

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

■國中組 □普高組 □技高組 成果報告格式

題目名稱：蕃茄甜不甜？數據來發言—從鹽水浮沉、色彩與密度找答案

一、摘要

我們很喜歡吃小蕃茄，它具有很高的營養成分，可是有時吃到外觀鮮紅的蕃茄時，仍然非常酸，這引起我們的好奇，於是研究設計包含五大面向：小蕃茄的糖度分布、糖度與鹽水濃度、糖度與密度、糖度與色彩 RGB 數值，以及密度與色彩 RGB 的關係。實驗中使用數位糖度計、掌上型鹽度計、自製拍攝裝置等工具，並以「聖女小蕃茄」為樣本進行多次測量與統計分析。

經由統計分析發現：一、小蕃茄的頭尾糖度差異不顯著，因此以中段取汁測量即可。二、小蕃茄浮在不同濃度的鹽水，其糖度有顯著差異，浮在濃度較高鹽水中的蕃茄其糖度也較高。三、實際測量小蕃茄的密度，其密度與糖度亦有中等顯著的正相關（ $r=0.62$ ），代表密度高的小蕃茄較甜。四、糖度與綠色（G 值）有顯著負相關，表示偏綠的小蕃茄通常較不甜；而紅色（R 值）與糖度亦呈現一定程度的負相關。五、密度與紅色（G 值）有顯著負相關，表示越紅的小蕃茄不一定比較甜。

在生活應用上，此研究可幫助一般民眾與販售者更有效地篩選出甜度較高的小蕃茄，避免憑外觀誤判。期望未來可進一步探討茄紅素與果膠酶對糖度的影響，以提升預測準確性與應用層面。

二、探究題目與動機

有一天，媽媽從菜市場帶回了一大袋鮮豔的小蕃茄。向來對蕃茄情有獨鍾的我，迫不及待地探頭往袋子裡看，發現其中有些蕃茄紅通通的，有些卻還泛著淡淡的青色。我毫不猶豫地挑了一顆看起來最鮮紅飽滿的蕃茄，滿心期待地咬了一口，沒想到酸澀的滋味瞬間蔓延開來，酸到讓我整張臉都皺成了一團。我心裡不禁納悶：「奇怪，這顆明明這麼紅，怎麼還這麼酸呢？」隔天在學校用餐時，剛好也出現了小蕃茄這道水果，但許多同學卻紛紛皺著眉頭，表示不喜歡小蕃茄那酸酸的口感。這個經驗讓我們產生了好奇：有沒有可能透過一種非侵入式的檢測方式，篩選出一般大眾普遍認為較甜、較美味的小蕃茄呢？

為了釐清這個疑問，我們決定進一步探討並設計一系列的實驗，深入驗證非侵入式方法測定蕃茄甜度的可行性，希望未來能讓每個人都能輕鬆挑選到鮮甜美味的小蕃茄。

三、探究目的與假設

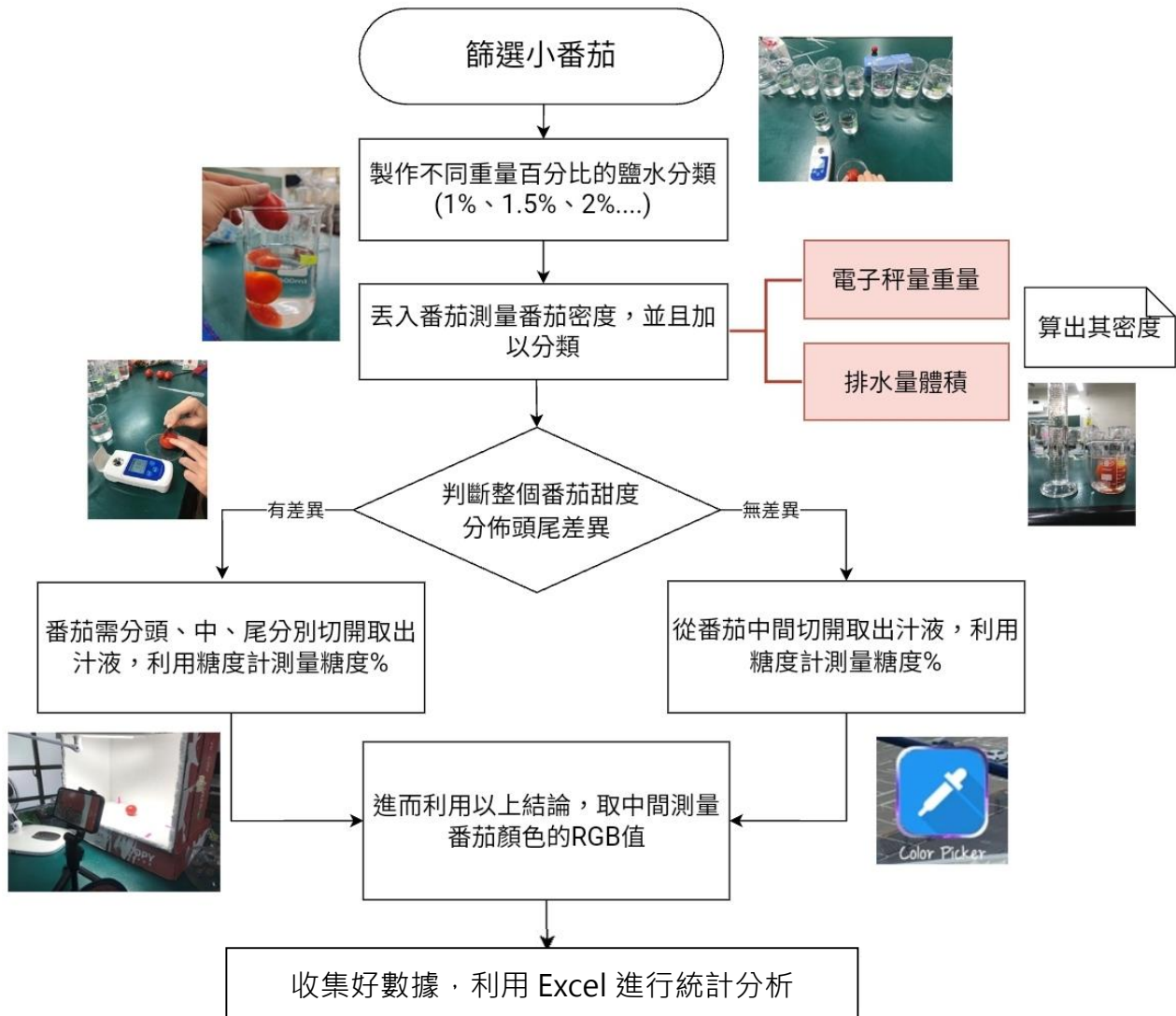
閩南語俗諺有云：「鳳梨頭，西瓜尾」，意指許多水果的甜度在不同部位會有明顯差異。我們因此好奇，小蕃茄是否也存在這種頭尾糖度分布不均勻的情形？也想知道如何挑選美味的蕃茄，為了進一步釐清這些疑問，我們設計了以下研究目的：

- (一) 探討小蕃茄整體的糖度分布
- (二) 探討小蕃茄糖度與鹽水濃度之關係
- (三) 探討小蕃茄糖度與密度之關係

- (四) 探討小蕃茄糖度與色彩 RGB 之關係
 (五) 探討小蕃茄密度與色彩 RGB 之關係

四、探究方法與驗證步驟

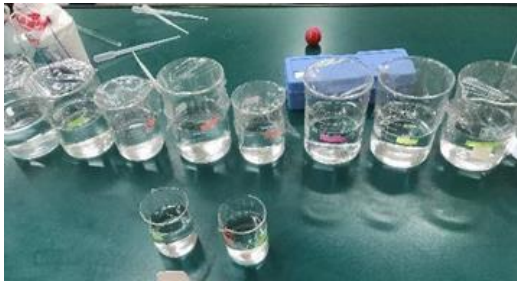
依據上方的研究目的繪製出研究流程圖。我們必須優先配置鹽水來篩選小蕃茄，實驗小蕃茄的品種為「聖女小蕃茄」。



(一)實驗設備

數位式糖度計	掌上型鹽度糖度計	自製小蕃茄拍攝裝置
		

配出不同濃度的鹽水



微量電子秤

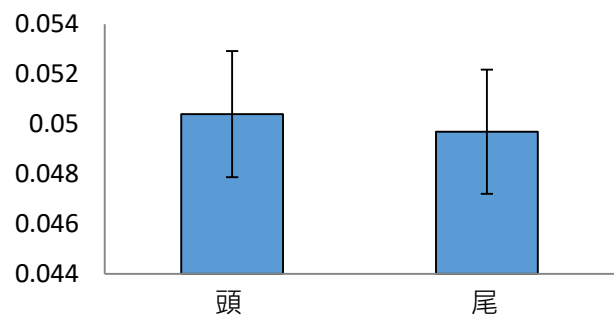


(二)了解小蕃茄整體的糖度分布

為了探討小蕃茄頭尾部位之間糖度是否存在顯著差異，我們選取 30 顆小蕃茄，依序投入濃度為 1%、2%、3% 的鹽水溶液中進行密度分級。首先，將全部小蕃茄放入 1% 鹽水中，並將漂浮於表面的蕃茄取出。接著將仍沉於底部的蕃茄撈起擦乾，再投入濃度為 2% 的鹽水中，重複前述步驟。最後，再將依然沉於 2% 鹽水的小蕃茄擦乾，投入濃度為 3% 的鹽水中，直到所有蕃茄皆完成密度分類。

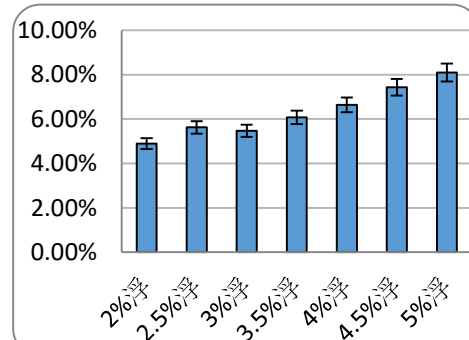
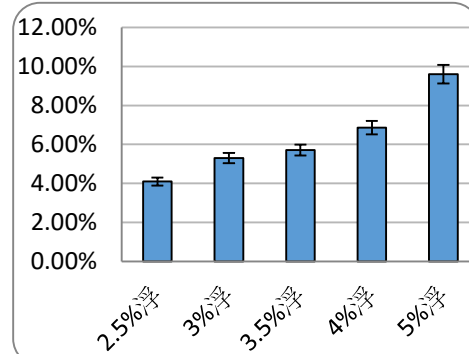
分類完成後，我們將每顆小蕃茄從中間橫切成頭尾兩個部分，分別取出汁液樣本，利用糖度計精確測定並比較其糖度差異，以驗證研究之假設。由右圖的誤差線可知小蕃茄的頭尾糖度「並未達到顯著差異」。因此決定小蕃茄由中間切開取中間汁液測量糖度。

小蕃茄頭尾糖度是否有無差異



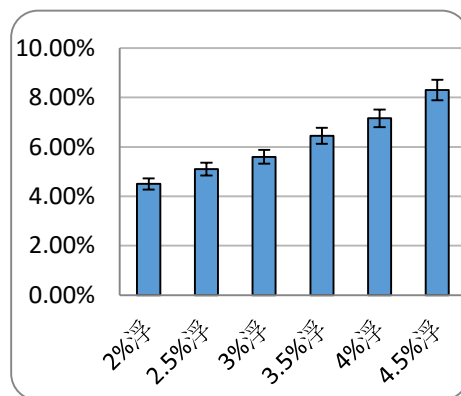
(三)探討小蕃茄糖度與鹽水濃度之關係

將小蕃茄依序投入不同濃度的鹽水溶液中，逐步篩選出漂浮於各濃度階段的小蕃茄，並將其分別置入標記清楚的燒杯內，以便區分與分析。分類完成後，再將已依密度分類完畢的小蕃茄逐顆切開，分別取樣測定其汁液糖度，並利用糖度計精確測量與記錄。測定過程與分類操作皆重複進行三次，以確保實驗數據的可靠性與準確性。最後將每組實驗所得之糖度數據詳實記錄，利用 Excel 軟體進行資料彙整、統計分析，並整理出三次的實驗結果，如右方三張統計長條圖所呈現，其三次結果呈現一致性。



也可由上面所呈現誤差線知道「當小蕃茄浮於不同的鹽水濃度時，小蕃茄浮於的鹽水濃度越高，蕃茄的糖度就越高」。

有了以上結果，我們將實際測量每顆蕃茄的重量與體積來計算密度，體積採用排水法測量體積，並使用手機軟體 APP「color picker」擷取小蕃茄色澤的 RGB。利用收集到的數據進行相關分析。

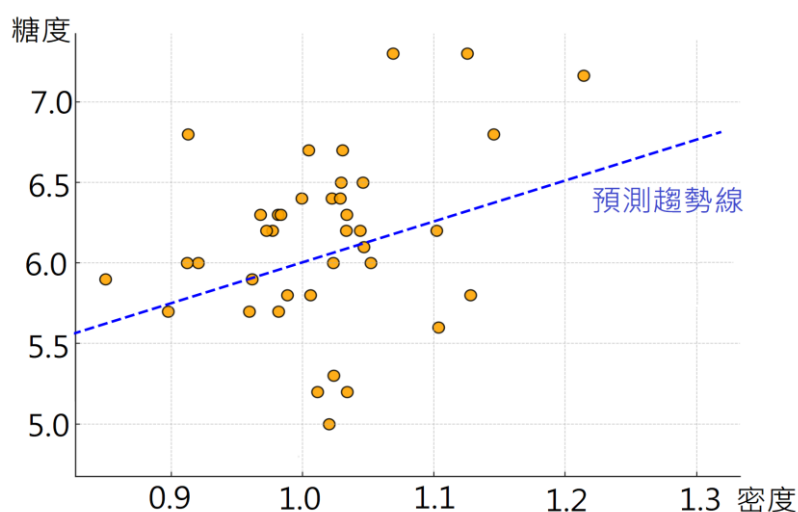


五、結論與生活應用

(一)結論

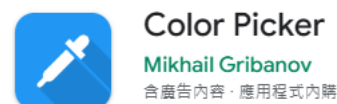
1. 探討小蕃茄糖度與密度之關係

我們利用 Excel 的資料分析功能，計算密度與糖度的相關性，所得的相關係數為 0.62，代表密度與糖度間具有中等程度正相關，且具統計顯著性 ($p < 0.05$)。下圖呈現糖度與密度的散布圖，並繪製預測的趨勢線，所代表的意義是當小蕃茄的密度越高時，糖度便會越高，這與我們所蒐集的資料結論一致[1]。



2. 探討小蕃茄糖度與色彩 RGB 之關係

我們使用手機軟體 APP「color picker」(如右圖)來取出小蕃茄的 R(紅色)、G(綠色)、B(藍色)數值，根據資料所得到 RGB 與糖度的相關係數，羅列如下表格：



色彩	與糖度的相關係數	P 值	顯著性判斷
R	-0.245	0.100	不顯著 ($p > 0.05$)
G	-0.390	0.007	顯著 ($p < 0.05$)
B	0.179	0.233	不顯著 ($p > 0.05$)

由以上表格可知，當綠色數值與糖度呈現顯著的負相關，表示小蕃茄的糖度較高時，綠色數值越低，雖然紅色與藍色並未與糖度有達到 0.05 的顯著正相關，但紅色部分 p 值也達到了 0.01，表示紅色數值與糖度也有較弱的負相關，顯示越紅的小蕃茄不一定比較甜。另外，我們同時也繪製出糖度與色彩 R、G、B 各別的相關係數表，其相關係數均未達顯著水準。

相關係數	R	G	B	糖度
R	1.0	0.23	-0.14	-0.245
G		1	0.06	-0.390***
B			1	0.179
糖度				1

註：*** $p < 0.001$

3. 探討小蕃茄密度與色彩 RGB 之關係

接續上方所收集的數據，繼續進行小蕃茄密度與色彩 R、G、B 的相關分析，分析結果如下表格所呈現，發現密度與 R 呈現中度負相關，且達顯著水準。表示小蕃茄密度越高，紅色數值較低。

色彩	與密度的相關係數	P 值	顯著性判斷
R	-0.306	0.038	顯著 ($p < 0.05$)
G	0.201	0.181	不顯著 ($p > 0.05$)
B	0.069	0.645	不顯著 ($p > 0.05$)

透過上方表格可知，當蕃茄成熟時變紅，紅的顏色持續加深時、內部可能變鬆軟（密度下降），而綠色顏色值越高，密度有微上升的傾向，表示還沒完全成熟的蕃茄偏綠，密度反而更緊實。至於藍色是幾乎沒有關連性。因此，我們發現 RGB 和密度確實有某些關聯性，特別是 R 與 G，不過單靠 RGB 難以完全準確預測密度，但可以作為品質預判的「參考特徵」，此與我們的參考資料吻合[4]。

(二)生活應用

我們希望在日常生活中可以在不破壞小蕃茄的情況下，就可以知道該小蕃茄的糖度，能讓消費者可以清楚得知所購買的小蕃茄的品質如何。於是將所收集到的糖度數據，尋找其中位數為 6.0，將其分成兩大類，分別為低糖與高糖，將其 RGB 的平均數進行 t 檢定，如下方表格。發現紅色與綠色皆有達到顯著差異，藍色雖未達到顯著水準，但也可以提供參考。

小蕃茄糖度	平均 R	平均 G	平均 B
低糖 (糖度 ≥ 6.0)	173.42	53.62	31.95
高糖 (糖度 > 6.0)	169.13	48.95	33.82
t 檢定	1.96*	2.68**	-1.52
註：* $p < 0.05$ ，** $p < 0.01$			

因此，作為消費者，若要根據這些小蕃茄的 RGB 與糖度數據來挑選「甜度較高」的小蕃茄，可以使用以下幾個實用的觀察建議

1. 顏色傾向：利用手機 APP 擷取色彩

(1)紅色 (R)：不需特別高，170 左右即可→ 顏色不會是非常鮮紅

(2)綠色 (G)：明顯較低 (< 50) → 顏色偏暗或少綠

(3)藍色 (B)：略高 (> 33) → 帶有一點紫或深紅感

2. 挑選建議：

(1)顏色不要太鮮紅

①太亮紅 (高 R 值) 反而可能是偏低糖的小蕃茄。

②偏深紅或略帶紫的紅比較可能是高糖的。

(2)避免偏橘或偏淺紅的

偏橘代表綠成分 (G) 高，這和數據中低糖蕃茄的特徵相符。

(3)看起來有點深沉紅或紫紅色會比較甜

(三)未來展望

1. 本實驗以聖女小蕃茄為研究樣本，因其為超市最容易買到的蕃茄品種，未來可嘗試其他種類的小蕃茄是否與聖女有相同的結果。
2. 我們曾用 3D 建模繪製小蕃茄的立體模型來藉此求出體積，但繪製結果往往不如預期，只好改採傳統排水法來測量體積。究其原因，可能我們在短時間之內無法全面理解 3D 建模的繪製方式，未來若有機會可用 3D 建模方式求出體積以增加實驗的正確性。
3. 未來可以使用萃取茄紅素的方式進行糖度分析
4. 果膠酶 (Pectinase) 主要作用於植物細胞壁中的果膠 (Pectin)，能夠分解果膠，使細胞壁結構變得鬆散，進而影響果實的軟化過程。因此，當小蕃茄過熟時，果膠酶活性上升，果膠物質可能被進一步代謝，更容易產生汁液，甚至轉化為其他有機酸，導致甜度下降。因此未來可以果膠酶為研究方向探討對小蕃茄糖度的影響。

參考資料

1. 小蕃茄丟進糖水裡，就能輕鬆分辨出甜度！專家用科學角度曝背後原理。取自：
<https://www.storm.mg/lifestyle/4228975>
2. 如何挑選小蕃茄 | 小蕃茄品種剖析。取自：<https://greenbox.tw/Blog/BlogPostNew/4113/?srsltid=AfmBOorCmTfwnmaCWfrIaQqBMk42zvVo0nZAHdie5vvMk8ghu-UeKxsL>
3. 蕃茄選渾圓鮮紅才甜？好吃紅蘿蔔要挑粗壯的？都錯！日本專家授挑選祕訣。取自：
<https://health.tvbs.com.tw/life/349056>
4. 蕃茄栽培管理。取自：https://kmweb.moa.gov.tw/redirect_files.php?id=10749 (參考柒、採收部分)
5. 林羿葦 李振寧 趙禹昕(2023)。甜葡萄追緝令—自製非侵入式糖度篩選法。中華民國第 63 屆中小學科展作品。取自：<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/63/pdf/NPHSF2023-082921.pdf?0.5899028018238215>