

2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

題目名稱: 不同喝豆漿的習慣與腐壞程度的關係-探討碘量法監控豆米漿新鮮度

一、摘要

本研究旨在探討不同儲存條件對豆漿與米漿腐敗程度的影響，並利用碘量法評估其變質過程。當豆漿與米漿變質時，微生物的作用可能使含硫胺基酸代謝產生硫化氫(H_2S 具有還原性)，並改變溶液的性質。本實驗透過在不同條件(暴露於空氣中、加熱、飲用後存放)下存放豆漿與米漿，定期取樣並以碘滴定法測定還原性物質含量。假設需要的碘量越多，則代表腐敗程度越大。實驗結果可用於分析各種存放方式對豆漿與米漿品質的影響，進而提供最佳的保存建議，以防止吃下不新鮮的食物影響健康。

二、探究題目與動機

豆漿和米漿是日常生活中常見的飲品，因為營養豐富，容易滋生微生物而導致變質，影響風味與安全性。然而，許多人對這些飲品的保存方式與變質過程並不了解，可能因存放不當而導致腐敗，然後影響健康。因此，設計本實驗是希望知道平常我們喝豆漿米漿的習慣造成豆漿腐敗的程度有多少。

三、探究目的與假設

目的：

- (一)、建立本研究對飲品(豆漿與米漿)的氧化還原滴定(直接碘滴定)的標準流程
- (二)、探討各種條件對造成豆漿的腐敗程度隨時間變化
- (三)、探討各種條件對造成豆漿的腐敗程度隨時間變化

假設：

- (一)、豆漿直接暴露於空氣中會加快腐壞速度
- (二)、米漿較豆漿不易腐壞。
- (三)、加熱會加快豆漿、米漿的腐壞程度。
- (四)、喝一口後會加快豆漿、米漿的腐敗程度。
- (五)、喝一半後會大幅加快豆漿、米漿的腐敗程度。

四、探究方法與驗證步驟

(一)研究設備與器材

- 1.澱粉 2.碘液 3.熱水 4.便利商店的豆漿和米漿 5.燒杯 6.容量瓶 7.滴定管 8.漏斗
- 9.錐形瓶 10.移液器(pipet) 11.攪拌器 12.微波爐

(三)實驗方法

實驗假設驗證流程圖

本實驗要探討的現象假設：



🕒 實驗環境設定

- 1.為了模仿日常生活的習慣，實驗的樣本將直接放置在桌面上並暴露於常溫的空氣中。
- 2.建立標準氧化還原滴定程序，定義碘-澱粉滴定終點於五秒內無明顯的退色。

(四)實驗步驟

1.製作澱粉液

- (1)取0.1 g的澱粉
- (2)取100 mL的熱水
- (3)將澱粉加入熱水中並隔水降溫至常溫

2.配製本研究的標準碘溶液

- (1)以移液器(pipet)取10 mL的金碘藥水原液加入100 mL容量瓶
- (2)將水補入容量瓶配製原濃度稀釋成1/10作為標準碘液A
- (3)以微量移液器(pipet)取10 mL標準碘液A加入另一100 mL容量瓶
- (4)將水補入容量瓶配製原濃度稀釋成1/100作為標準碘液B

3.製作豆漿或米漿的檢測溶液樣品

- (1)將母液分成10組(豆漿5組 米漿5組) 並將每一組都放置於燒杯中
- (2)將10組樣品分別以密封、不密封、加熱(用微波爐360 W、120 sec)、喝一口、喝一半處理

4.以本研究的標準碘溶液滴定樣品

- (1)將配置好的碘液以漏斗倒入滴定管內
- (2)打開滴定管使碘液填滿滴定管前方的管子並確認碘液停留在刻度0
- (3)以移液器(pipet)取待測物1000 mL於錐形瓶中，並加入2000 mL的澱粉液
- (4)清洗pH值檢測器，並以pH值檢測器確認豆漿為中性或酸性
- (5)將錐形瓶放置於攪拌台上並將攪拌子丟入錐形瓶
- (6)打開滴定管使碘液滴入樣品，並等待溶液到達當量點

定義滴定終點於5秒內無明顯的退色；根據經驗豆漿會呈現灰色 米漿會呈現紫色

- (7)將到達當量點所需的碘量記錄下來，這步驟每一組樣品做三次 每相隔一個小時再重新做一次

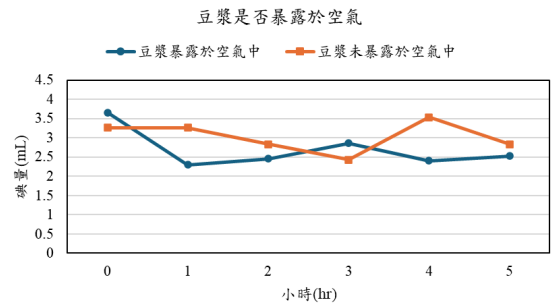
五、實驗結果

1. 飲品為「豆漿」的情況

實驗一：直接暴露於空氣是否影響腐敗

初步結論：

- 未暴露於空氣中的豆漿在某些時間點的碘量高於暴露組，可能表示密閉環境內微生物發酵反應較快，導致還原性物質較多。
- 暴露於空氣的豆漿變化較為平緩，可能因為氧氣影響微生物種類，減緩部分厭氧發酵的影響。
- 整體來看，未暴露組的波動較大，代表密閉環境下豆漿的變質可能較不穩定，存放條件需更謹慎。

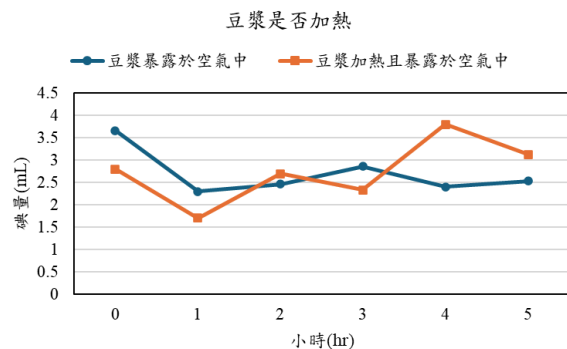


▲【圖1】開封前後的豆漿所消耗碘量隨時間的變化

實驗二：加熱是否影響腐敗

初步結論：

- 加熱後豆漿在存放數小時後，碘量增加更多，表示其腐敗速度可能更快。
- 這符合你的假設：「加熱後加快發酵反應，所需滴定的碘量增加」。
- 起初加熱可能有抑菌效果，但隨時間延長，反而可能促進微生物生長（如殺死原本競爭菌種，讓某些菌優勢生長）。

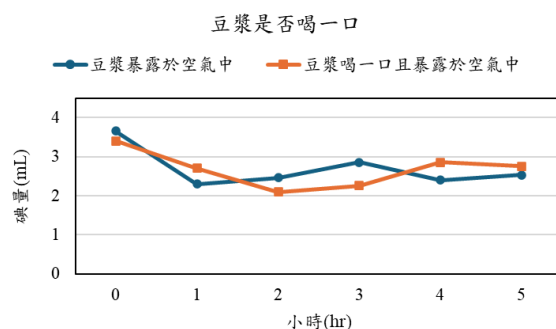


▲【圖2】加熱前後的豆漿暴露在空氣中所消耗碘量隨時間的變化

實驗三：喝一口是否影響腐敗

初步結論：

- 喝一口的豆漿與未喝的豆漿，在 5 小時內的發酵趨勢相近，口腔細菌的影響可能不如預期大。
- 發酵後期(3-5 小時)碘量回升，顯示還原性物質開始累積，發酵加快，但未顯現喝過的腐敗速度明顯大於未喝的趨勢。
- 豆漿仍需盡快飲用或冷藏，因為 3 小時後發酵開始明顯，可能影響口感與安全性。

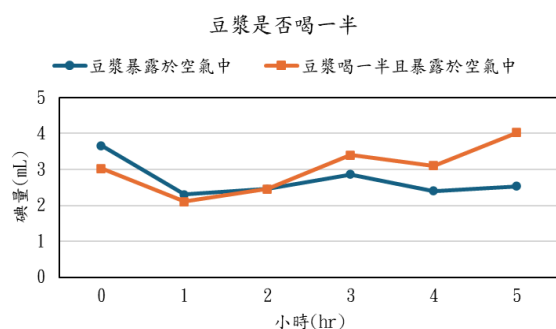


▲【圖 3】喝一口前後的豆漿暴露在空氣中所消耗碘量隨時間的變化

實驗四：喝一半是否影響腐敗

初步結論：

- 喝一半後的豆漿剛開始(前 1~2 小時)腐敗速度較慢，但隨著時間增加，其還原性物質含量可能超過未喝一半的米漿。
- 這支持了「喝一半後可能加快發酵反應」的假設，即喝一半可能會促進微生物繁殖，使腐敗加劇。
- 若要長時間存放，喝一半後的豆漿可能更需要冷藏或其他防腐措施，以延緩變質速度。

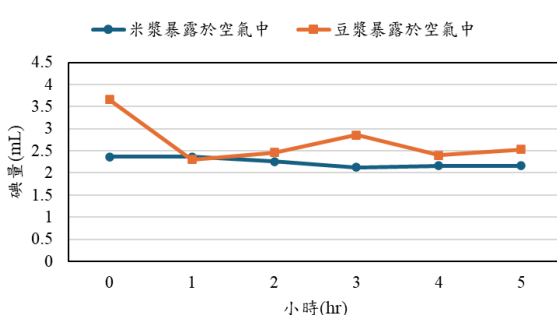
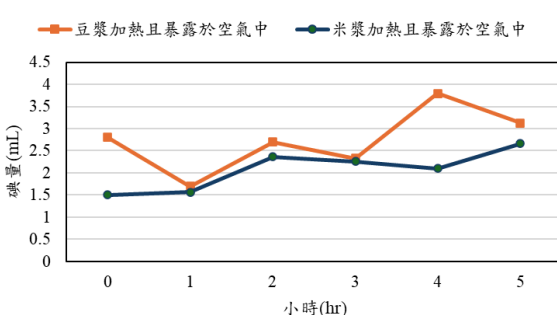
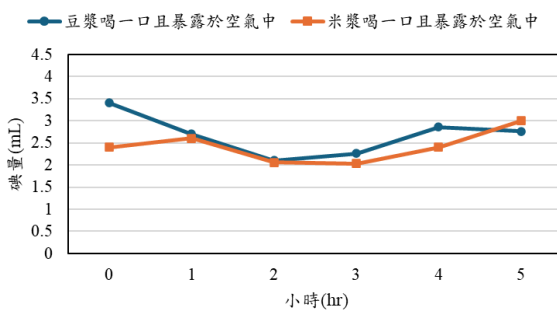
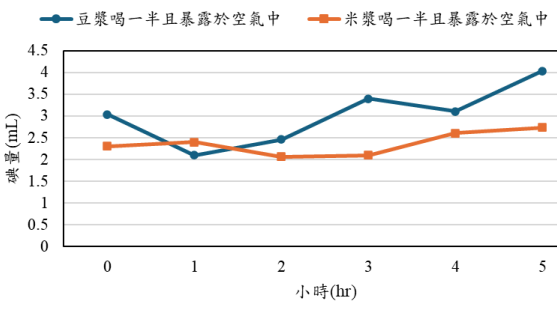


▲【圖 4】喝一半前後的豆漿暴露在空氣中所消耗碘量隨時間的變化

2. 米漿也是相同的方式進行數據處理

六、實驗討論

豆漿與米漿的比較

豆漿和米漿暴露於空氣  ● 米漿暴露於空氣中 ■ 豆漿暴露於空氣中	豆漿和米漿加熱  ■ 豆漿加熱且暴露於空氣中 ● 米漿加熱且暴露於空氣中
▲【圖5】不同飲料直接暴露在空氣中所消耗碘量隨時間的變化	▲【圖6】不同飲料加熱後暴露在空氣中所消耗碘量隨時間的變化
豆漿和米漿喝一口  ● 豆漿喝一口且暴露於空氣中 ■ 米漿喝一口且暴露於空氣中	豆漿、米漿喝一半  ● 豆漿喝一半且暴露於空氣中 ■ 米漿喝一半且暴露於空氣中
▲【圖7】不同飲料喝一口後暴露在空氣中所消耗碘量隨時間的變化	▲【圖8】不同飲料喝一半後暴露在空氣中所消耗碘量隨時間的變化

假設一:豆漿暴露於空氣中會加快飲料腐壞

豆漿暴露於空氣中在5個小時內腐壞速度會加快不成立，因為在圖1中暴露於空氣中的豆漿和不暴露於空氣中的豆漿在5個小時內沒有明顯的差異。推論豆漿是否暴露於空氣中在5個小時內可能不影響豆漿的腐壞速度。

假設二:米漿較豆漿不易腐壞

米漿在5個小時較豆漿不易腐壞成立，因為在圖1中四種情況下米漿在5個小時內折線圖的趨勢都較豆漿平緩，推論米漿在5個小時內可能較豆漿腐敗速度慢、腐敗程度小

假設三:加熱會加快飲料的腐敗程度

加熱在5小時內會加快飲料的腐壞程度成立，因為在圖中加熱後的飲料在5個小時內折線圖上升趨勢較不加熱的飲料的折線圖上升趨勢大，推論加熱後的飲料在5個小時內可能會加快飲料的腐壞程度

假設四:喝一口後會加快飲料的腐敗程度

喝一口後在5個小時內會加快飲料的腐敗程度不成立，因為在圖1喝一口前後的飲料在5個小時內沒有明顯的差異。推論飲料喝一口後暴露於空氣中在5個小時內可能不影響飲料的腐壞速度。

假設五:喝一半後會加快飲料的腐敗程度

喝一半後在5個小時內會加快飲料的腐敗程度成立，因為在圖中喝一半後的飲料在5個小時內折線圖上升趨勢較喝一半前的飲料的折線圖上升趨勢大，推論喝一半後的飲料在5個小時內可能會加快飲料的腐壞程度。

七、結論與生活應用

結論：

1. 不論是否開封暴露於空氣中，五個小時內變質程度都沒有明顯的增長
2. 米漿較豆漿不易變質
3. 加熱會加快腐敗程度
4. 只喝一口對變質程度沒有明顯的影響
5. 喝一杯後會加快腐敗程度
6. 不論豆漿、米漿的狀態，兩個小時後才會開始變質

生活中的應用

1. 本實驗確認了豆漿、米漿大致放置於常溫下兩小時後開始變質，所以建議豆漿和米漿於兩小時內喝完
2. 米漿較豆漿不易變質，所以建議無法快速飲用完豆漿時可以選擇不易變質的米漿
3. 將豆漿、米漿加熱或喝一大半的時候建議不要久放，放太久時將對豆漿、米漿的新鮮度造成較大的影響。
4. 只喝一口將不會對新鮮度造成明顯的影響，但喝的量越多，對新鮮度造成的影響會越來越明顯

本實驗只用一種便利商店品牌的豆漿和米漿，不同品牌的豆漿、米漿在變質所需的時間可能會不同

八、參考資料

Barreiro Naves 等, *Iodometric Titration Tutorial*, University of British Columbia – 原理與技巧介紹碘量滴定

groups.chem.ubc.ca

Serio *et al.*, 2011, *Italian J. of Food Science* – 以產 H_2S 細菌為例評估海鮮腐敗指標： H_2S 和三甲胺等產物的生成與腐敗潛勢

[researchgate.net](https://www.researchgate.net)

Cedars-Sinai Medical Center, 2021, “What Foods Must Be Refrigerated?” – 指出植物奶（如豆漿、米漿）開封後必須冷藏保存，即使是常溫包裝的產品也是如此

[cedars-sinai.org](https://www.cedars-sinai.org)