

2023 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：豆香裡的玄機 - 黃豆浸泡黃金時刻與營養素的變化

一、摘要

豆漿富含優質植物性蛋白質及維生素，熱量低且沒有膽固醇，乳糖不耐症者喝了也不會拉肚子，相對於牛奶是更好的選擇，因此博得植物界牛奶的美譽。豆漿製作原料單純，主要由黃豆和水磨製而成，因此這兩種原料的比例及浸泡時間是影響口感及營養的關鍵。我們查閱文獻得知，黃豆浸泡時間長短會影響製作成豆漿時其所含蛋白質及澱粉的比例，而且也會影響黃豆中大豆異黃酮所溶出的量。因此本研究主要是針對黃豆在不同浸泡時間後所製作的豆漿和豆水進行澱粉、蛋白質及大豆異黃酮檢測，觀察其含量變化，並找出最合適的黃豆浸泡時間。

研究結果得知，黃豆浸泡 2、4、6 及 8 個小時後製成豆漿，分別加入碘液（碘液與澱粉錯合出現藍紫色），使用紫外光 - 可見光光譜儀檢測，得知浸泡 2 個小時所含的澱粉量相對較高。此外在豆漿中加入雙縮脲試劑（Biuret reagent，蛋白質測定液），使用紫外光 - 可見光光譜儀檢測，得知浸泡 2 個小時所含的蛋白質量也是相對高。值得注意的是，**浸泡時間超過 2 個小時後所製得的豆漿，所測得的澱粉及蛋白質的含量都會隨著浸泡時間愈長而降低。**

引起我們好奇的是，造成蛋白質及澱粉含量變低的原因為何？我們再與生物老師討論後得到一些想法，黃豆浸泡時間會發酵，發酵時需要蛋白質及澱粉當作營養素，這或許是蛋白質及澱粉含量減少的原因之一，但是黃豆發酵後會產生哪些化合物呢？我們查閱文獻得知，黃豆中大豆異黃酮含量會隨著浸泡時間而上升，但是大豆異黃酮檢測在高中實驗室無法完成，於是我們利用大豆異黃酮脂溶性的特點，將浸泡時間不同的黃豆液加入適量甲醇及乙醇，以光譜儀進行檢測（大豆異黃酮多數在 250~300nm 有光譜吸收），驗證出大豆異黃酮的量隨黃豆浸泡時間有上升的趨勢，也難怪有報導說「喝豆漿可以豐胸！」。

二、探究題目與動機

我發現同學在學校吃早餐，桌上都是紅茶、奶茶，卻很少看到具有營養價值的豆漿，許多健康雜誌報導，豆漿富含優質的植物性蛋白及許多重要營養素，是相對於牛奶更好的選擇。因此我們開始查閱豆漿資訊，文獻中提及黃豆浸水時間會影響蛋白質的含量，而且黃豆水易發酵變質不能久浸超過 8 小時，因此我們希望透過實驗規劃及數據分析，找出最佳浸泡時間（蛋白質或澱粉量相對較高），同時希望找出黃豆浸泡過程中所含的澱粉、蛋白質及大豆異黃酮之間含量的關係，雖然像是海底撈針，但是我們跟化學與生物老師討論後得到了啟發，可以利用自製光敏電阻控制豆漿濃度，運用碘液與澱粉液錯合出現藍紫色及雙縮脲試劑與蛋白質反應出現紫色的原理，透過紫外光可見光光譜儀讀取含量變化趨勢，成功獲得我們想探討的合理結果「黃豆浸泡關鍵時刻」！

三、探究目的與假設

目的: 找出黃豆浸泡過程中所含的澱粉、蛋白質及大豆異黃酮之間含量的關係, 並透過實驗探究找出合理的解釋。

假設:

1. 文獻資料提出黃豆最適浸泡時間應為 6 至 8 小時。
2. 理論上黃豆浸泡時溶出的各種營養素含量 (主要是以蛋白質、澱粉及大豆異黃酮為主) 皆與浸泡時間呈正相關。

四、探究方法與驗證步驟

一、研究器材

1. 測量器材: Genesis 10s uv-vis spectrophotometer、自製光敏電阻裝置



圖 1: 紫外光 - 可見光光譜儀
uv-vis spectrophotometer

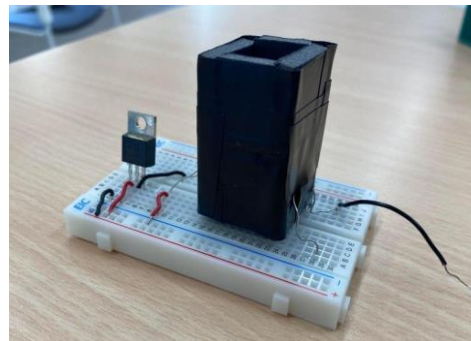


圖 2: 自製光敏電阻 (利用溶液
濁度與電阻成正比, 控制豆漿濃
度使其一致)

- 2 待測物: 黃豆 (產地: 台灣) 浸泡不同時間時所得的豆水及豆漿、紫草 (文獻指出紫草有大量黃酮素, 可以提供實驗比對使用)



圖 3: 紫草浸泡液 (左杯為甲醇
溶劑, 右杯為乙醇溶劑)

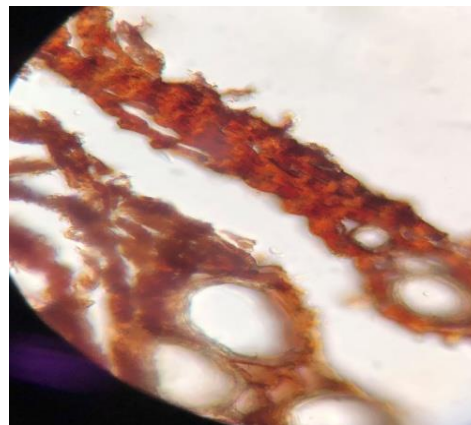
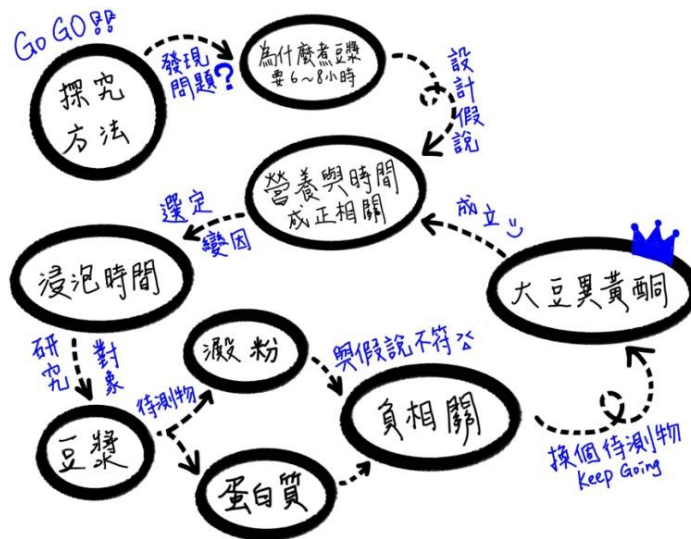


圖 4: 顯微鏡下的紫草結構

3. 檢測試劑: 碘液 (檢測澱粉)、雙縮脲試劑 (檢測蛋白質)、甲醇、乙醇

二、研究架構 心智圖



三、研究方法 (豆漿之蛋白質與澱粉檢測)

(一)實驗概述：

- 1.操作變因：黃豆浸泡水時間長短
- 2.控制變因：光譜儀校正、待測物濃度、檢測試劑量
- 3.應變變因：蛋白質與澱粉吸光度值

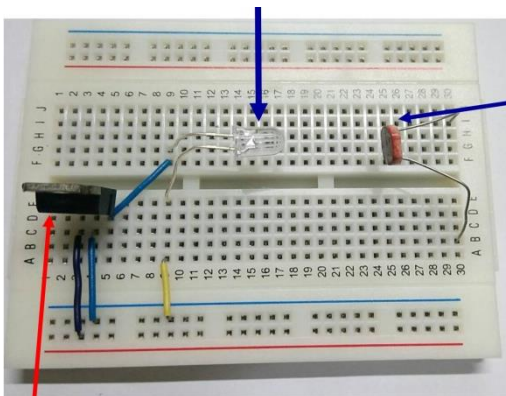
(二)實驗步驟

- 1.秤取 40g 黃豆浸泡於 200g 去離子水中。
- 2.將浸泡 2、4、6、8 小時的黃豆加入 600g 的純水放到果汁機攪碎，變成豆漿原汁。
- 3.將豆漿原汁用濾網濾渣，再將濾液煮沸 10 分鐘得豆漿。
- 4.將各種浸泡時間的豆漿吸取 1ml 加 20ml 純水稀釋至可幾近透光，原因是豆漿本身為膠體溶液，所以必須將其稀釋至低濃度。放入自製光敏電阻中測定電阻值，調整不同浸泡時間的豆漿使其電阻值相同，如此一來豆漿濃度應為相同，如圖 4、5 所示。

【註】自製光敏電阻操作

發光二極體(light emitting diodes · LED)當光源

圖 4：自製光明電阻



偵測器:一般使用光二極體 (photodiode) · 但 LED 光源強度較小，photodiode 產生的電流很小也不易偵測，且 photodiode 的價錢是光敏電阻的 60 倍，所以偵測器改用光敏電阻

穩壓器:電壓轉換晶體(7805IC) · LED 燈需要恆定的電壓激發出穩定的光強度(light intensity) · 如果用乾電池提供電源，電池電壓 在使用過程會隨時間降低，導致光源不穩，因此加裝一電壓轉換晶體

製作出黑色樣品槽（隔絕光害），將立方體一端埋入藍色 LED 燈光源，另一端埋入光敏電阻，內部中空則放入比色管，外部利用麵包板作為通路連接三用電表讀取電阻數值。電阻值與比色管中的溶液濃度呈正相關。

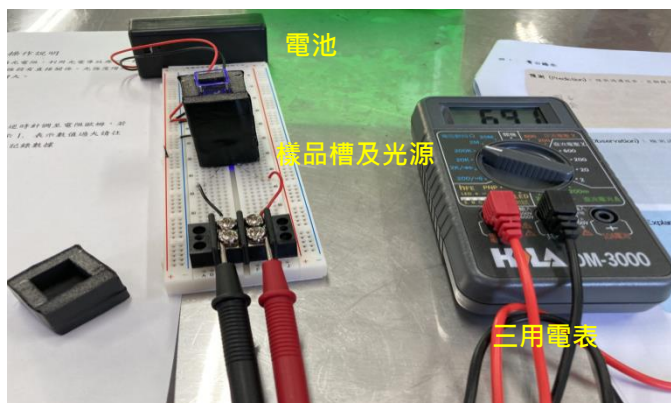


圖 5：自製光敏電阻組裝

5. 澱粉測定：

- (1) 將豆漿加入稀釋 20 倍的碘液（體積比 3：1）。
- (2) 吸取豆漿與碘液錯合反應的溶液，依序放入光譜儀中檢測（使用稀釋後的碘液做空白校正），這樣所得的吸光度就是澱粉相對含量。
- (3) 由光譜儀得知，波長 520-550nm 間有穩定波峰出現。
- (4) 結果如圖 6 與圖 7，紀錄最大吸光度（A）和與浸泡時間關係圖。

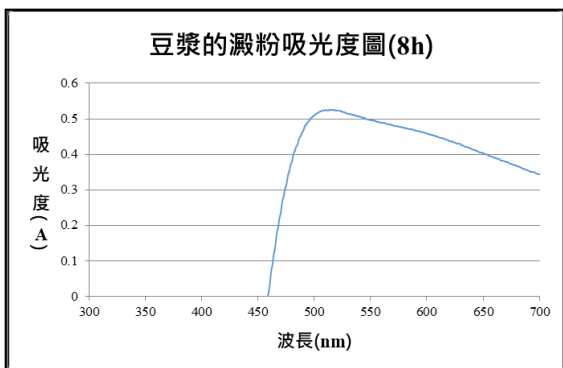


圖 6：黃豆浸泡時間與碘液錯合的光譜圖

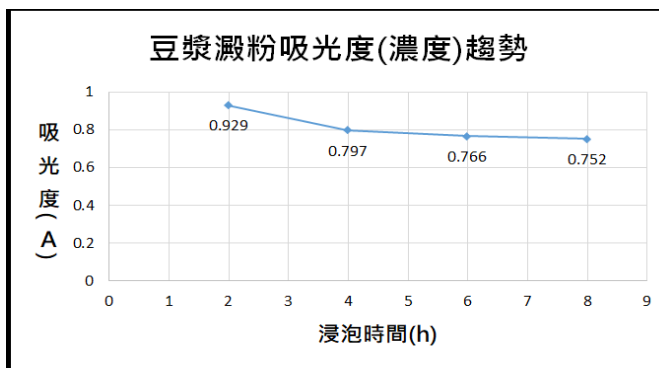


圖 7：黃豆浸泡時間與碘液錯合的吸光值

6. 蛋白質測定：

- (1) 將豆漿加入雙縮脲試劑（體積比 2：1），如果豆漿中有蛋白質則會出現紫色反應。

【註】雙縮脲試劑配製

1. 製備 10% 的氫氧化鈉水溶液、1% 的硫酸銅水溶液與 1% 的酒石酸鉀鈉水溶液。
 2. 將氫氧化鈉、硫酸銅與酒石酸鉀鈉溶液依體積比為 3：1：1 混合，此時溶液為藍色。
 3. 吸取豆漿與雙縮尿試劑反應的溶液依序放入光譜儀中檢測（空白校正使用雙縮尿試劑），此時所得到吸光度就是蛋白質的相對含量。
- (2) 經由光譜儀得知，波長 500-520nm 間有穩定波峰出現，如圖 7 所示。

(3) 結果如圖 8 與圖 9，紀錄最大吸光度 (A) 和黃豆浸泡時間關係圖。



圖 8：黃豆浸泡液與雙縮脲試劑反應產生紫色

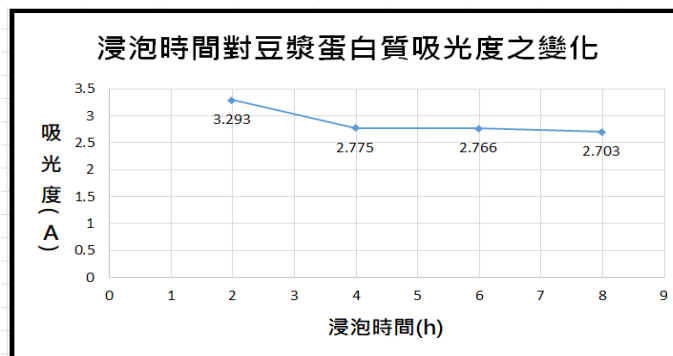


圖 9：黃豆浸泡時間與雙縮脲試劑的吸光值

四、研究方法 (豆水之大豆異黃酮檢測)

(一) 實驗概述：

1. 操作變因：浸泡時間長短
2. 控制變因：光譜儀校正、待測物濃度、檢測試劑量
3. 應變變因：大豆異黃酮吸光度值

(二) 研究策略與實驗步驟

1. 研究策略：

(1) 上述實驗測定蛋白質與澱粉的結果與假設不同，黃豆浸泡時間超過 2 小時，蛋白質與澱粉含量愈少。於是我們開始深思「黃豆最佳浸泡時間為 6-8 小時」的真實性？

(2) 上網查詢文獻資料，浸泡時間愈久，黃豆中的酵素會活絡而有產生大豆異黃酮的可能性。

3. 大豆異黃酮結構穩定 (如圖 10)，可以溶於甲醇及乙醇中。於是我們藉由這個特點，設計實驗方法來量測產生大豆異黃酮的可能性。

2. 實驗步驟

(1) 取 10 g 黃豆加 50g 去離子水浸泡 2、4、6 小時。

(2) 各取 10ml 豆水，分別加入 1ml 甲醇及 1ml 乙醇。

(3) 依序放入光譜儀中檢測，測得吸光度發現在 250 至 300nm 有穩定波峰，比對文獻資料推測是「大豆異黃酮」含量。

4. 紀錄黃豆浸泡時間與吸收峰關係，如圖 11 與下二表

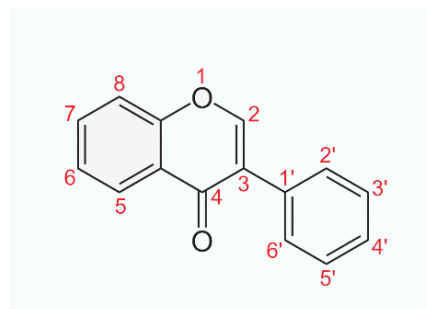


圖 10：大豆異黃酮



圖 11：豆水浸泡乙醇光譜圖

時間	浸泡時間吸光值 (以乙醇為溶劑)
2(h)	1.796 A
4(h)	3.304 A
6(h)	3.576 A

時間	浸泡時間吸光值 (以甲醇為溶劑)
2(h)	1.267 A
4(h)	2.922 A
6(h)	3.683 A

五、結論與生活應用

一、結論與探究推論

1. 黃豆浸泡 2 個小時所含的澱粉量及蛋白質含量最高。浸泡時間超過 2 個小時後，所測得的澱粉及蛋白質的含量都會隨著浸泡時間愈長而降低。

2. 查文獻資料，意外發現中藥紫草含有黃酮類，與大豆異黃酮只差接在不同號位而已，所以我們測紫草光譜值做比較。經由我們實驗比對，黃豆甲醇及乙醇浸泡液與紫草浸泡液的光譜圖黃酮素特有吸收峰相近（均在 250~300nm），所以我們推論黃豆浸泡愈久產生大豆異黃酮量愈多。

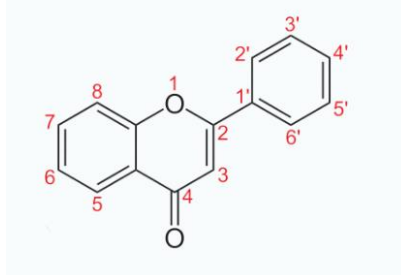


圖 12：紫草所含的黃酮素

二、生活應用

平時做豆漿時，若是想攝取大豆異黃酮，可將黃豆浸泡久一點（不超過 8 小時）；若是只想攝取澱粉和蛋白質，黃豆可以不用泡太久。

參考資料

1. 豆漿熱量低、蛋白質營養高，豆漿好處功效與禁忌一次看

<https://www.commonhealth.com.tw/article/86986>

2. 黃豆磨漿製程大不同，連鎖早餐店如何做豆漿？

<https://www.thenewslens.com/article/114034>