

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：硫住豆漿醋醋開花

一、摘要：

在日常生活中，鹹豆漿、豆花、豆腐三種由豆漿製成的食物相當常見，但他們的做法卻有一些不同。在本次的實驗中我們將豆漿加入酸、鹼、鹽類，想探究看看甚麼樣的方法會讓豆漿變成凝聚在一起的狀態。原本在查資料的時候發現大部分的文獻都說是因為醋酸而讓鹹豆漿的大豆蛋白凝聚，而豆花豆腐大部分的文獻都指出是因為鈣離子的正電和蛋白質的負電結合而產生凝聚，實際探究之後我們發現真正讓蛋白質凝聚的是硫酸根離子及醋酸根離子。

二、探究題目與動機

在日常生活中，鹹豆漿、豆花、豆腐三種由豆漿製成的食物相當常見，早餐店的豆漿加了醋之後變成了鹹豆漿，但豆漿加了石膏或是鹽鹵之後也會凝聚變成豆腐。這引起了我們的興趣，我們想知道是不是豆漿加任何的酸、鹼、鹽類都會有這樣的效應呢？

三、探究目的與假設

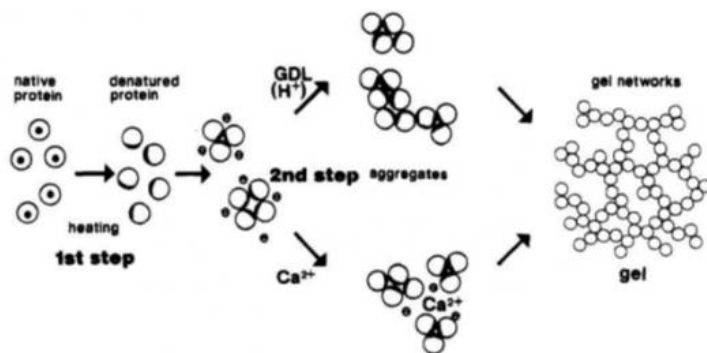
目的：探究豆漿與酸、鹼、鹽類的化學反應。

假設：看了很多文獻之後，我們發現主要有兩種說法：

1. 加入電解質，讓豆漿中膠體粒子的正負電荷相等，呈電中性，進而產生凝聚。
2. 加入酸性物質，讓豆漿中的蛋白質變性，產生凝聚。

四、探究方法與驗證步驟

1. 文獻探討



圖片來源：泛科學

(1) 加酸及加鹼：

豆漿中加酸及加鹼要討論的重點在-等電點，等電點指的是一個兩性離子達到電中性時的 pH 值。兩性離子（兩性分子的離子態）的特點是同時具有正負電荷，大部分的胺基酸便是兩性分子的一種。豆漿裡面的主要蛋白質等電點約在 5 左右（變性的蛋白質其等電點會稍微改變，但變化不大）。一旦加入酸，便會讓此二蛋白質膠體粒子趨近於等電點；越接近等電點，膠體粒子的淨電荷數越少，意味著膠體粒子間的斥力越小，便越容易凝聚。所以我們推測加入弱酸性的物質會有凝聚現象，加入鹼性及強酸的時候不會有凝聚的現象。

(2) 加鹽類：

豆漿加入鹽類後，鹽類中帶正電的鈣、鎂離子會中和蛋白質膠體粒子表面所帶的負電，讓膠體粒子呈電中性。此時，膠體粒子失去了電荷的排斥作用，互相碰撞後便會凝聚在一起。當單一離子帶有的電荷越多，要達到凝聚所需加入的量就會越少。此外，相同價數的離子也會有不同的效果，例如：鈣的凝聚效果便比鎂來得好。豆漿中的蛋白質膠體粒子帶負電荷，主要由鹽類中的正離子來中和，而鹽類中的負離子種類，也會影響凝聚所需的量，如氯鹽的凝聚效果便比硫酸鹽好。所以我們推測鹽類中在加入相同克數的情況下，有鈣離子和鎂離子凝聚的效果會最好。

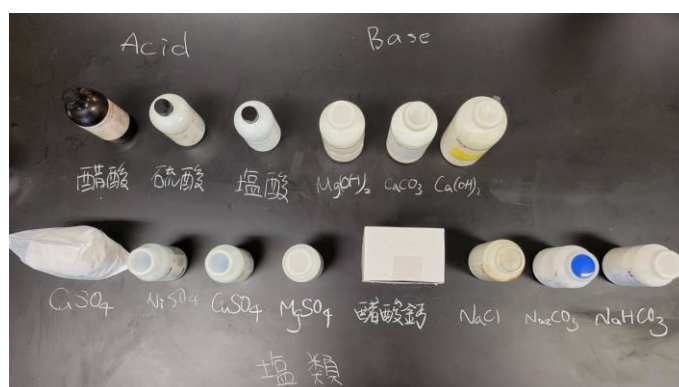
(3) 綜合所述，可以得知：加鹽類跟改變 pH 值，其實都是在改變膠體粒子的淨電荷數，原理上並沒有太多的區別。

(4) 加熱時，蛋白質之間會產生雙硫鍵，互相連結，而在冷卻的過程中，氫鍵則扮演了強化結構的角色，在製作豆腐及鹹豆漿之前，通常也會先透過加熱讓蛋白質變性，這個步驟可以讓蛋白質的疏水基暴露出來，使其更容易凝聚。

2. 驗證步驟：

(1) 溶液：

- A. 豆漿：光泉無糖鮮豆漿
- B. 酸：硫酸(1M)、鹽酸(1M)、醋酸(10%)。
- C. 鹼：氫氧化鎂、氫氧化鈣、碳酸鈣、碳酸鈉、小蘇打。
- D. 鹽類：硫酸銅、硫酸鎳、硫酸鈣、硫酸鎂、醋酸鈣、氯化鈉。



(2) 實驗步驟：

煮豆漿



秤量藥品至燒杯中



酸：10ml
粉類的鹼及鹽類：1g

將50ml熱豆漿加入燒杯中



攪拌

靜置後觀察並倒出至培養皿

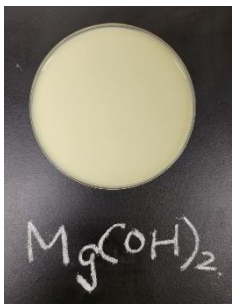
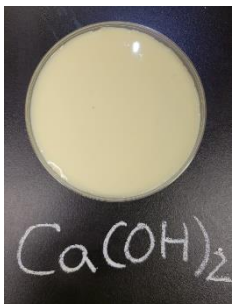

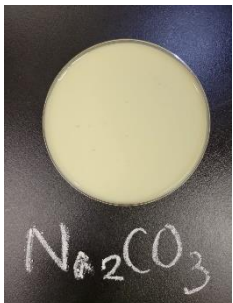



3. 實驗結果

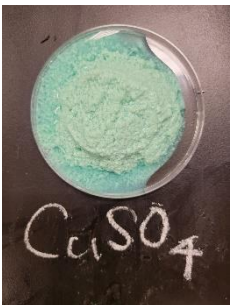
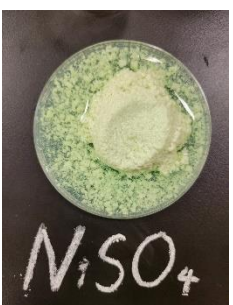
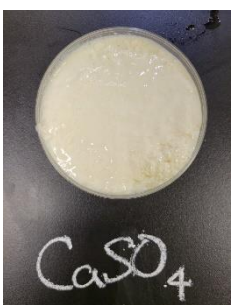
(1) 酸

硫酸	鹽酸	醋酸
 H_2SO_4 1M	 HCl 1M	 CH_3COOH 10%

(2) 鹼

氫氧化鎂	氫氧化鈣	碳酸鈣
 $Mg(OH)_2$	 $Ca(OH)_2$	 $CaCO_3$
碳酸鈉	小蘇打	
 Na_2CO_3	 $NaHCO_3$	

(3) 鹽

硫酸銅	硫酸鎳	硫酸鈣
 $CuSO_4$	 $NiSO_4$	 $CaSO_4$

氯化鈉	醋酸鈣	硫酸鎂
		

(4) 是否產生凝聚效應：

硫酸	鹽酸	醋酸	氫氧化鎂	氫氧化鈣	碳酸鈣	碳酸鈉	小蘇打
X	X	V	X	X	X	X	X
硫酸銅	硫酸鎳	硫酸鈣	硫酸鎂	氯化鈉	醋酸鈣		
V	V	V	V	X	V		

五、結論與生活應用

1. 結論

由上述的實驗結果可以得知，酸性物質並非全部都會有凝聚效應，三種酸中只有醋酸有蛋白質凝聚的現象。在鹼中完全沒有看到凝聚效應產生，而在鹽類則與我們的假設及文獻不同。我們發現加入硫酸鹽類及醋酸鹽類都能產生凝聚效應，與許多文獻中所提及因鹽類中含鎂離子和鈣離子較好凝聚效果的假設大相逕庭。

2. 生活應用

- (1) 透過實驗可得知在硫酸根和醋酸根的作用下，可讓豆漿凝聚成豆花或鹹豆漿，由此可以找出更多可食用的鹽類加入豆漿，製作出更多風味不同的豆類食物。
- (2) 破解「因鈣鎂離子而能造成蛋白質凝聚」的迷思。

參考資料

1. 豆漿加醋為什麼會結塊？化學解密鹹豆漿之謎
<https://pansci.asia/archives/167211?fbclid=IwAR2JeRhmt00WRQJxrb7DZlWIHSdEzumXFCc7-bdUJmQR7kSXU1YjunZRtw>
2. 牛奶與豆漿為何加醋後會凝固？北一女中蔡任園
<https://www.youtube.com/watch?v=yCGMFVsPvu0>