

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

⑤國中組 ☐普高組 ☐技高組 成果報告格式

題目名稱：花青素的力量~花青素之抗氧化程度之優劣

一、摘要

在健康意識抬頭的趨勢下，天然植物中所含的抗氧化物質，如花青素，逐漸成為食品與飲品中重要的功能成分。花青素具備優異的抗氧化與抗菌能力，近年也被應用於食品保存與天然著色劑的開發中。本研究從蝶豆花與紫甘藍中萃取花青素水溶液，探討其對豆漿酸敗速率的影響。

本實驗分為兩組：蝶豆花水溶液與紫甘藍水溶液，並設定三種儲存條件（常溫約 25°C、冷藏約 4°C、光照環境約 25°C）模擬日常儲存情境。每組樣本皆定期測量 pH 值，作為酸敗程度與抗氧化效果的指標。結果顯示，兩種花青素來源均能延緩豆漿 pH 值下降，其中蝶豆花表現略優，冷藏條件下效果最佳。光照則顯著降低花青素穩定性，導致抗氧化效果下降。

本研究證實花青素對食品腐敗有潛在抑制作用，並顯示儲存環境對其穩定性與效果有重要影響，提供未來天然抗氧化應用方向的參考依據。

二、探究題目與動機

近年來，手搖飲風靡全台，成為青少年日常飲品的重要選擇。然而，隨著糖尿病等慢性疾病日益普遍，消費者對健康飲食的關注也逐漸升高，許多飲料店開始主打天然、減糖與無添加的健康訴求。其中，含有蝶豆花的手搖飲因為具有夢幻漸層顏色與「天然花青素」的健康標示，廣受學生歡迎。我們進一步查詢資料後發現，蝶豆花（*Clitoria ternatea*）含有豐富的花青素，其抗氧化能力為多種天然植物中最強之一（Gonzales et al., 2015），可有效中和自由基、延緩氧化反應，並具有一定抗菌效果。此外，紫甘藍（*Brassica oleracea*）同樣富含花青素，且取得容易，是實驗中常見的天然抗氧化劑來源。

花青素的應用不限於營養保健，亦逐漸被研究應用於食品保鮮領域，可能取代傳統化學抗氧化劑如亞硝酸鹽，降低致癌風險（Khoo et al., 2017）。因此我們提出假設：**天然植物中的花青素能夠延緩豆漿的酸敗，進而提高食品保存期限與安全性。**

我們選擇豆漿作為研究對象，主要是因其富含蛋白質與水分，容易酸敗，且在台灣學生日常飲食中極為常見。本研究希望從日常生活出發，結合課堂所學的 **pH 變化、溫度與光照對反應的影響、食品腐敗原理**等科學概念，進行科學實驗並探討其應用潛力。

三、探究目的與假設

一、研究目的

本研究旨在探討兩種富含花青素的天然植物（蝶豆花與紫甘藍）所萃取之水溶液對豆漿酸敗速率的影響，並比較其抗氧化能力在不同儲存條件（常溫、冷藏、光照）下的表現，以評估其食品保鮮應用的潛力。

二、研究假設

在冷藏條件 (約 4°C) 下，豆漿的酸敗速率較慢，pH 下降較不明顯，顯示低溫可延緩酸敗過程 (Chin et al., 2016)。

在光照條件下 (約 25°C 並持續光照)，花青素可能因光敏性降低活性，導致抗氧化效果較差，豆漿 pH 下降速度較快 (Wallace & Giusti, 2008)。

蝶豆花與紫甘藍的花青素來源不同，可能導致抗氧化效果的強弱有別，需透過實驗比較。隨著植物水溶液濃度增加，其抗氧化效果可能隨之提升，延緩豆漿酸敗的能力也越強，但可能存在最佳濃度點。

四、探究方法與驗證步驟

一、實驗一 (蝶豆花水溶液)：

(一) 實驗目的：探討蝶豆花水溶液對豆漿酸敗的影響

(二) 實驗器材與材料：加熱攪拌器、1000mL 燒杯、玻璃棒、濾紙、鐵架、漏斗、試管、試管架、量筒、滴管、保鮮膜、酸鹼度計、血清瓶、豆漿、蝶豆花瓣

(三) 實驗流程：

1. 溶解花青素：

(1) 取 20g 的蝶豆花瓣和 300mL 的水倒入 1000mL 的燒杯中。

(2) 以攪拌加熱器加熱溶液，提高花青素溶解量，並適時以玻棒攪拌。

2. 過濾：

(1) 加熱 20 分鐘，蝶豆花中的花青素大致上全數溶出，接著開始過濾雜質。

(2) 將花青素水溶液裝入血清瓶，置於冰箱中冰存。

3. 以「豆漿 + 蝶豆花水溶液」混合液製作五組試管樣本，分別對應不同濃度，形成劑量梯度，配製比例如下表所示。

試管	豆漿 (mL)	花青素溶液 (mL)	蒸餾水 (mL)	說明
一	10.0	0	10.0	無花青素
二	10.0	2.5	7.5	最低濃度
三	10.0	5.0	5.0	低濃度
四	10.0	7.5	2.5	中濃度
五	10.0	10.0	0	高濃度

4. 不同條件 (冷藏 4°C、暗室且室溫、室溫光照) 下，檢測花青素對豆漿 pH 值的影響。

(1) 將蝶豆花水溶液、水、豆漿依一定比例

混合加入試管，如下：，並將保鮮膜套在試管邊緣上，使其成為密閉空間 (避免

灰塵、棉絮等進入試管，影響實驗結果)。



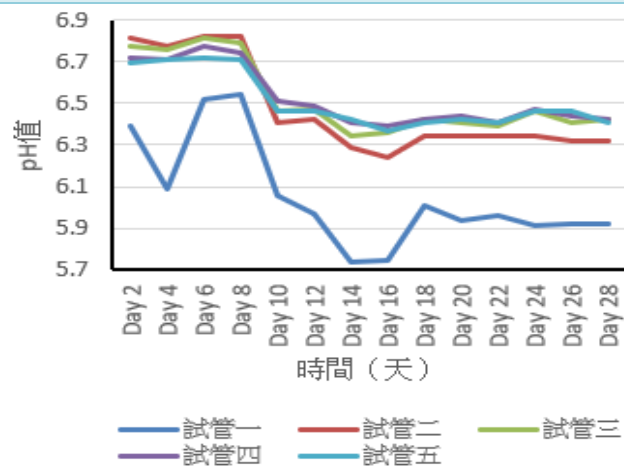
圖一酸鹼度計

(2) 使用 PASCO 酸鹼度計 (如圖 1) 每兩天收集實驗數據。

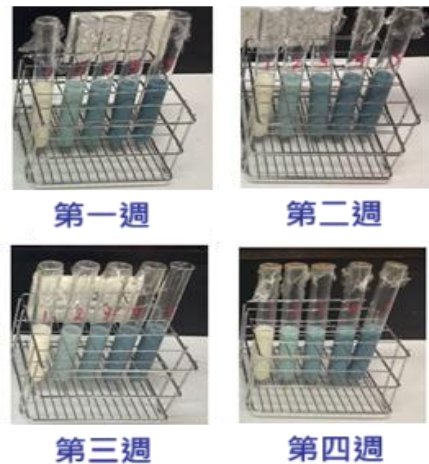
(四) 實驗結果：

不同濃度的花青素溶液，豆漿 pH 值隨時間變化圖（冷藏）

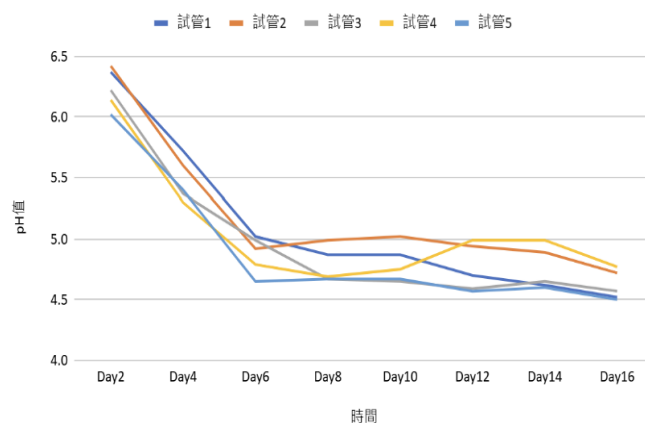
實驗結果（冷藏）



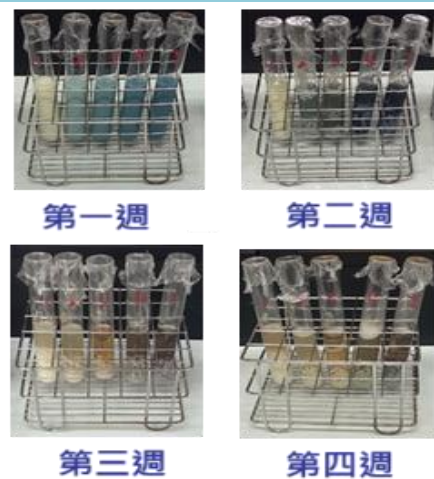
研究照片（冷藏）



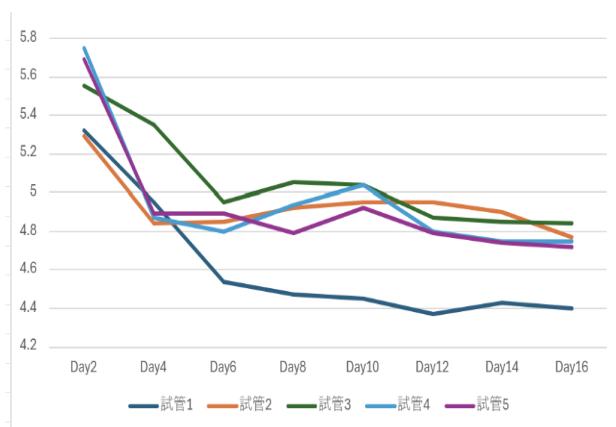
實驗結果（暗室且室溫）



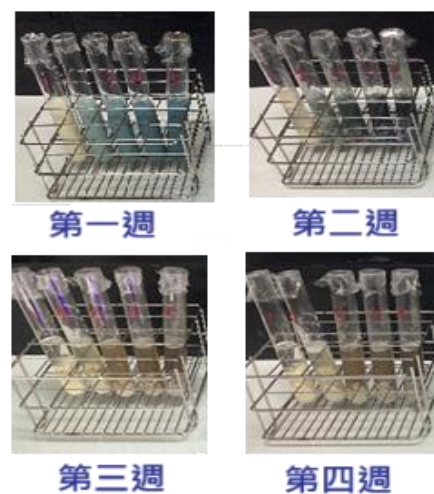
研究照片（室溫）



實驗結果（室溫光照）



研究照片（光照）



二、實驗二：探討紫甘藍水溶液對豆漿酸敗的影響

(一) 實驗目的：探討蝶豆花水溶液對豆漿酸敗的影響

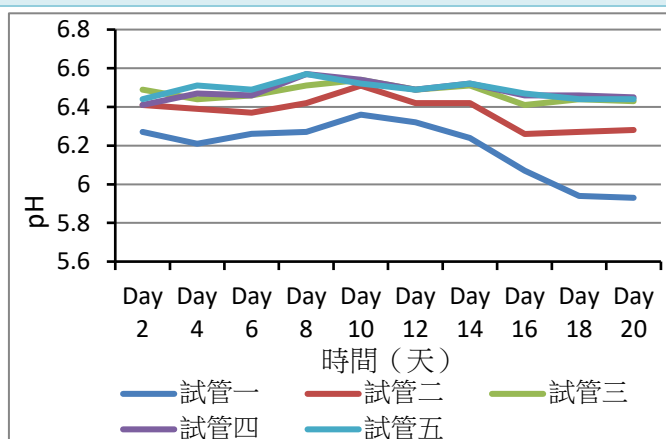
(二) 實驗器材與材料：同實驗一，僅花青素來源取自於紫甘藍

(三) 實驗流程：同實驗一

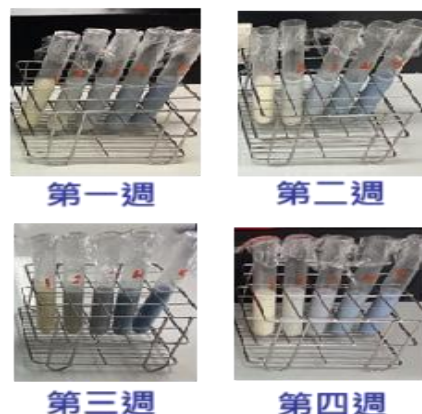
(四) 實驗結果：

不同濃度的花青素溶液，豆漿 pH 值隨時間變化圖（室溫）

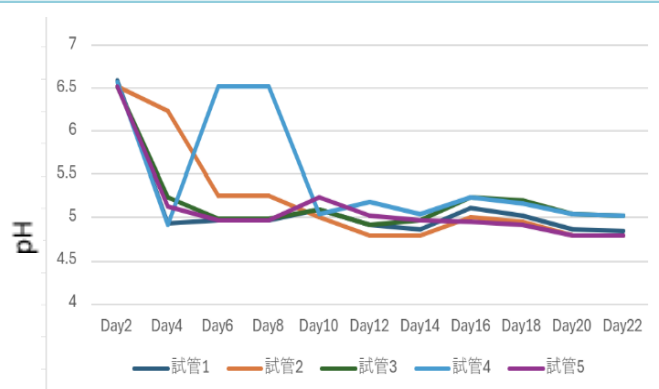
實驗結果（冷藏）



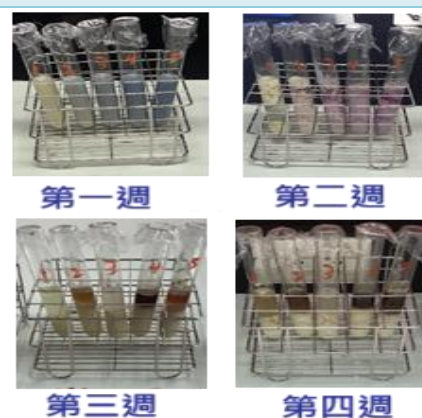
研究照片（冷藏）



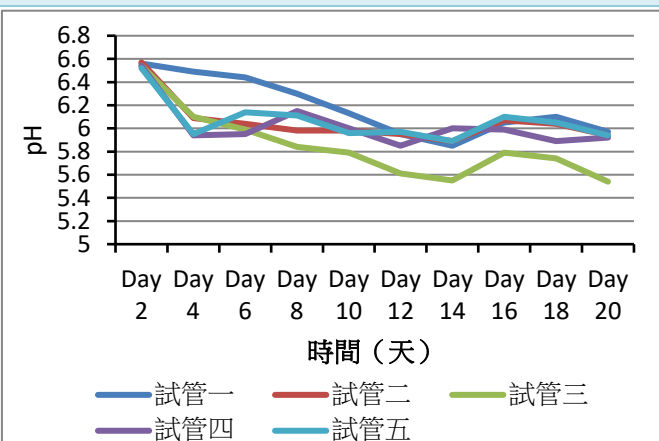
實驗結果（暗室且室溫）



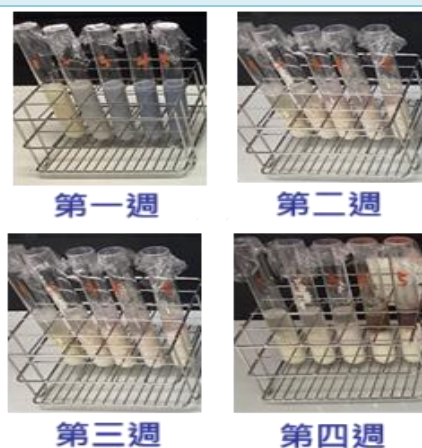
研究照片（室溫）



實驗結果（室溫光照）



研究照片（光照）



三、實驗一與實驗二研究分析：

本研究以蝶豆花與紫甘藍兩种植物萃取的花青素水溶液為實驗主軸，探討其在不同儲存環境（冷藏 4°C、暗室且室溫、光照）中對豆漿酸敗的延緩效果，透過記錄各組 pH 值的變化，觀察其抗氧化能力。

（一）蝶豆花水溶液組

冷藏條件下：

所有組別的 pH 值在 28 天內皆呈現下降趨勢，但添加花青素的組別（試管二至五）相較於無添加組（試管一）pH 值下降較緩。試管四與五（中至高濃度）維持較高 pH，顯示其具較佳抗氧化保鮮效果。

暗室且室溫條件下：

整體 pH 值下降明顯快於冷藏組，但試管五（最高濃度）pH 值相對穩定，仍呈現一定延緩酸敗之效果。

室溫光照條件下：

五組皆迅速出現明顯 pH 下降，試管五的 pH 值反而不穩定。推測光照造成花青素活性下降，使抗氧化效果明顯減弱。

（二）紫甘藍水溶液組

冷藏條件下：

雖然所有組別 pH 值皆下降，但試管四與五維持相對較高 pH，與蝶豆花組結果趨勢類似，證明紫甘藍花青素亦具備一定保鮮效果。

暗室且室溫和室溫光照條件下：

整體變化與蝶豆花組相近。試管三、四、五間差異不明顯，但普遍較試管一與二穩定。pH 值於第 8 天後趨緩，顯示在無光且室溫環境下，紫甘藍花青素能提供部分保護作用。

實驗結果顯示，蝶豆花與紫甘藍所含花青素水溶液皆能在一定程度上延緩豆漿酸敗，證實其具抗氧化與保鮮效果。在冷藏環境下，兩者效果最佳，特別是蝶豆花組在高濃度下表現最穩定；相對地，在光照條件下，花青素活性明顯下降，抗氧化效果受抑。此結果驗證了我們提出的研究假設，並進一步說明：花青素的保鮮效果不僅與濃度相關，更受儲存環境（特別是光照與溫度）所影響。

本研究結果與目的一致，成功比較了兩種天然花青素的抗氧化能力，並指出其在食品保鮮應用上的潛力。未來若能進一步結合避光包裝或調整濃度比例，花青素有望成為天然、低副作用的食品添加替代物。

五、結論與生活應用

(一) 結論

實驗結果顯示，蝶豆花與紫甘藍萃取的花青素水溶液均能延緩豆漿酸敗，其中蝶豆花水溶液在冷藏環境下效果最為顯著。此結果支持我們的假設，即**低溫有助於抗氧化劑穩定發揮作用**，而**光照可能導致花青素降解，降低其保鮮效果**。此外，植物水溶液濃度與抗氧化效果呈正相關，但並非濃度越高越好，仍需進一步研究其最佳濃度範圍。

(二) 生活應用

1. **天然保鮮添加劑**：花青素可應用於如豆漿、果汁等易氧化飲品中，取代人工防腐劑，提升食品安全與營養價值。
2. **食品包裝材料**：花青素具抗菌與 pH 敏感變色特性，未來可用於研發智慧型食品包裝膜，提示消費者食品新鮮度。
3. **日常飲食應用**：可將蝶豆花或紫甘藍自然入菜、泡茶，不僅增添色彩與風味，亦具抗氧化保健功效。
4. **抗氧化教育推廣**：可作為中學生物課「食品添加物」、「微生物與食品腐敗」、「物質變化」等主題延伸探究。

參考資料

- Chin, N. L., Mohd Azhar, N. A., & Yusof, Y. A. (2016). Effects of storage temperature on the physicochemical properties of soymilk. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40(1), 32–41. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12567>
- Gonzales, G. F., Valerio, L. G. (2015). Medicinal plants from Peru: A review of plants as potential agents against cancer. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry*, 15(10), 1216–1230. <https://doi.org/10.2174/1871520615666150414110913>
- Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S. T., & Lim, S. M. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: Colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & Nutrition Research*, 61(1), 1361779. <https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1361779>
- Wallace, T. C., & Giusti, M. M. (2008). Anthocyanins. In: Wildman, R. E. (Ed.), *Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods*. CRC Press.