

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：神黃原--探討薑黃的抗氧化程度

一、摘要

本研究旨在探討薑黃素對豆漿酸敗的延緩效果，並分析不同濃度與溫度條件下薑黃素的抗氧化表現。實驗設計中，將固定品牌豆漿分別加入不同濃度（0%~2%）的薑黃素酒精溶液，並分為常溫與低溫兩組儲存，透過每日測量 pH 值的變化，作為酸敗速度與抗氧化效果的指標。結果顯示，在低溫環境下，1.50%濃度的薑黃素能有效延緩 pH 下降，維持豆漿的新鮮度；而在常溫條件下，1.75%濃度效果較佳。本研究證實薑黃素具備良好的抗氧化潛力，並指出其效果與濃度、溫度密切相關。研究成果可應用於天然食品保存的設計，並作為未來開發健康飲品的重要參考依據。

二、探究題目與動機

豆漿是一種營養價值高的植物性蛋白飲品，在日常生活中廣受歡迎。然而，豆漿在保存過程中若受到空氣中氧氣、微生物或溫度變化的影響，容易產生酸敗現象，造成 pH 值下降、風味變差，甚至變質腐壞，進而影響人體健康。這與國中自然課中提到的**微生物作用與物質變化**相關。

有研究指出，豆漿中的脂肪和蛋白質會在儲存過程中發生氧化反應，進一步產生自由基，導致品質下降（Liu et al., 2020）。自由基是一種具有高反應性的粒子，會攻擊細胞或食品中的成分，促進酸敗與變質。為了減少這種氧化造成的損害，許多食品科學家開始研究天然的抗氧化劑。

薑黃是一種常見的天然植物，裡面含有的「薑黃素（Curcumin）」是一種公認的天然抗氧化物質，可以清除自由基、延緩細胞或食物中的氧化反應（Hewlings & Kalman, 2017）。除了在保健食品中廣泛應用外，薑黃素在食品保鮮上的潛力也逐漸受到關注。

我們從日常經驗出發，思考「如果豆漿容易酸敗，那加入薑黃素是否能延緩酸敗速度？」，進一步又想到「不同濃度的薑黃素會不會有不同效果？溫度會不會也影響酸敗速度？」這些問題引發我們進行科學探究的興趣，也與我們在課堂上學到的**pH 值變化、食品腐敗、變因控制**等知識結合。因此，我們設計了此項實驗，希望了解薑黃素是否真的有助於延長豆漿保存時間，以及找出抗氧化效果最佳的濃度與溫度條件。

三、探究目的與假設

（一）探究目的

本研究的主要目的，是探討薑黃素在不同濃度及不同儲存溫度下，對豆漿酸敗速度的影響。透過連續觀察儲存期間豆漿的 pH 值變化，分析薑黃素是否能發揮抗氧化的作用，延緩酸敗過程，並進一步找出最有效的濃度與最適合的儲存條件。我們也希望藉此了解天然抗氧化劑在食品保存上的應用，並培養我們對生活中食品安全的關注。

(二) 探究假設

1. 環境溫度對酸敗的影響：若在較低的溫度 (如冰箱 4°C) 儲存豆漿，則酸敗速度會變慢，pH 值下降的速度較緩慢，這是因為低溫能減緩微生物活動與化學反應速度 (Chin et al., 2016)。
2. 薑黃素濃度的影響：在一定範圍內，薑黃素濃度越高，其抗氧化效果越明顯，能更有效延緩豆漿酸敗、維持較高的 pH 值。但若濃度過高，可能因溶解度限制或沉澱問題而影響效果，因此我們預測會存在一個「最佳濃度」能夠達到最理想的抗氧化保鮮效果。

四、探究方法與驗證步驟

(一) 探究工具與材料

本研究使用下列儀器與材料以進行豆漿酸敗與薑黃素抗氧化效果之探究：

類別	儀器/材料名稱
儀器設備	酸鹼度計 (pH 計)、電子天平、量筒、試管、試管架、燒杯、玻棒、筆電 (記錄數據)、iPad (紀錄拍攝)
實驗藥品 物質	薑黃粉 (固定品牌)、95%酒精 (用於溶解薑黃)、豆漿 (固定品牌、未添加防腐劑)、蒸餾水
其他耗材	保鮮膜、試管塞、秤量紙

(二) 變因設計與控制

類別	內容
操縱變因	薑黃素的濃度 (0%、0.25%、0.5%、0.75%、1.00%、1.25%、1.50%、1.75%、2.00%)
控制變因	1. 豆漿品牌與體積 (皆使用 10mL 固定品牌豆漿) 2. 酒精種類與濃度 (皆使用 95%酒精) 3. 試管總體積 (皆為 20mL) 4. 室溫條件 (第一階段固定室溫進行) 5. 每組重覆次數 (每組濃度各設 5 個濃管)
應變變因	每日測量豆漿 pH 值變化，用來判斷酸敗速度與抗氧化效果

(三) 操作步驟

1. 製備薑黃素酒精溶液：

將薑黃粉秤量後溶於 95%酒精中，製成不同濃度的薑黃素溶液 (0.25%、0.50%、0.75%、1.00%、1.25%、1.50%、1.75%、2.00%)。

🔍 說明：這裡的濃度是指薑黃素溶液佔試管中非豆漿部分的比例。

2.準備實驗組與對照組試管：

每個試管內皆加入 10 mL 豆漿，並搭配不同濃度的薑黃素溶液與水調整至 20mL，說明如下表所示。

組別	豆漿 (mL)	薑黃素溶液 (mL)	蒸餾水 (mL)	說明
0% (對照組)	10.0	0	10.0	無薑黃素
0.25%	10.0	2.5	7.5	最低濃度
0.50%	10.0	5.0	5.0	低濃度
0.75%	10.0	7.5	2.5	中濃度
1.00%	10.0	10.0	0	高濃度

以此類推至 2.00%組

每個濃度設置 5 支試管，共 40 支，分為兩種儲存條件：

常溫組 (25°C)、

低溫組 (4°C)。

總計試管數為：8 濃度×5 重複×2 溫度=80 支試管。

3.樣本儲存與觀察

使用保鮮膜與試管塞密封各試管。

將一半樣本放置於常溫環境中 (約 25°C)，另一半放入冰箱冷藏 (約 4°C)。

每日記錄一次環境溫度與 pH 變化。

4.每日測量與紀錄

每天相同時間使用 pH 計測量每支試管中豆漿的 pH 值。

拍攝各組試管外觀變化 (顏色變深、沉澱、起泡等)，作為視覺輔助資料。

5.數據整理與分析

統計每組的 pH 值平均數並繪製 pH 變化折線圖。

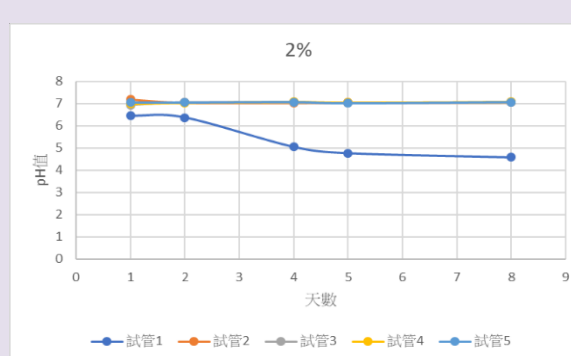
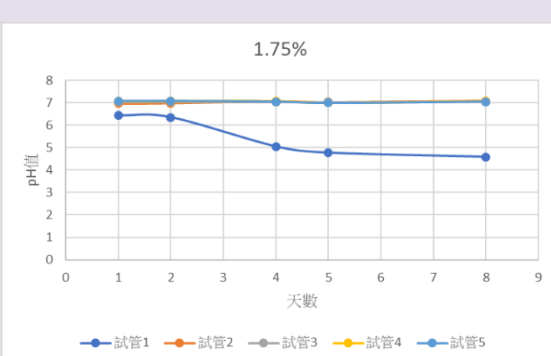
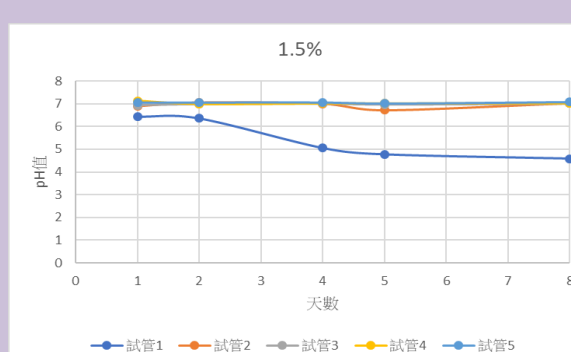
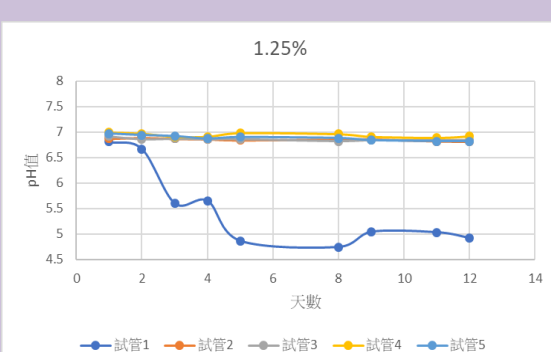
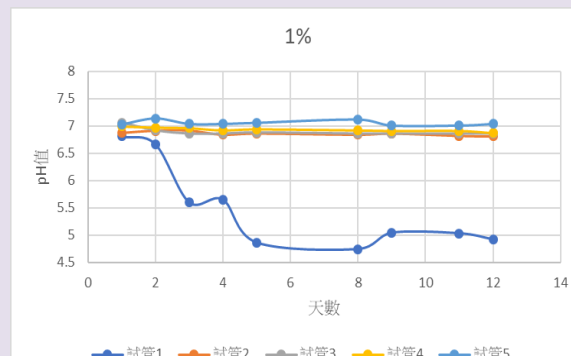
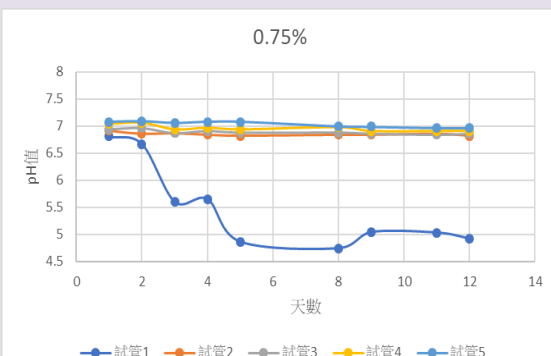
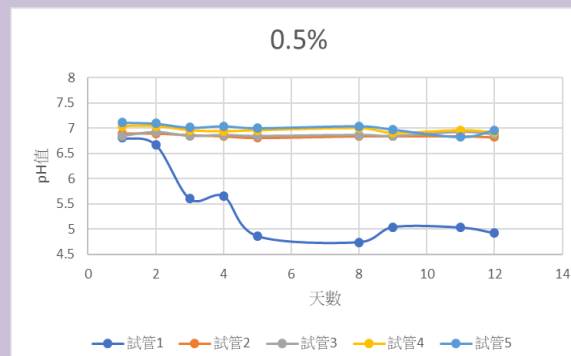
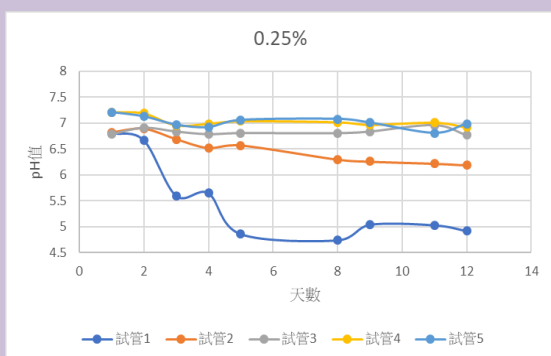
分析不同濃度與溫度的酸敗速度。

比較不同條件對延緩酸敗的效果，判斷是否存在最佳濃度與最適溫度。

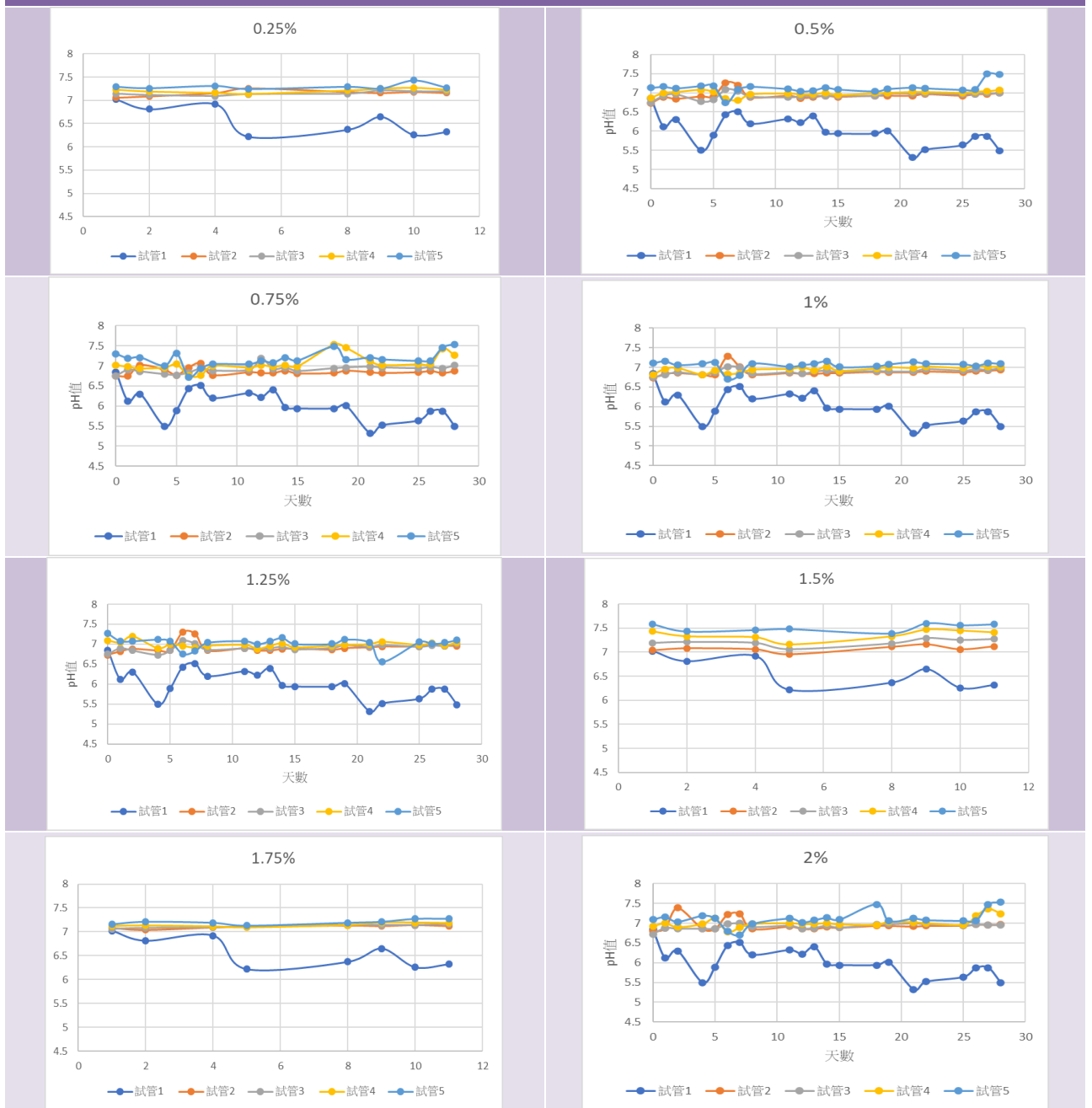
(四) 研究結果

為了薑黃素溶液的抗氧化能力，我們進行了上述實驗，並將實驗結果繪製成圖，整理如下面二張表所示。

不同濃度的薑黃素溶液，豆漿 pH 值隨時間變化圖 (室溫)



不同濃度的薑黃素溶液，豆漿 pH 值隨時間變化圖（冷藏）



1. 薑黃素具備抗氧化能力，可延緩豆漿酸敗

- (1) 實驗結果顯示，不論在常溫或冷藏條件下，添加薑黃素的豆漿其 pH 值下降速度均明顯慢於未添加者（0%組），證實薑黃素有抑制酸敗的效果。
- (2) 對照組（0%薑黃）在短時間內 pH 值快速下降，表示豆漿中的脂肪或蛋白質產生氧化反應，而添加薑黃素可抑制這些反應的發生。

2. 薑黃素的抗氧化效果與濃度呈現非線性關係

- (1) 本研究結果發現薑黃素的濃度並非越高效果越好。在冷藏條件下，1.50%濃度效果最佳；而在常溫條件下，1.75%效果最佳。
- (2) 過高濃度（2.00%）並未顯示出更強的抗氧化能力，可能受到薑黃素在溶液中飽和、

沉澱或其他物理因素影響，反而限制其作用。

3.環境溫度對豆漿酸敗速度有顯著影響

(1)冷藏組整體 pH 值下降速度遠低於常溫組，證實低溫能有效減緩微生物活性與氧化反應速度。

(2)即使是對照組（未添加薑黃素），在冷藏條件下的酸敗速度也顯著減慢，顯示儲存溫度是抗氧化效能的重要外在因子。

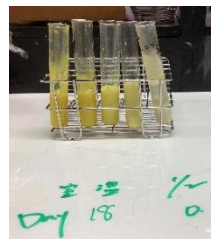
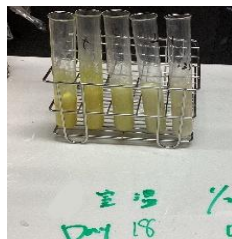
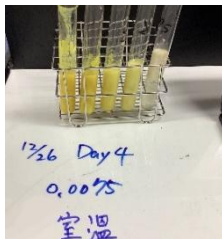
4.存在「最佳濃度區間」以發揮抗氧化效果

(1)從常溫與冷藏兩組結果推得最佳濃度落在 1.50%~1.75%之間。

(2)顯示食品添加天然抗氧化劑時應精確控制濃度，過量反而無助於延緩氧化。

5.觀察數據支持視覺證據

除了 pH 值數據外，試管中豆漿的外觀變化（如顏色變深、沉澱）也與酸敗程度相符，提供了額外佐證，如下面的照片所示。



五、結論與生活應用

本研究發現，薑黃素在適當濃度下確實具有延緩豆漿酸敗的能力。在冷藏條件下，1.50%濃度的薑黃素對維持豆漿 pH 值最有效；在常溫儲存時，則以 1.75%濃度表現最佳。這顯示抗氧化效果並非隨濃度愈高愈好，而是存在一個「最佳濃度區間」，才能發揮穩定且有效的抑制作用。

在生活應用方面，薑黃作為一種天然抗氧化劑，不僅能提升食品的保存期限，還有潛力改善飲品風味與營養價值。若能依據不同食品特性，調整薑黃素添加濃度，將有助於開發更健康、少添加人工防腐劑的產品，對日常飲食與食品工業皆具有實用價值。

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>
- Hewlings, S. J., & Kalman, D. S. (2017). Curcumin: A review of its effects on human health. *Foods*, 6(10), 92. <https://doi.org/10.3390/foods6100092>
- Liu, J., Yu, Y., & Yang, Y. (2020). Oxidative stability and storage properties of soymilk: A review. *Food Reviews International*, 36(7), 684–698. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1600547>