南東山)柳丁的顏色分成 1~5 級，每一級各挑選六顆，共三十顆柳丁，測量其底部圓度、重量、體積、密度、外皮厚度與甜度，並紀錄實驗結果。
- (三)實驗 2-2 把同批(東山)柳丁的底部圓度分成 1~5 級，各挑選六顆，共三十顆柳丁，測量並紀錄實驗結果。
- (四)實驗 2-3 從放了一個星期的同批(東山)柳丁裡(實驗 2-1 與實驗 2-2 剩餘的)，底部圓度 1~5 級，各挑選六顆，共三十顆柳丁，測量並紀錄實驗結果。
- (五)實驗 2-4 從新的一批(大林)把柳丁的底部圓度分成 1~5 級，每一級各挑選六顆，共三十顆柳丁，測量並紀錄實驗結果。
- (六)實驗 2-5 從放了兩個星期的同批(東山)柳丁裡(實驗 2-1 實驗 2-2 剩餘的)，底部圓度 1~4 級(已無第 5 級)，各挑選六顆，共二十四顆柳丁，測量並紀錄實驗結果。
- (七)將取得的甜度與外顯因子數據，用電腦分析其關係，並以表格或圖形呈現關係曲線。

伍、研究結果

一、外顯因子與甜度的關係(實驗 1)

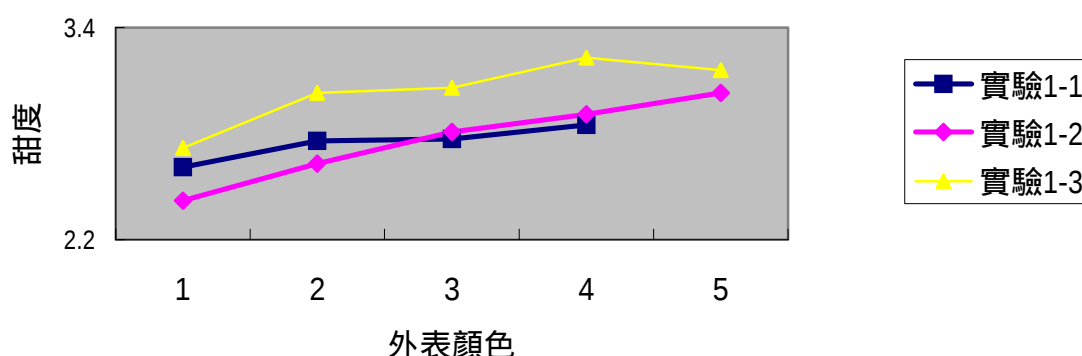
- (一)初步結果發現，外表顏色與底部圓度為較顯著的外顯因子。外表顏色愈黃甜度愈高(見下表一)，底部圓度愈明顯甜度也愈高(見下表二)。

(二)外表顏色與甜度均值之關係表。

外表顏色	1	2	3	4	5
實驗 1-1	無	2.61	2.76	2.77	2.85
實驗 1-2	2.42	2.63	2.81	2.91	3.03
實驗 1-3	2.72	3.03	3.06	3.23	3.16

註：無表示該因子度數低於兩顆，不納入分析。

(表一)

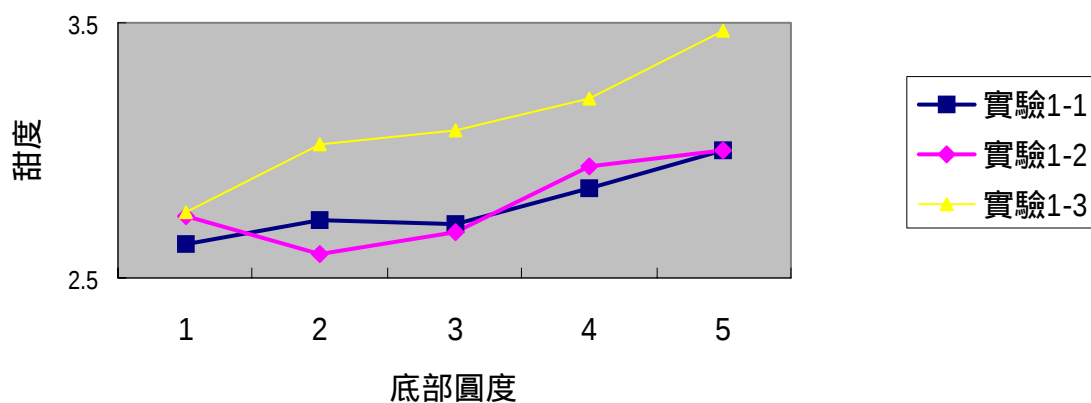


圖一：外表顏色與柳丁甜度關係圖

(三)底部圓度與甜度均值之關係表。

底部圓度	1	2	3	4	5
實驗 1-1	2.63	2.73	2.71	2.85	3
實驗 1-2	2.74	2.59	2.68	2.94	3
實驗 1-3	2.76	3.02	3.08	3.2	3.47

(表二)



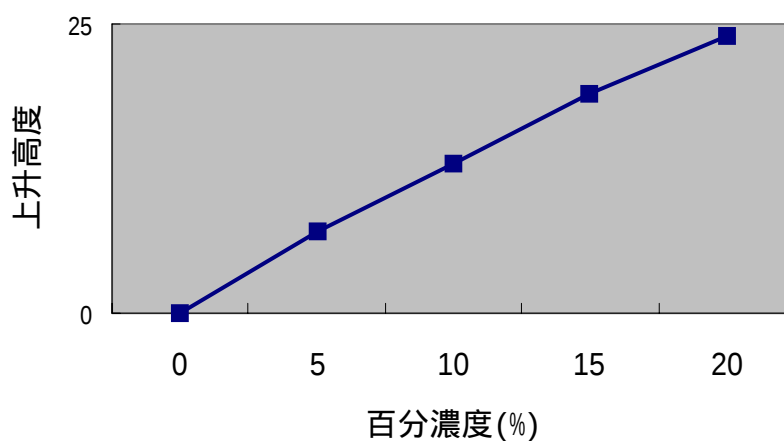
圖二：底部圓度與柳丁甜度關係圖

(四)其他四種外顯因子重量、體積、密度、外皮厚度與甜度沒有明顯的關係。詳細數據見後附表一、附表二、附表三。

二、標準溶液測量值，見下表三：

百分濃度	0%	5%	10%	15%	20%
上升高度	0mm	7mm	13mm	19mm	24mm

(表三)



圖三：標準溶液測量值

三、外顯因子與甜度的關係(實驗 2)

(一)結果顯示第二組五個實驗底部圓度的度數與甜度全部有正向關係，結論同第一組實驗，同批柳丁底部圓度愈明顯時，甜度就愈高，見下表四。

(二)同批而不同擺放時間測量的柳丁甜度，在實驗 2-2、實驗 2-3 與實驗 2-5 有明顯的正向關係，顯示柳丁擺放的時間愈久，其甜度就愈高，見下表四。

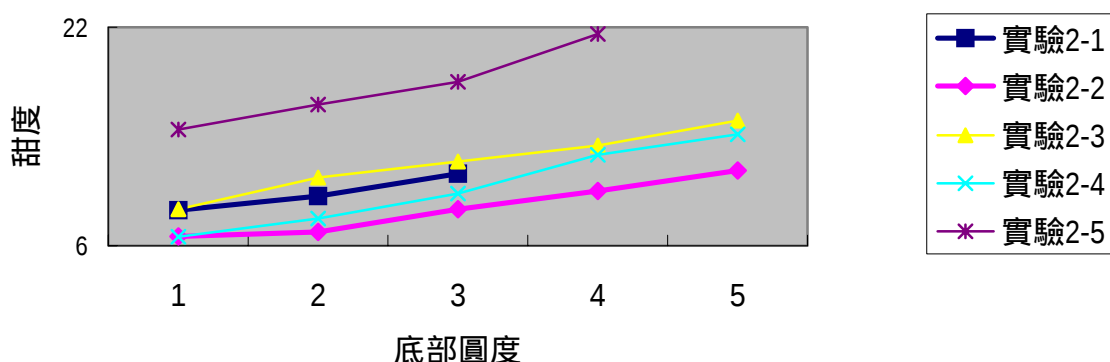
(三)底部圓度及擺放時間與甜度均值之關係表。(單位為 mm)

底部圓度	1	2	3	4	5	備註
實驗 2-1	8.6	9.64	11.28	無	無	
實驗 2-2	6.67	7	8.67	10	11.5	第一週
實驗 2-3	8.67	11	12.16	13.33	15.16	第二週
實驗 2-4	6.66	8	9.83	12.66	14.16	
實驗 2-5	14.5	16.33	18	21.5	無	第三週

註：無表示該因子度數低於兩顆，不納入分析。

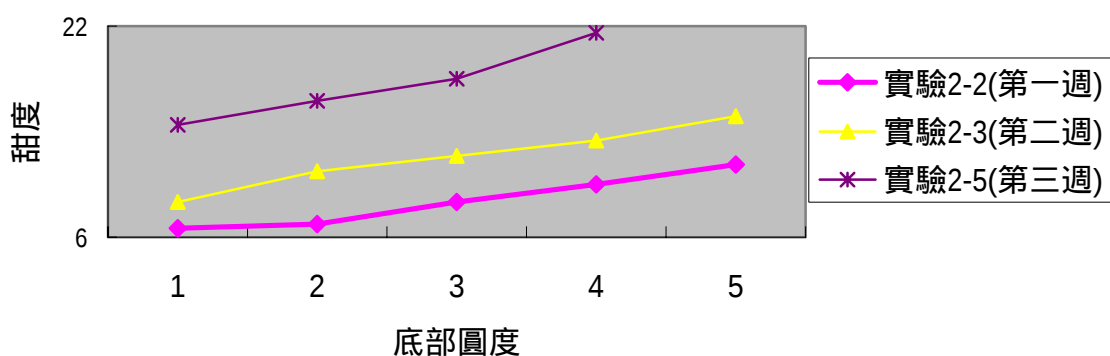
(表四)

(四)底部圓度及甜度均值之關係圖。



圖四：底部圓度與柳丁甜度關係圖

(五)擺放時間與甜度均值之關係圖。

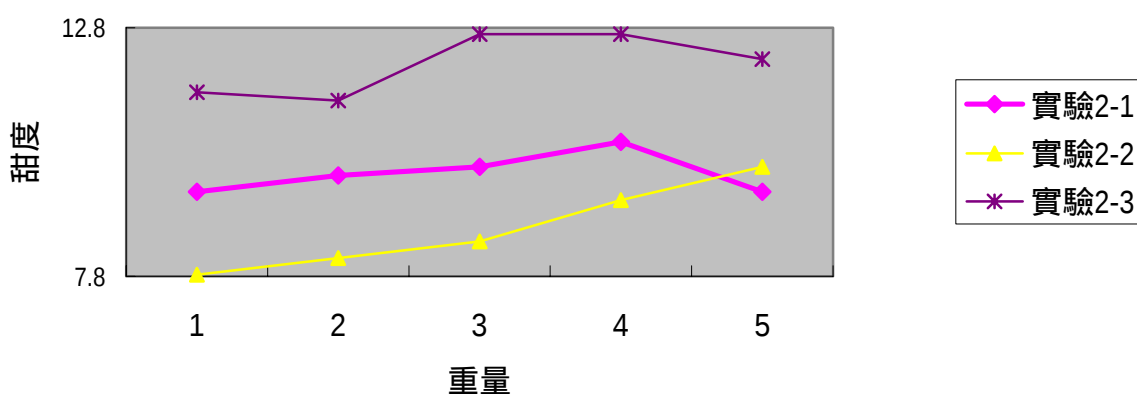


圖五：擺放時間與柳丁甜度關係圖

(六)其中一批產地為東山之重量與甜度均值間，顯示重量愈重愈甜，但太大就不甜的現象。

重量	1	2	3	4	5
實驗 2-1	9.5	9.83	10	10.5	9.5
實驗 2-2	7.83	8.17	8.5	9.33	10
實驗 2-3	11.5	11.33	12.67	12.67	12.17

(表五)



圖六：重量與柳丁甜度關係圖

(七)其餘四項外顯因子體積、密度、外皮厚度以及外表顏色都與柳丁甜度無明顯關係。詳細數據見後附表四、附表五、附表六、附表七、附表八。

陸、討論

一、探討柳丁的外顯因子有哪些

- (一)可用來分析的外顯因子，初步研究有重量、體積、密度、外皮厚度、外表顏色、底部圓度、擺放時間、外皮光滑度、果肉多汁性以及酸度，共十種。
- (二)因為外皮光滑度、果肉多汁性以及酸度這三種因子，不易測量，所以決定採用具有可測量性的重量、體積、密度、外皮厚度、外表顏色、底部圓度以及擺放時間這七種外顯因子。

二、探討甜度的定義

- (一)根據資料顯示甜度是相對的，目前的實驗研究都是以蔗糖作為甜度相對的標準(例如：蔗糖的甜度為 100，果糖的甜度為 170)。
- (二)本研究稱糖度測試器而非甜度，是因為沒有絕對的方法可以測量甜度。進口的甜度測試器，其實也是利用濃度屈折及標準濃度溶液校正，其讀值也是相對的甜度。
- (三)本實驗是以蔗糖調製重量百分濃度(糖度)，5%、10%、15%、20%標準溶液作為柳丁甜度的比對。

三、外顯因子外表顏色的變化

- (一)柳丁季初顏色由綠到黃可分為 5 級。
- (二)因為做實驗 2 時(十二月底)，柳丁已分不出黃綠，幾乎都偏黃。故從實驗 2-1 之後，顏色只分成兩級，全黃與 2/3 黃，全黃為 2 級，2/3 黃為 1 級(參照附圖十三)。

四、自製糖度測試器的改良

- (一)第一代的刻度是自訂的，較為粗略，且讀數誤差影響較大，只能大約的作結論。
- (二)第二代的刻度是以量筒的讀數為準，精密度為毫米(相對糖度小於一度)，讀數誤差不影響實驗結果，可以大膽定量的作結論。
- (三)將浮標與小鉛球的大小及重量規格化，在浮標上部畫上毫米刻度，自製的糖度測試器將能成為實用商品。

五、標準溶液測量值與柳丁甜度測量值之比對

- (一)本研究柳丁甜度測量值介於 6mm~13mm 之間，因此一般市售柳丁甜度為 5 度~10 度。
- (二)經過擺放後測量值介於 14mm~21mm 之間，甜度為 10 度~18 度。
- (三)測量值升高除了表示變甜，其實也因為擺放後水份變少了。

六、柳丁底部圓度的生長原因

本研究顯示底部圓度為關鍵性的外顯因素，但並不了解底部圓度生長原因，可作為下次研究的方向。

柒、結論

一、驗證傳統的消費行為

- (一)**柳丁愈黃愈甜**，雖然實驗 2 顏色已無法分辨，符合本研究實驗 1 結果，但基於一般經驗，仍推論其具有普遍性。
- (二)**柳丁愈重是否愈甜**，除了可能具有多汁性外，本研究顯示沒有明顯的關係，但是在其中一批(東山)柳丁中確實有重量愈重愈甜，但太大就不甜的現象。故無法全面推論其具有普遍性。

二、如何挑選一顆甜度高的柳丁

- (一)本研究認為傳統觀念顏色黃一點，重量重一點，仍不失為選購之良好依據。
- (二)本研究發現在各種因子下，底部圓度才是關鍵性的因子，柳丁底部圓度愈明顯甜度愈高，在每一組實驗均獲得一致的結果。
- (三)民眾採買新鮮柳丁擺放一週後風味更佳。

三、如何製造糖度測試器

本研究使用的第二代甜度測試器經過測量及標準溶液校正，其製作規格如下：

- (一)浮標造型，重心在底部。
- (二)重量 0.29 克，體積 0.29 毫升。
- (三)浮標上部以毫米為刻度，浮標上部截面積 2 平方毫米。

(四)原理及換算公式如下：

(浮標體積 - 上升高度 × 截面積) × 柳丁溶液密度 = 浮力 = 浮標重量

(290 mm³ - 上升高度 mm × 2 mm²) × (1+百分糖度%) = 290 mg

(五)甜度對照表計算值如下：

百分糖度	0%	5%	10%	15%	20%
上升高度	0mm	6.9mm	13.2mm	18.9mm	24.2mm

捌、參考資料及其他

- 一、<http://www.sensory.com.tw/plum.htm>
- 二、http://www1.fres.tpc.edu.tw/grade1t/new_page_3.htm



(附圖一)
以磅秤測量柳丁重量



(附圖二) (附圖三)
以排水法測量柳丁體積(因柳丁密度小於水，須以竹筷壓柳丁，否則會浮起來)



(附圖四)
以直尺測量柳丁外皮厚度



(附圖五)

圖左柳丁為底部圖度 5 級，圖右為底部圖度 1 級



(附圖六)

自製糖度測試器



(附圖七)

以糖度測試器測量柳丁甜度



(附圖八)
蔗糖百分濃度 0 % 的標準溶液(上升 0mm)



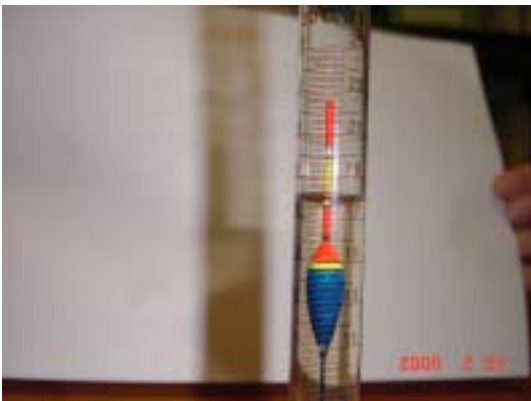
(附圖九)
蔗糖百分濃度 5 % 的標準溶液(上升 7mm)



(附圖十)
蔗糖百分濃度 10 % 的標準溶液(上升 13mm)



(附圖十一)
蔗糖百分濃度 15 % 的標準溶液(上升 19mm)



(附圖十二)
蔗糖百分濃度 20 % 的標準溶液(上升 24mm)



(附圖十三)
圖左柳丁為外表顏色 1 級(2/3 黃) , 圖右為外表顏色 2 級(全黃)

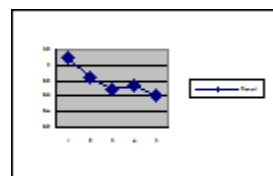
附表一 實驗 1-1

1. 測量數據

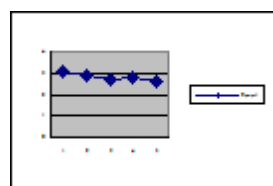
編號	重量	體積	密度	顏色	底部	厚度	甜度
1	94	99	0.95	5	2	3	3.4
2	106	113	0.94	4	2	4	3.5
3	114	120	0.95	4	3	3	2.9
4	116	120	0.97	4	2	3	2.9
5	120	125	0.96	4	3	3	3
6	122	128	0.95	2	3	3	2.9
7	126	132	0.95	3	2	3	2.7
8	130	135	0.96	4	1	3	3.1
9	134	137	0.98	3	1	4	2.6
10	134	138	0.97	5	5	4	3.1
11	134	138	0.97	4	3	2	2.7
12	136	140	0.97	3	2	3	2.8
13	136	140	0.97	2	4	4	2.5
14	136	139	0.98	3	3	4	2.6
15	136	139	0.98	3	2	3	2.9
16	146	149	0.98	3	1	3	2.7
17	146	151	0.97	3	5	3	2.9
18	148	155	0.95	2	3	5	2.5
19	148	152	0.97	4	2	4	2.6
20	148	152	0.97	2	1	3	2.6
21	150	157	0.96	4	1	4	2.6
22	150	156	0.96	3	4	4	3
23	152	158	0.96	5	1	4	2.6
24	152	156	0.97	2	4	4	3
25	152	156	0.97	4	2	2	2.8
26	156	160	0.98	3	4	3	2.9
27	156	162	0.96	3	1	4	2.5
28	156	161	0.97	2	1	4	2.4
29	162	168	0.96	4	1	4	2.6
30	174	180	0.97	2	3	4	2.4

2. 外觀因子與甜度關係

重量	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	3.1	2.83	2.68	2.73	2.6

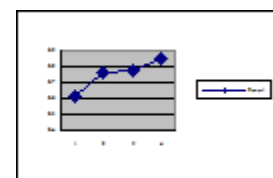


體積	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	3.1	2.85	2.68	2.75	2.57



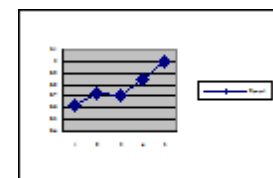
顏色	1	2	3	4	5
個數	0	7	10	9	2
甜度均值	0	2.61	2.76	2.77	2.85

顏色愈黃甜度愈高



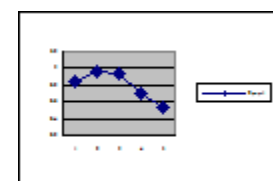
底部	1	2	3	4	5
個數	9	6	7	4	2
甜度均值	2.63	2.73	2.71	2.85	3

底部圓圈愈明顯甜度愈高



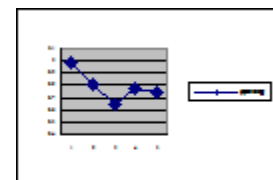
厚度	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	2.84	2.97	2.94	2.69	2.53

呈鋸齒狀，表示厚度與甜度沒有關係



密度	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	2.98	2.8	2.65	2.77	2.75

呈鋸齒狀，表示密度與甜度沒有關係



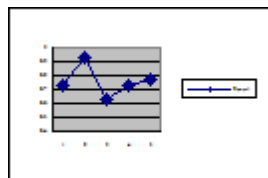
附表二 實驗 1-2

1. 測量數據

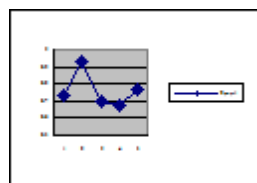
編號	重量	體積	密度	顏色	底部	厚度	甜度
31	129	130	0.99	4	5	4	3.3
32	131	134	0.98	1	2	5	2.5
33	141	142	0.99	3	2	4	2.8
34	143	144	0.99	3	2	4	2.5
35	144	146	0.99	2	4	3	2.8
36	144	145	0.99	2	2	3	2.5
37	145	146	0.99	4	3	2	2.9
38	147	150	0.98	5	1	4	3.2
39	147	149	0.99	4	5	4	2.9
40	149	151	0.99	3	3	4	2.8
41	150	151	0.99	4	4	4	3
42	151	153	0.99	1	5	3	2.8
43	152	154	0.99	5	2	3	2.9
44	153	154	0.99	1	3	5	2.3
45	154	155	0.99	4	2	3	2.6
46	155	157	0.99	2	4	3	2.8
47	155	156	0.99	2	2	3	2.6
48	156	161	0.97	3	2	2	2.6
49	156	158	0.99	3	3	3	3
50	158	160	0.99	2	3	5	2.5
51	158	161	0.98	3	4	3	3.1
52	158	159	0.99	2	3	4	2.6
53	160	165	0.97	4	1	3	3
54	163	165	0.99	1	1	2	2.2
55	169	171	0.99	5	4	4	3
56	172	174	0.99	4	5	3	3
57	174	176	0.99	1	2	4	2.3
58	185	186	0.99	3	1	4	2.9
59	196	199	0.98	3	1	5	2.8
60	204	206	0.99	4	2	3	2.6

2. 外觀因子與甜度關係

重量	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	2.73	2.93	2.63	2.73	2.77

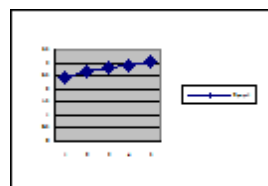


體積	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	2.73	2.93	2.7	2.67	2.77



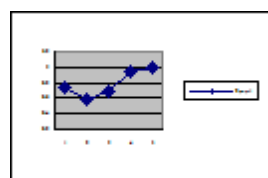
顏色	1	2	3	4	5
個數	5	6	8	8	3
甜度均值	2.42	2.63	2.81	2.91	3.03

顏色愈黃甜度愈高



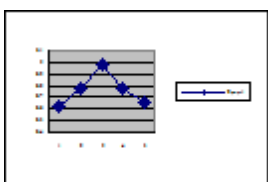
底部	1	2	3	4	5
個數	5	10	6	5	4
甜度均值	2.74	2.59	2.68	2.94	3

底部圓圈愈明顯甜度愈高



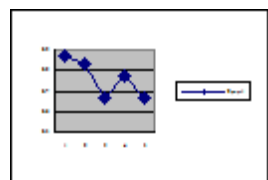
厚度	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	2.63	2.77	2.98	2.77	2.65

呈鋸齒狀，表示厚度與甜度沒有關係



密度	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	2.87	2.83	2.67	2.77	2.67

呈鋸齒狀，表示密度與甜度沒有關係



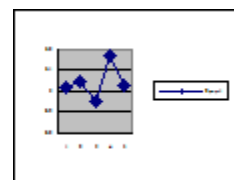
附表三 實驗 1-3

1.測量數據

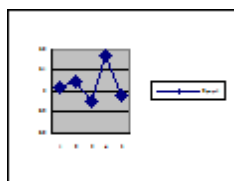
編號	重量	體積	密度	顏色	底部	厚度	甜度
61	104	107	0.97	2	2	2	3.2
62	112	116	0.97	2	3	2	3.3
63	119	123	0.97	1	1	5	2.6
64	120	125	0.96	3	4	1	3.2
65	124	130	0.95	3	3	2	3
66	126	131	0.96	2	2	3	3
67	126	130	0.97	1	1	3	2.6
68	127	132	0.96	2	3	3	3.1
69	127	131	0.97	4	5	4	3.4
70	128	130	0.98	1	1	3	2.7
71	128	132	0.97	4	5	4	3.5
72	130	134	0.97	4	2	4	3
73	123	127	0.97	2	1	3	2.8
74	130	134	0.97	2	2	4	2.9
75	131	135	0.97	2	3	4	3.3
76	133	136	0.98	1	1	2	2.7
77	135	140	0.96	1	1	5	3
78	135	139	0.97	3	2	4	2.8
79	136	140	0.97	3	5	2	3.6
80	136	140	0.97	5	2	4	3.1
81	137	141	0.97	4	4	5	3
82	142	148	0.96	2	1	3	2.7
83	145	148	0.98	5	5	4	3.4
84	146	150	0.97	4	2	5	3.2
85	149	153	0.97	3	1	5	2.8
86	150	156	0.96	3	3	3	3.1
87	152	156	0.97	3	4	3	3.3
88	155	158	0.98	5	1	4	3
89	158	160	0.99	4	4	5	3.3
90	160	167	0.96	3	3	5	2.7

2. 外觀因子與甜度關係

重量	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	3.02	3.05	2.95	3.17	3.03

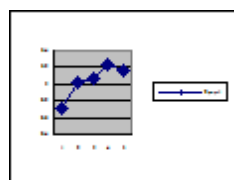


體積	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	3.02	3.05	2.95	3.17	2.98



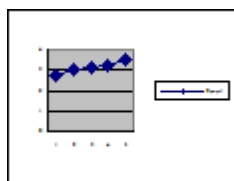
顏色	1	2	3	4	5
個數	5	8	8	6	3
甜度均值	2.72	3.03	3.06	3.23	3.16

顏色愈黃甜度愈高



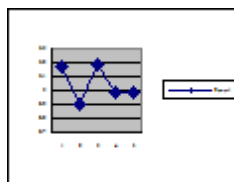
底部	1	2	3	4	5
個數	9	7	6	4	4
甜度均值	2.76	3.02	3.08	3.2	3.47

底部圓圈愈明顯甜度愈高



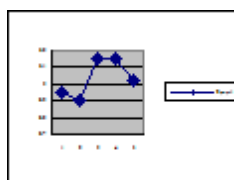
厚度	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	3.17	2.9	3.18	2.98	2.98

呈鋸齒狀，表示厚度與甜度沒有關係



密度	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	2.95	2.9	3.15	3.15	3.02

呈鋸齒狀，表示密度與甜度沒有關係



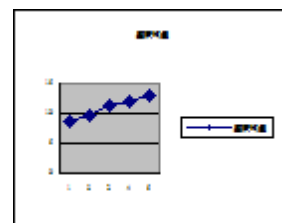
附表四 實驗 2-1

1. 測量數據

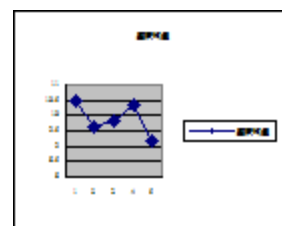
編號	顏色	底部	厚度	重量	體積	密度	甜度
1	5	1	4.5	128	139	0.92	8
2	5	1	4.5	105	112	0.94	8
3	5	1	5	120	130	0.92	8
4	3	1	7	131	150	0.87	8
5	1	1	3.5	143	147	0.97	9
6	2	1	3.5	124	134	0.93	9
7	4	1	3.5	144	151	0.95	9
8	2	1	4	127	136	0.93	9
9	3	1	4	118	128	0.92	9
10	1	1	4.5	116	130	0.89	9
11	5	2	5	121	135	0.90	9
12	2	2	5	110	125	0.88	9
13	3	2	5	133	144	0.92	9
14	3	2	6	108	120	0.90	9
15	1	2	3.5	122	146	0.84	10
16	1	2	3.5	141	150	0.94	10
17	4	2	4	137	147	0.93	10
18	2	2	4	110	128	0.86	10
19	4	2	4	135	143	0.94	10
20	2	2	5	120	136	0.88	10
21	4	2	5	122	134	0.91	10
22	5	3	5	130	139	0.94	10
23	2	3	3	123	130	0.95	11
24	4	3	3	127	134	0.95	11
25	3	3	4	125	135	0.93	11
26	3	3	3.5	132	137	0.96	12
27	4	3	4	117	128	0.91	12
28	1	3	4	129	136	0.95	12
29	5	4	5	122	133	0.92	12
30	1	5	4	132	147	0.90	13

2. 外觀因子與甜度關係

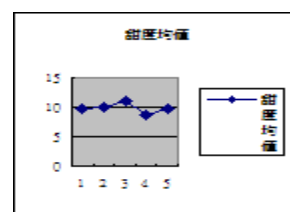
底部	1	2	3	4	5
個數	10	11	7	1	1
甜度均值	8.6	9.64	11.28	12	13



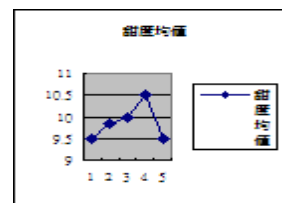
顏色	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	10.5	9.66	9.83	10.33	9.16



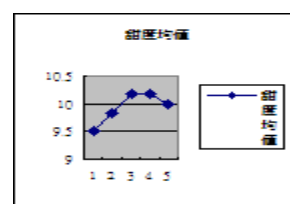
厚度	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	9.83	10	11	8.67	9.83



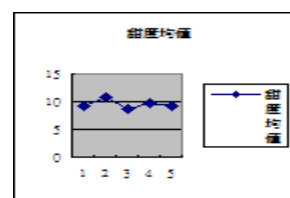
重量	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	9.5	9.83	10	10.5	9.5



體積	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	9.5	9.83	10.17	10.17	10



密度	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	9.33	10.83	8.67	9.83	9.17



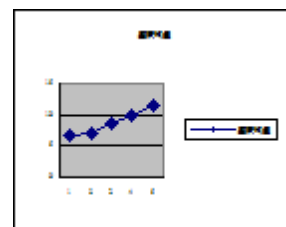
附表五 實驗 2-2

1. 測量數據

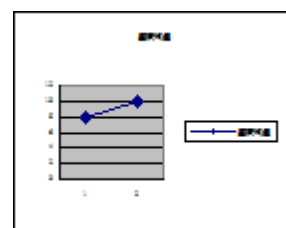
編號	顏色	底部	厚度	重量	體積	密度	甜度
1	1	1	4.5	95	101	0.94	6
2	2	1	5	125	132	0.95	6
3	1	1	3	105	108	0.97	7
4	2	1	5	99	109	0.91	7
5	1	1	4	118	127	0.93	7
6	1	1	4	118	123	0.96	7
7	1	2	3.5	121	127	0.95	7
8	1	2	3	132	138	0.96	7
9	1	2	3.5	109	113	0.96	7
10	1	2	4	121	128	0.95	7
11	1	2	4	119	125	0.95	7
12	1	2	4	127	137	0.93	7
13	1	3	3.5	130	135	0.96	8
14	1	3	4	122	132	0.92	8
15	1	3	4.5	135	142	0.95	9
16	2	3	4.5	105	116	0.91	9
17	2	3	4	138	148	0.93	9
18	2	3	4	129	138	0.93	9
19	2	4	3.5	132	140	0.94	10
20	1	4	4.5	122	132	0.92	10
21	1	4	3	122	128	0.95	10
22	2	4	4	117	126	0.93	10
23	2	4	3.5	128	130	0.98	10
24	2	4	4	121	126	0.96	10
25	2	5	4	110	114	0.96	11
26	1	5	4.5	125	132	0.95	11
27	2	5	3	116	122	0.95	11
28	2	5	3.5	125	129	0.97	11
29	2	5	3.5	140	142	0.99	12
30	2	5	4	132	136	0.97	13

2. 外觀因子與甜度關係

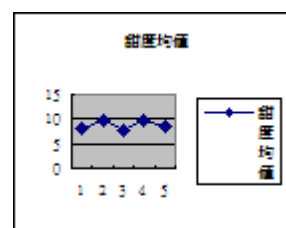
底部	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	6.67	7	8.67	10	11.5



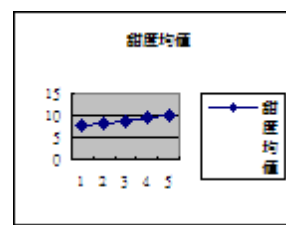
顏色	1	2
個數	16	14
甜度均值	7.81	9.85



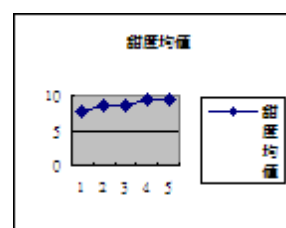
厚度	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	8.17	9.67	7.83	9.67	8.5



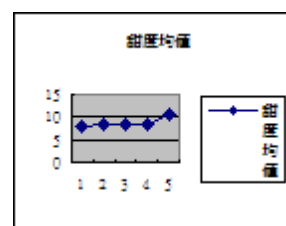
重量	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	7.83	8.17	8.5	9.33	10



體積	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	7.83	8.67	8.5	9.5	9.33



密度	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	8	8.33	8.55	8.33	10.67



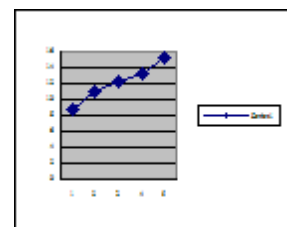
附表六 實驗 2-3

1.測量數據

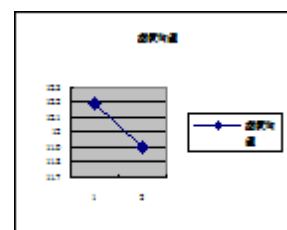
編號	顏色	底部	厚度	重量	體積	密度	甜度
1	1	1	3.5	121	124	0.98	7
2	1	1	3.5	103	107	0.96	8
3	2	1	5	109	113	0.96	8
4	1	1	3	105	110	0.95	9
5	2	1	5	114	119	0.96	10
6	2	1	3.5	109	112	0.97	10
7	1	2	3	104	107	0.97	10
8	2	2	4	112	116	0.97	11
9	2	2	3.5	94	101	0.93	11
10	1	2	5	114	122	0.93	11
11	2	2	4	126	131	0.96	11
12	2	2	4	111	115	0.97	12
13	1	3	4	104	107	0.97	12
14	2	3	3.5	97	102	0.95	12
15	2	3	3	118	122	0.97	12
16	1	3	3	107	110	0.97	12
17	2	3	5	123	132	0.93	12
18	1	3	3	99	104	0.95	13
19	1	4	3	111	118	0.94	13
20	2	4	3	114	118	0.97	13
21	2	4	4	106	114	0.93	13
22	1	4	4	118	127	0.93	13
23	1	4	3	112	119	0.94	14
24	2	4	3	105	107	0.98	14
25	1	5	3.5	116	120	0.97	14
26	1	5	3	127	134	0.95	15
27	2	5	3.5	124	128	0.97	15
28	2	5	4	100	110	0.91	15
29	1	5	3	112	120	0.93	16
30	1	5	4	117	128	0.91	16

2. 外觀因子與甜度關係

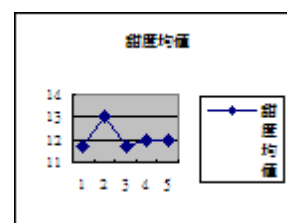
底部	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	8.67	11	12.16	13.33	15.16



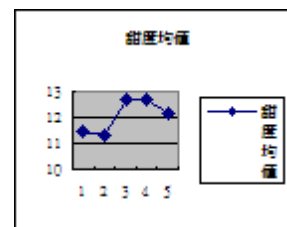
顏色	1	2
個數	15	15
甜度均值	12.2	11.9



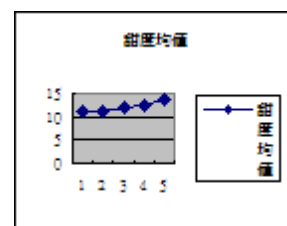
厚度	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	11.67	13	11.67	12	12



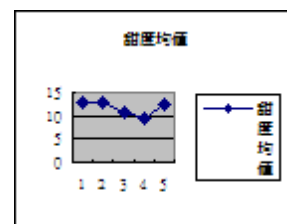
重量	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	11.5	11.33	12.67	12.67	12.17



體積	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	11	11.33	12	12.33	13.67



密度	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	13	12.83	10.83	9.5	12.5



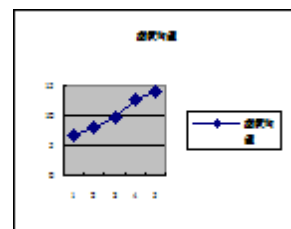
附表七 實驗 2-4

1. 測量數據

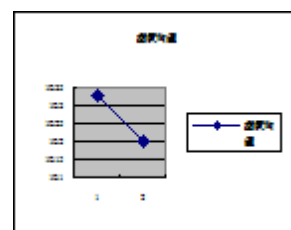
編號	顏色	底部	厚度	重量	體積	密度	甜度
1	1	1	3.5	135	142	0.95	6
2	2	1	3	127	134	0.95	6
3	2	1	3.5	117	122	0.96	7
4	1	1	3.5	123	128	0.96	7
5	1	1	3.5	122	132	0.92	7
6	2	1	4	103	105	0.98	7
7	2	2	3.5	128	135	0.95	7
8	1	2	4	124	132	0.94	7
9	2	2	3	118	123	0.96	8
10	1	2	4	129	138	0.93	8
11	2	2	4	135	143	0.94	9
12	1	2	4	100	108	0.93	9
13	2	3	3.5	116	125	0.93	9
14	1	3	3.5	105	115	0.91	9
15	2	3	3	118	124	0.95	10
16	2	3	3	121	127	0.95	10
17	1	3	3	120	124	0.97	10
18	1	3	4	111	115	0.97	11
19	2	4	4	133	140	0.95	12
20	1	4	4	122	130	0.94	12
21	2	4	3	123	130	0.95	13
22	2	4	3.5	109	118	0.92	13
23	1	4	3	98	120	0.82	13
24	1	4	3	128	132	0.97	13
25	2	5	3	105	114	0.92	13
26	2	5	4	112	120	0.93	14
27	1	5	3.5	105	120	0.88	14
28	1	5	3.5	125	136	0.92	14
29	2	5	3	109	118	0.92	15
30	1	5	3.5	106	118	0.90	15

2. 外顯因子與甜度關係

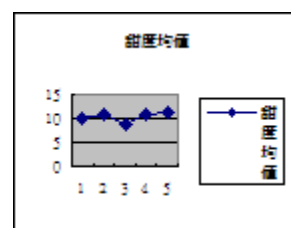
底部	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	6.66	8	9.83	12.66	14.16



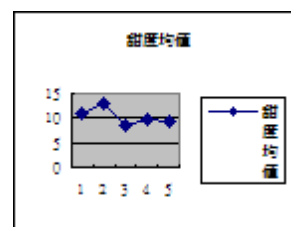
顏色	1	2
個數	15	15
甜度均值	10.33	10.2



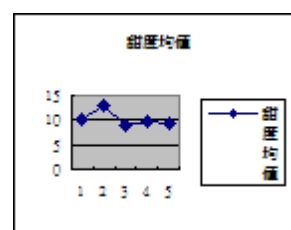
厚度	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	9.83	10.83	8.67	10.83	11.17



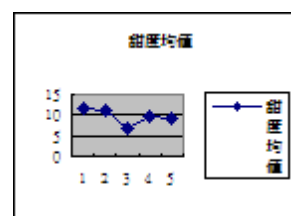
重量	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	10.83	12.83	8.67	9.83	9.17



體積	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	10.33	13	9	9.67	9.33



密度	1	2	3	4	5
個數	6	6	6	6	6
甜度均值	11.83	11.33	6.67	9.83	9.33



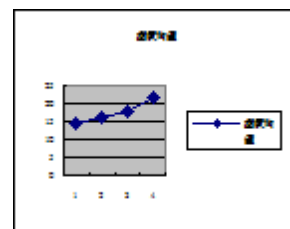
附表八 實驗 2-5

1. 測量數據

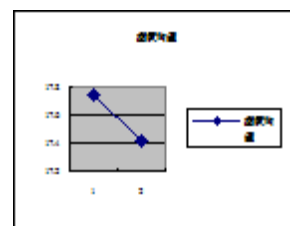
編號	顏色	底部	厚度	重量	體積	密度	甜度
1	2	1	4.5	102	109	0.94	13
2	1	1	3	95	104	0.91	14
3	1	1	3.5	102	110	0.93	15
4	2	1	4.5	101	111	0.91	15
5	1	1	2.5	110	119	0.92	15
6	1	1	3.5	113	122	0.93	15
7	2	2	4	100	108	0.93	16
8	2	2	4	100	108	0.93	16
9	2	2	3.5	101	108	0.94	16
10	2	2	3.5	110	117	0.94	16
11	2	2	4	96	104	0.92	17
12	1	2	2.5	110	121	0.91	17
13	2	3	5.5	121	127	0.95	17
14	2	3	4.5	93	102	0.91	18
15	1	3	3	96	104	0.92	18
16	1	3	4	109	120	0.91	18
17	1	3	4	121	129	0.94	18
18	1	3	4	100	106	0.94	19
19	2	4	4.5	100	112	0.89	20
20	1	4	3.5	95	109	0.87	21
21	1	4	2.5	97	109	0.89	21
22	1	4	2.5	107	120	0.89	22
23	2	4	2.5	112	124	0.90	22
24	2	4	2.5	93	106	0.88	23

2. 外顯因子與甜度關係

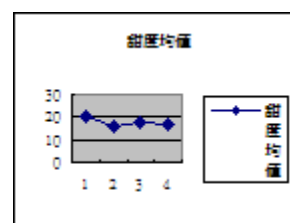
底部	1	2	3	4
個數	6	6	6	6
甜度均值	14.5	16.33	18	21.5



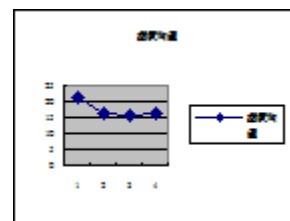
顏色	1	2
個數	15	15
甜度均值	17.75	17.42



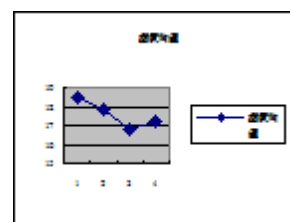
厚度	1	2	3	4
個數	6	6	6	6
甜度均值	20	15.67	17.67	17



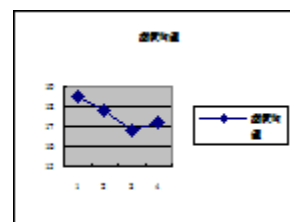
密度	1	2	3	4
個數	6	6	6	6
甜度均值	21.5	16.5	15.83	16.5



重量	1	2	3	4
個數	6	6	6	6
甜度均值	18.5	17.83	16.83	17.17



體積	1	2	3	4
個數	6	6	6	6
甜度均值	18.17	17.83	16.83	17.17



中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國中組 理化科

031610

重不重有關係嗎？柳丁甜度之研究

臺北市立麗山國民中學

評語：

1. 能從日常生活中的經驗出發，進一步做比較多量的探討，是本件作品的一項優點。
2. 甜度計的設計，製作與校正具創意。
3. 報告中對實驗過程中相關變因的控制，缺乏比較詳細的說明。