

嘉義市第 38 屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：化學科

組 別：國中組

作品名稱：食品中亞硫酸鹽之檢測
及改進~以金針為例

關 鍵 詞：金針、亞硫酸鹽

編 號：

食品中亞硫酸鹽之檢測及改進~以金針為例

摘要

本研究主要是以傳統方法來檢驗亞硫酸鹽，再用改進方法來做比較。先以亞硫酸鹽與碘溶液的滴定反應，來推算微量亞硫酸鹽的含量；改進方法，以「泡、洗、煮」的方式來減少亞硫酸鹽在食品中的含量。

經實驗初步得知，金針乾含亞硫酸鹽 1600ppm；改進實驗中「泡、洗」兩步驟可以去除約一成左右在產品中殘留的亞硫酸鹽，而「煮」的處理步驟，則去除約二成的亞硫酸鹽，處理過後二氧化硫含量約剩 1280ppm。

壹、研究動機

近年來，食安問題日益嚴重，這個嚴肅的話題，不只造成我們身體不良的影響，也同時深深的震撼了我們的社會。其中，亞硫酸鹽是我們最感興趣的主題，因為過量的亞硫酸鹽會造成腹瀉、紅血球與血紅蛋白減少、氣喘病患發生氣管痙攣，而我們的生活中，亞硫酸鹽是一個常見的防腐劑及漂白劑，對於我們而言，如此沉重的議題，反而激起我們好奇的追尋，因此我們決定用這個題目，深入研究與討論。

貳、研究目的

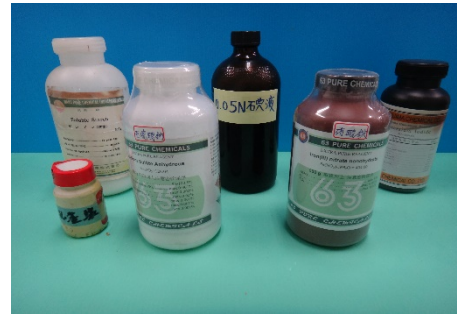
- 一、傳統檢測方法探究：以碘液檢測食品中的亞硫酸鹽含量。
- 二、改進方法探究：試圖以「泡、洗、煮」方式來減少食品中亞硫酸鹽含量。

參、研究設備及器材

蒸餾水、澱粉、碘液、碘晶體、亞硫酸鈉、硝酸鐵、燒杯、漏斗、滴定裝置、減壓過濾裝置、電動攪拌器、電磁爐、錐形瓶、移滴管、玻璃棒、電子天平、滴管、相機、調理機。



a. 金針檢測樣品



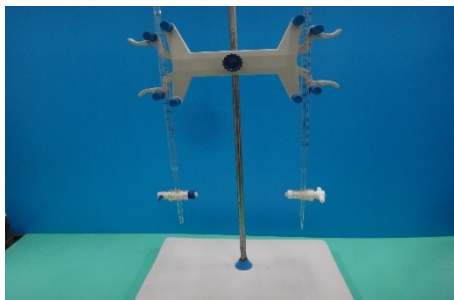
b. 主要實驗藥品



c. 電子天平



d. 調理機



e. 滴定裝置



f. 電動攪拌機



g. 離心機



h. 減壓抽濾裝置

圖 1. 實驗器材及藥品介紹

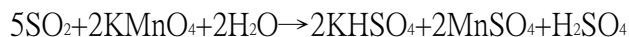
肆、文獻探討

1.亞硫酸鹽之性質

- (1)亞硫酸鈉為亞硫酸鹽最常見之形式，具有還原作用，是優良的還原劑。
- (2)亞硫酸鹽，含有亞硫酸根離子(SO_3^{2-})，為白色或無色結晶， 33.4°C 以上會變成無水鹽，溶於水呈鹼性，不溶於酒精。與氧反應後成硫酸鈉。其反應式為： $2\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Na}_2\text{SO}_4$
- (3)亞硫酸鈉易被氧化為硫酸鈉，削弱其還原能力，所以儲藏需密封且存放於乾燥的地方，避免氧化及接觸空氣中的水分而受潮變質。
- (4)酸可分解亞硫酸鈉放出 SO_3 ，例如：硫酸可分解亞硫酸鈉溶液，其反應式為 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$
- (5)可利用二氧化硫(SO_2)能將碘(I_2)或過錳酸鉀(KMnO_4)溶液脫色的性質來檢驗亞硫酸鹽的存在。

二氧化硫與碘之反應式: $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{I}^-$

二氧化硫與過錳酸鉀之反應式:



- (6)亞硫酸鹽易溶於水，因此可藉由漂水過程來去除遊離態之亞硫酸鹽。

2.亞硫酸鹽之用途

- (1)亞硫酸鹽是一種漂白劑、抗氧化劑、還原劑及防腐劑。
- (2)食品中作為防腐劑的亞硫酸鹽可以有多種形式，包括焦亞硫酸鈉、二氧化硫、亞硫酸氫鉀或偏亞硫酸氫鉀、亞硫酸氫鈉、偏亞硫酸氫鈉或亞硫酸鈉。
- (3)由於亞硫酸鹽的抗菌性質，它有時用作乾果、醃漬蔬菜、與經加工處理的肉製品（如香腸及漢堡肉）等不同種類的食物中。用來保持水果的外表，或防止食物腐爛。二氧化硫的存在，可以使水果有一種特殊的化學味道、及保持新鮮的外觀。
- (4)由於二氧化硫容易液化，因此適合作為製冷劑。

3.亞硫酸鹽之危害

- (1)亞硫酸鹽是不明確的過敏原，可能在食入後幾分鐘造成呼吸困難，哮喘患者

和對阿斯匹靈過敏的人更有可能對亞硫酸鹽過敏，過敏反應包括打噴嚏、喉嚨腫脹以及麻疹，需要及時救治。

- (2)人一天攝入 1g 亞硫酸鹽時不會明顯危害，攝入 4~6g 可造成胃腸障礙，引起劇烈腹瀉、慢性中毒，可引起頭疼、腎臟障礙、紅血球和血紅蛋白減少等症狀，另外，由於硫磺中含有鉛、砷、鉍等，薰蒸時這些有毒物質可進入食物中。
- (3)二氧化硫具有漂白和防腐的作用，遇水則形成亞硫酸鹽，亞硫酸鹽不僅會引發支氣管痙攣，還會在人體內轉化成一種致癌物質--亞硝胺。
- (4)食用含有過量亞硫酸鹽的食物，會產生氣喘、呼吸困難等過敏反應或噁心、嘔吐腸胃道症狀。對眼睛、呼吸道黏膜和皮膚有刺激性。
- (5)一旦遇水發生燃燒或者爆炸，其燃燒生成產物大部分都是有毒的氣體。
- (6)一般人吃下亞硫酸鹽後，在體內經由亞硫酸鹽氧化酶的催化作用會轉變為硫酸鹽，隨尿液排出體外，不會蓄積在人體內；食入過量的亞硫酸鹽則可能會出現呼吸困難、劇烈腹瀉、嘔吐、頭疼、腎臟障礙、紅血球和血紅蛋白減少等症狀。
- (7)亞硫酸鹽會與人體的鈣結合而流失，不免有造成骨質疏鬆的疑慮。
- (8)對於體內缺乏亞硫酸鹽氧化酶的人而言，尤其是氣喘病的患者，攝入超量的亞硫酸鹽，因無法轉化為硫酸鹽而排出體外，可能會產生不同程度之過敏反應，引發哮喘與呼吸困難。
- (9)服用含亞硫酸鹽之藥物的嚴重反應包括潮紅，蕁麻疹和服用藥物導致肺功能下降。
- (10)亞硫酸鹽具有酸性，可與空氣中的其他物質反應，生成微小的亞硫酸鹽和硫酸鹽顆粒。當這些顆粒被吸入時，它們將聚集於肺部，是呼吸系統症狀、疾病、呼吸困難，以及過早死亡的其中一個原因。如果與水混合，再與皮膚接觸，便有可能發生凍傷。與眼睛接觸時，會造成紅腫和疼痛。

4.亞硫酸鹽之管制

依據衛福部的「食品添加物使用範圍及限量暨規格標準」，作為漂白劑

之亞硫酸鹽，用量以 SO₂ 殘留量計，金針乾製品為 4000ppm 以下，杏乾為 2000ppm 以下，白葡萄乾為 1500ppm 以下，動物膠、脫水蔬菜及其他脫水水果為 500ppm 以下，糖蜜及糖飴為 300ppm 以下，水果酒為 250ppm 以下，糖漬果實類及蝦貝類 100ppm 以下。

5. 含亞硫酸鹽之食品

金針、脫水蔬菜、水果等產品，在乾燥加工過程中，容易因為氧化作用而變成褐色。此外，海鮮類如蝦類、貝類等，也會因為氧化使得賣相變得較差。為了讓這些食物看起來更好看，業者通常會使用亞硫酸鹽，防止食物因氧化而變色，或是讓褐色變淡、顏色較鮮明。

6. 亞硫酸鹽之檢測方法

可以檢測出亞硫酸鹽的方法有：碘滴定法、試紙法、蒸餾呈色法、離子交換層析法、微量擴散法、Monier-Williams 法、電化學法、自動注射分析法、氣相層析法、高效液相層析法、酵素法。

伍、研究過程及方法

第壹部份：以碘液的滴定反應檢測亞硫酸鹽

一、金針樣品處理

(一)說明：金針樣品之處理，再以檢測。

(二)方法：(1)取 5g 金針乾，剪成小段。

(2)加入 245g 蒸餾水以調理機攪碎 5 分鐘。

(3)分裝於 8 支 15g 離心玻璃試管中。

(4)置於離心機以轉速 3600rpm 進行 5 分鐘離心分離。

(5)以吸管吸出玻璃試管之上層懸浮液，置於 250ml 燒杯混合。

(6)以球形吸管吸取混合液樣品 30g 至 250ml 錐形瓶中。

二、金針液以碘液滴定

(一)實驗原理:碘為一種有毒性的氧化劑，若一物質會與碘溶液反應，可視其有抗氧化性能，若消耗碘溶液的量越多，其二氧化硫含量越高。

(二)說明: 將處理過的金針液進行滴定，以檢測亞硫酸鹽。

- (三)方法: (1)取金針萃取液，加入 100ml 蒸餾水及 2ml 澱粉指示液。
- (2)以 0.05N 碘溶液滴定。
- (3)滴定至維持淡藍紫色 30 秒不變色為滴定終點。
- (4)另以蒸餾水做空白實驗。
- (5)紀錄消耗碘溶液之體積。
- (6)重複三次實驗。

三、實驗步驟:

 <p>a. 秤取 5g 金針乾</p>	 <p>b. 以調理機攪碎 5 分鐘</p>
 <p>c. 分裝 8 支離心玻璃試管</p>	 <p>d. 進行 5 分鐘分離</p>
 <p>e. 取出上層懸浮溶液，置於燒杯混合</p>	 <p>f. 以球形吸管取混合液 30g 至錐形瓶</p>

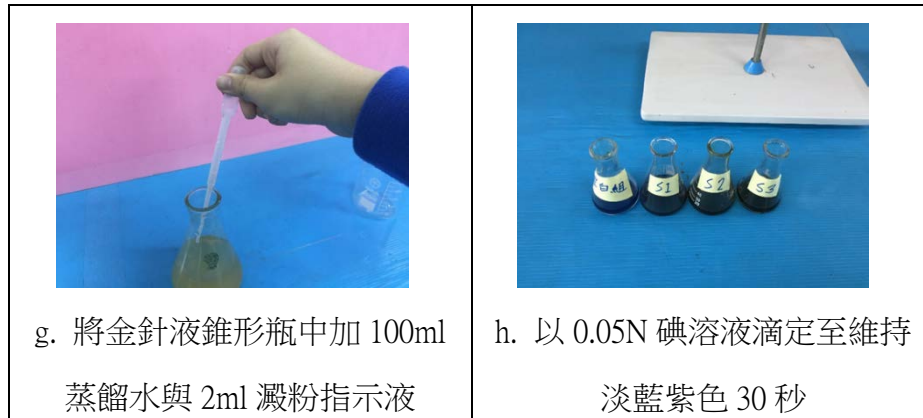


圖 2. 碘液的滴定反應檢測亞硫酸鹽情形

第貳部份：食品中降低亞硫酸鹽含量方法研究

一、說明：目前市售金針幾乎都是金針花的乾製品，金針為了保色、防腐，在金針乾製過程中經常會加入「亞硫酸鹽」，由於亞硫酸鹽會轉換成二氧化硫殘留在產品中，如果殘留量超過安全限量標準，人體內不易代謝，且對某些特殊體質者而言，可能會引起哮喘等呼吸道過敏反應，因此可於食用之前使用「泡、洗、煮」等步驟，可大量降低亞硫酸鹽之含量。

二、步驟：

1. 將 5.00g 的金針加入 500ml 水電動攪拌機攪拌 30 分鐘。
2. 取出浸泡後的金針，再以清水沖洗。
3. 使用鍋子(鍋蓋需打開)烹煮(煮沸)3 分鐘，可使二氧化硫揮發。
4. 靜置冷卻。
5. 過濾後萃取金針液
6. 以碘液滴定過濾後的金針液
7. 重複處理三次
8. 比較處理前後消耗碘的體積

三、實驗情形

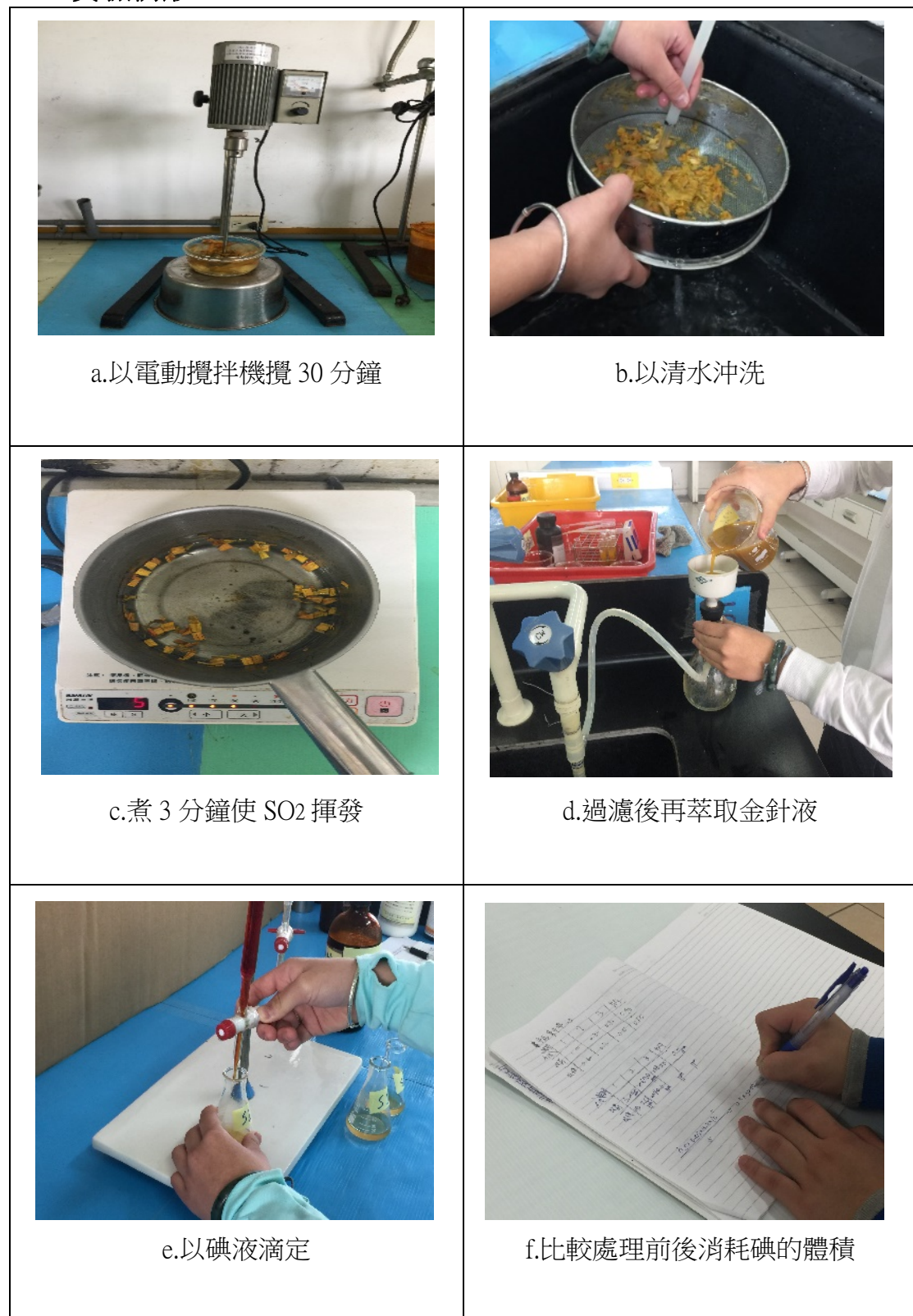


圖 3. 降低亞硫酸鹽含量方法之實驗情形

陸、結果

一、說明：

檢測金針乾製品二氧化硫殘留量，直接碘滴定法因試驗步驟簡單，可有效縮短二氧化硫檢測所需時間，直接碘滴定法所需準備之試藥較少。

依照改進方法後，金針乾製品中含有的亞硫酸鹽有減少(表 1.)，改進後的平均碘劑量也有減少(表 2.)

二、結果：

表 1. 金針樣品亞硫酸鹽含量檢測消耗碘溶液之情形(改進前)

實驗次數	1	2	3	平均(ml)
金針樣品				
S1(市區賣場)	0.60	0.50	0.40	0.50
S2(市區西市場)	1.90	2.10	2.00	2.00
S3(市區東賣場)	1.00	0.80	0.90	0.90
空白組(蒸餾水)	0.05	0.05	0.05	0.05

表 2. 金針樣品亞硫酸鹽檢測之含量(改進前)

實驗次數	1	2	3	平均(ppm)
金針樣品				
S1(市區賣場)	1920.0	1600.0	1280.0	1600.0
S2(市區西市場)	6080.0	6720.0	6400.0	6400.0
S3(市區東市場)	3200.0	2560.0	2880.0	2880.0
空白組(蒸餾水)	0.0	0.0	0.0	0.0

表 3. 金針樣品亞硫酸鹽含量檢測消耗碘溶液之情形(改進後)

實驗次數	1	2	3	平均(ml)
金針樣品				
S1(市區賣場)	0.50	0.40	0.30	0.40
S2(市區西市場)	1.40	0.90	1.30	1.20
S3(市區東賣場)	0.50	0.40	0.90	0.90
空白組(蒸餾水)	0.05	0.05	0.05	0.05

表 4. 金針樣品亞硫酸鹽檢測之含量(改進後)

實驗次數	1	2	3	平均(ppm)
金針樣品				
S1(市區賣場)	1280.0	1920.0	640.0	1280.0
S2(市區西市場)	4160.0	3840.0	3520.0	3840.0
S3(市區東賣場)	1920.0	2240	1600.0	1920.0
空白組(蒸餾水)	0.0	0.0	0.0	0.0

三、改進方法之比較：

表 5.金針樣品亞硫酸鹽含量檢測改進前後消耗碘溶液之比較:

消耗碘劑量	改進前平均消耗碘劑量	改進後平均消耗碘劑量
金針樣品		
S1(市區賣場)	0.50ml	0.40ml
S2(市區西市場)	2.00ml	1.20ml
S3(市區東市場)	0.90ml	0.60ml

表 6. 金針樣品亞硫酸鹽含量檢測改進前後之比較:

亞硫酸鹽含量(ppm) 金針樣品	改進前	改進後
S1(市區賣場)	1600.0ppm	1280.0ppm
S2(市區西市場)	6400.0ppm	3840.0ppm
S3(市區東市場)	2880.0ppm	1920.0ppm

柒、討論

- 一、相同條件下，浸泡時間越長者，越能有效降低金針乾製品中的亞硫酸鹽含量。
- 二、在相同檢測方法中，賣場取得之金針乾製品檢測出亞硫酸鹽劑量會比市場金針乾製品中測出的劑量要來的少。(表 2.)
- 三、在相同時間不同溫度下，溫度越高者，愈能有效降低金針乾製品中的亞硫酸鹽含量，但是一般來說，在烹煮前 清洗金針的水溫度並不會達到接近沸點，如果使用如此高溫的水，不僅會影響口感，也會使得金針中的營養成份流失，因此我們認為大概使用 40°C 的水清洗金針最為恰當。
- 四、實際樣品之檢測上，三個樣品中有一個樣品之亞硫酸鹽含量超標，有約 33% 的金針乾製品亞硫酸鹽含量超出法規所訂定之標準，可見金針花農於加工階段時為了使賣相較好而添加過量的亞硫酸鹽，如果人體攝入過量，會對身體造成不良影響。因此建議於食用烹煮前先將金針花乾製品在室溫下以水浸泡一小時，或以 45°C 溫水浸泡 20 分鐘以去除約 45% 以上之二氧化硫在食品中的含量。
- 五、由於直接點滴定法檢測裝置簡單、檢測時間較短、操作步驟容易等優點，可做為現場快速檢測參考用。由於其再現性較差，所以無法取代傳統的通氣蒸餾法。且當樣品顏色太深，會造成滴定終點之判讀誤差。
- 六、在許多未添加亞硫酸鹽之對照樣品抽出物中發現異常高之亞硫酸鹽被碘所吸收，因此在含有過量的亞硫酸鹽產品亦不適合用此方法進行檢驗。
- 七、金針乾製品含有干擾氧化之還原物質，可能造成直接點滴定法檢測偏差。

八、亞硫酸鹽是一種合法漂白劑，因為亞硫酸鹽氧化後，會形成無毒的硫酸鹽。不過，有些不肖業者為了讓食物更潔白、賣相更好，會使用超量的漂白劑。以乾燥金針為例，顏色愈鮮豔、愈亮，愈可能是使用了過量的亞硫酸鹽。因此，建議民眾挑選乾燥金針等食物時，不要以為顏色愈鮮豔愈好。

九、專家的話：金針、脫水蔬菜水果、杏乾等產品，在乾燥加工過程中，容易因為氧化酵素與糖的作用而變成褐色，因此需添加二氧化硫來避免與空氣中的氧氣產生反應以至於氧化，因為二氧化硫可以讓食品避免因接觸到空氣中的氧氣而氧化使食品賣相與顏色不佳。

捌、結論

近年來，食品安全問題日益嚴重，社會大眾越來越注重食品安全問題，食品中的亞硫酸鹽會讓食物保持鮮明的顏色以增加賣相，防止食物因氧化而變色，減緩食物變質，減慢蔬果、海鮮的褐變，可對某些食品漂白，雖然它是合法漂白劑，但它卻會對人體本身造成影響，例如：腹瀉、紅血球與血紅蛋白減少、腸胃道症狀、氣喘病患發生氣管痙攣等，對眼睛與呼吸道黏膜和皮膚有刺激性，一旦遇到水發生燃燒或者爆炸，其燃燒生成產物大部分是有毒氣體，雖然人體能夠代謝由亞硫酸鹽轉變為的硫酸鹽隨著尿液排出體外，但如果一次吸收到太多的亞硫酸鹽(以 60 公斤的成人來說，每日最高攝取量為 42 毫克)，就可能產生身體不適的現象，食品中所含的亞硫酸鹽越多，聞起來會越刺鼻。

玖、參考資料

- 1.郭重吉，國中自然與生活科技(四)，第二章氧化還原，2019，南一 出版社
- 2.吳柏青，2001，金針乾製品加工及二氧化硫殘留量自主檢測標準流程，國立宜蘭技術學院
- 3.陳婉淑，1990，食品中亞硫酸鹽之含量調查，中部檢驗站
- 4.中華民國，衛生福利部，亞硫酸鹽含量標準。
<https://www.mohw.gov.tw/cp-16-40264-1.html>
- 5.台灣法律網，認識食品中的亞硫酸鹽。
http://www.lawtw.com/article.php?template=article_content&area=free_browse&parent_path=1,655,2353,&job_id=224488&article_category_id=2371&article_id=137183
- 6.國家環境毒物研究中心，豆芽製售業者使用亞硫酸鹽情形。
<http://nehrc.nhri.org.tw/foodsafety/news.php?id=51>
- 7.IQC 食品安全資料庫，食藥署修正亞硫酸鹽使用範圍。
<https://iqc.tw/49099>
- 8.陳淑德，2000，降低乾金針中二氧化硫殘留量之研究，國立宜蘭技術學院
<https://lic2.niu.edu.tw/ezfiles/10/1010/img/6/4-8.pdf>
- 10.亞硫酸鹽-維基百科
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%BA%9A%E7%A1%AB%E9%85%B8%E7%9B%90>
- 11.碘-維基百科
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A2%98>
- 12 碘量法-維基百科
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A2%98%E9%87%8F%E6%B3%95>
- 13.氧化還原-維基百科
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B0%A7%E5%8C%96%E8%BF%98%E5%8E%9F%E5%8F%8D%E5%BA%94>