

2023 年【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：香腸多多「絕」配

一、摘要

經過我們的實驗後，我們發現：(1)比較傳統市場攤的香腸和非市場攤香腸(新東陽原味香腸)，發現傳統市場攤香腸所含的亞硝酸根離子及硝酸根離子都比非市場攤香腸(新東陽原味香腸)來的多，並且加熱前、後並不會影響亞硝酸根離子及硝酸根離子含量。(2)當香腸與多多混合後，硝酸根離子及亞硝酸根離子的含量有明顯的減少，因此我們推論香腸中的硝酸根離子及亞硝酸根離子可能會與多多中的胺基化合物結合。(3)不同受試者的口中硝酸根離子和亞硝酸根離子含量不同，且當口水與養樂多混合後，口水中的硝酸根離子和亞硝酸根離子含量也會減少。

二、探究題目與動機

我們在新聞報導上，常常看到有關「吃了香腸以後不能喝多多，否則會致癌」的信息，我們好奇為何兩種物質加在一起會容易致癌呢？因此查詢了一些相關資料，文獻指出一些報導指出添加在香腸中的亞硝酸鹽，若遇到多多裡的含胺基的化合物，可能會形成亞硝胺而進一步致癌；另外也有一些報導則是說硝酸鹽經過多多中的乳酸菌代謝作用後，容易產生亞硝酸鹽類，也可能會與多多內的胺基化合物形成亞硝胺。所以我們不禁好奇，香腸加多多真的會致癌嗎？於是我們設計了以下的實驗來探討這些問題。

三、探究目的與假設

本實驗想探討香腸中的亞硝酸鹽，若遇到多多裡的含胺基的化合物，很有可能會形成致癌物質—亞硝胺。因此我們提出實驗假設：「當香腸與多多溶液混合在一起，香腸中的亞硝酸根離子及硝酸根離子含量會減少」，有可能是與多多的含胺基化合物形成亞硝胺。因此我們針對以下三種目的進行實驗：

(一)不同肉製品中，亞硝酸根離子及硝酸根離子的含量變化

操作變因	不同肉製品(市場攤生香腸、市場攤熟香腸、非市場攤生香腸、非市場攤熟香腸、市場攤生臘腸、市場攤熟臘腸、生純豬肉、熟純豬肉)
控制變因	不同肉製品的量(10 g)、相同檢測試紙(七合一試紙)、水的量(10 g)、浸泡時間(40 分鐘)、溫度(19°C)、濕度(59%)
應變變因	亞硝酸根離子及硝酸根離子的量

(二)香腸在不同多多溶液中，亞硝酸根離子及硝酸根離子的含量變化

操作變因	不同水溶液(蒸餾水、養樂多活菌發酵乳-紅、養樂多活菌發酵乳-藍、多多活
------	-------------------------------------

	菌發酵乳-原味、多多活菌發酵乳-牛奶口味、多多活菌發酵乳-草莓口味、LP33 益敏優多)
控制變因	香腸(市場攤香腸)的量(10 g)、相同檢測試紙(七合一試紙)、溶液的量(10 g)、浸泡時間(40 分鐘)、溫度(19°C)、濕度(59%)、
應變變因	亞硝酸根離子及硝酸根離子的量

(三)口水在養樂多活菌發酵乳溶液中，亞硝酸根離子及硝酸根離子的含量變化

操作變因	口水、養樂多活菌發酵乳-紅
控制變因	肉製品的量(2 g)、相同檢測試紙(七合一試紙)、口水的量(2 g)、溫度(19°C)、濕度(59%)、浸泡時間(40 分鐘)
應變變因	亞硝酸根離子及硝酸根離子的量

四、探究方法與驗證步驟

(一)實驗材料和儀器：

香腸(市場攤香腸、新東陽原味香腸、市場攤臘腸、純豬肉)、多多(養樂多活菌發酵乳-紅、養樂多活菌發酵乳-藍、多多活菌發酵乳-原味、多多活菌發酵乳-牛奶口味、多多活菌發酵乳-草莓口味、LP33 益敏優多)、蒸餾水、燒杯、培養皿、攪拌棒、電子秤、七合一試紙、滴管。

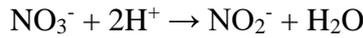
表一 實驗材料和儀器表

品名	新東陽原味香腸	市場攤香腸	市場攤臘腸	純豬肉	多多	電子秤	七合一試紙
圖片							
主要成分	豬肉、硝酸鹽、亞硝酸鹽	豬肉、硝酸鹽、亞硝酸鹽	豬肉、鹽、糖、香料	豬肉	牛奶、糖、乳酸、食用乳酸菌		

(二)實驗原理：

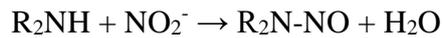
香腸主要由豬肉組成，其他成分包括水、鹽、糖、磷酸鹽、硝酸鹽、亞硝酸鹽、抗壞血酸等；而多多的主要成分包括牛奶、砂糖、乳酸、食用乳酸菌和穩定劑。而香腸中的硝酸鹽解離後(NO_3^-)遇到多多的酸性環境，會分解成亞硝酸根離子(NO_2^-)，因此我們推測當

硝酸根離子減少的量會和亞硝酸根離子產生的量有相關。化學式如下：



式 1

發酵食品或醃漬食品在微生物發酵作用下容易產生 2 級胺，而亞硝酸鹽在水中可以解離出亞硝酸根離子，所以當亞硝酸根離子遇到 2 級胺，可能會反應形成亞硝胺。所以我們可以藉由亞硝酸根離子量的減少，來推測可能轉換成亞硝胺。二級胺(R₂NH)在遇到亞硝酸根離子(NO₂⁻)時，產生亞硝胺(R₂N-NO)，化學式如下：



式 2

總結以上 2 點，我們希望能藉由觀察紀錄硝酸根離子和亞硝酸根離子含量的減少，來推測可能有亞硝胺產生。

(三)研究架構：

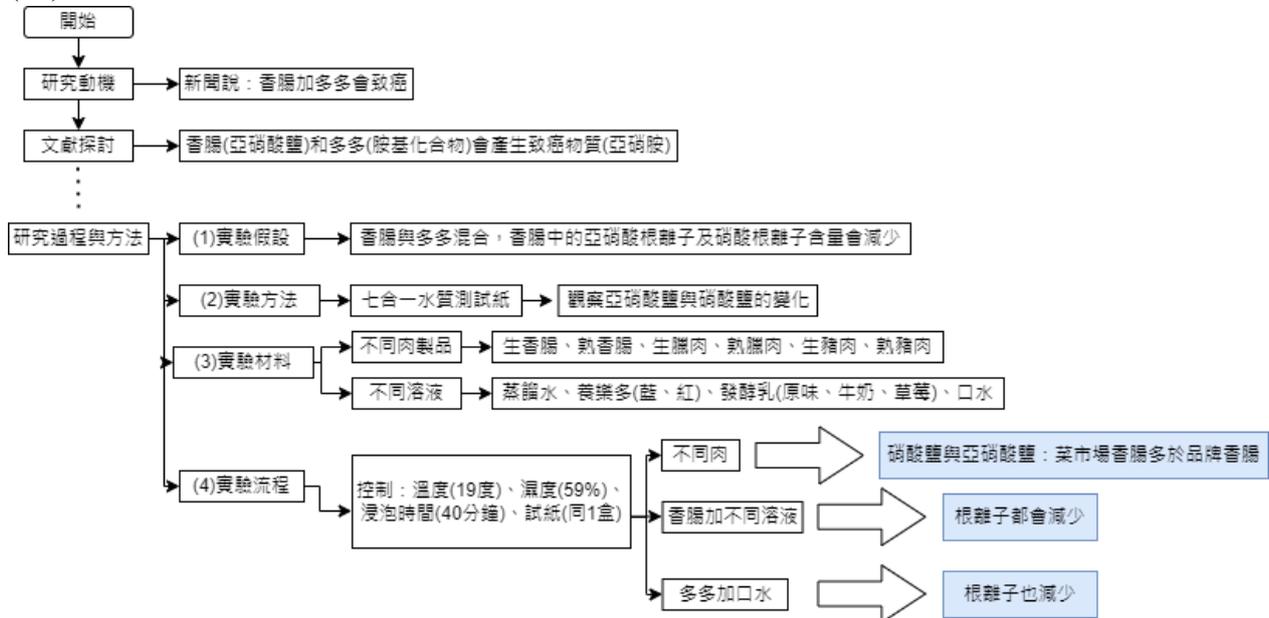


圖 2 研究架構圖

(四)實驗目的一：不同肉製品中，亞硝酸根離子及硝酸根離子的含量變化

1. 實驗步驟:我們先將肉製品(市場攤生香腸、市場攤熟香腸、非市場攤生香腸、非市場攤熟香腸、市場攤生臘腸、市場攤熟臘腸、生純肉、熟純肉)剪碎以後，量取 10g 的水和肉製品 10g，和水混合均勻後，靜置 40 分鐘，再使用滴管吸取反應後的溶液滴到試紙上，並觀察其結果。



圖 3 實驗步驟圖

2. 實驗結果：

(1) 市場攤熟香腸和市場攤生香腸的硝酸根離子、亞硝酸根離子含量是肉製品中最高，且市場攤熟香腸和市場攤生香腸的硝酸根離子、亞硝酸根離子含量並無顯著差異。

(2) 非市場攤生香腸(新東陽原味香腸)的硝酸根離子含量比非市場攤熟香腸的硝酸根離子含量多。

(3) 非市場攤熟香腸(新東陽原味香腸)、市場攤生、熟臘腸和生、熟純肉這幾款肉製品，所含的亞硝酸根離子、硝酸根離子量非常少，試紙無明顯變化。

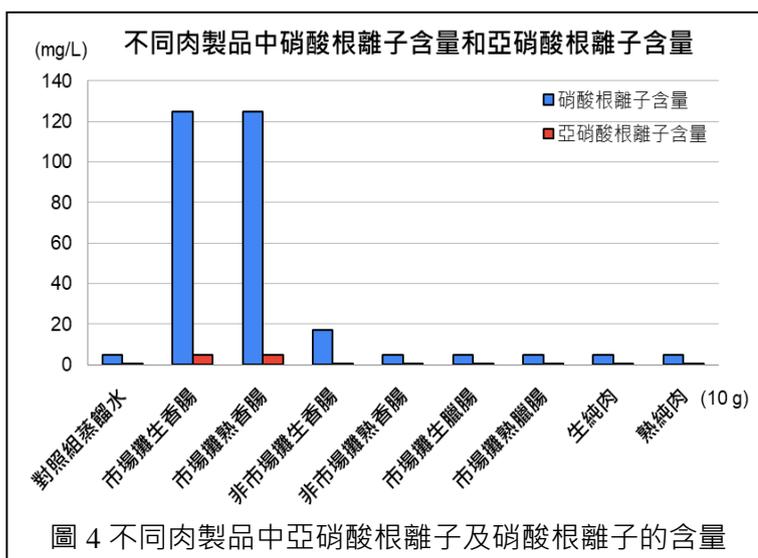


圖 4 不同肉製品中亞硝酸根離子及硝酸根離子的含量

3. 討論

(1) 市場攤生、熟香腸中的硝酸根離子和亞硝酸根離子含量相較其他肉製品的硝酸根離子、亞硝酸根離子高出許多。我們推測傳統市場的香腸，因需長時間的放在攤位前給顧客挑選，在常溫下容易滋生細菌，所以添加較多的硝酸鹽和亞硝酸鹽來抑菌和保色。

(2) 市場攤生、熟香腸的硝酸根離子、亞硝酸根離子含量差異不大，由此可見市場攤香腸不會因高溫加熱而使硝酸根離子和亞硝酸根離子含量增加。

(3) 文獻指出硝酸鹽類遇到高溫時容易產生氧化作用，因此我們推測非市場攤生香腸(新東陽原味香腸)在經過高溫加熱變成熟香腸後，硝酸根離子可能形成其他物質。

(五) 實驗目的二: 香腸在不同多多溶液中，亞硝酸根離子及硝酸根離子的含量變化量

本實驗想探究「香腸中的硝酸根離子和亞硝酸根離子的量，若遇到多多中的含胺基化合物，很可能會產生亞硝胺導致增加致癌風險」，因此我們將香腸剪碎放置不同多多水溶液中，觀察香腸內的硝酸根離子和亞硝酸根離子的量是否有減少。

1. 實驗步驟: 我們先將香腸(市場攤香腸)剪碎以後，量取 10g 的溶液(不同多多、水)和香腸(市場攤香腸)10g，兩者混合均勻後，靜置 40 分鐘，再使用滴管吸取反應後的溶液滴到試紙上，並觀察其結果。



圖 5 實驗步驟圖

2. 實驗結果：

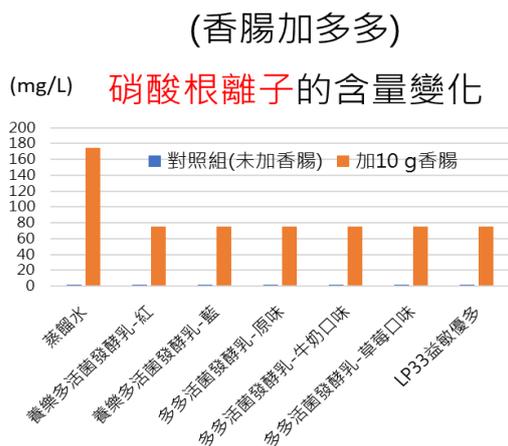


圖 6 香腸加多多硝酸根離子的變化量



圖 7 香腸加多多亞硝酸根離子的變化量

結果顯示：(1)我們發現當香腸與各品牌的多多混合作用 40 分鐘後，香腸內的硝酸根離子含量有明顯的減少。(2)我們發現當香腸與各品牌的多多混合作用 40 分鐘後，香腸內的亞硝酸根離子含量也有明顯的減少。

3 討論

從上述結果我們發現只要是多多，無論牌子與口味，都能讓香腸中的硝酸根離子和亞硝酸根離子的量減少，所以推測香腸中的硝酸根離子和亞硝酸根離子很可能真的與多多中的含胺基化合物結合，再加上香腸肉的蛋白質分解後產生的胺類物質，很可能進而形成 2 級胺。

(六) 實驗目的三:不同肉製品加多多在口水中，亞硝酸根離子及硝酸根離子的含量變化量

另外我們從文獻得知，人的口水中亦含有硝酸鹽及亞硝酸鹽，我們好奇口水中的硝酸鹽及亞硝酸鹽是否也會與多多中的胺基化合物結合，因此先取了 3 位受試者的口水樣本，測量亞硝酸根離子及硝酸根離子的含量，再將其中一位的口水樣品(樣本 2)加入多多(養樂多發酵乳—紅)，觀察亞硝酸根離子和硝酸根離子的量是否有變化。

1. 實驗步驟

收集口水後，量取 2g 的口水和 2g 的肉製品，兩者混合均勻後，靜置 40 分鐘，再使用滴管吸取反應後的溶液滴到試紙上，並觀察其結果。

2. 實驗結果

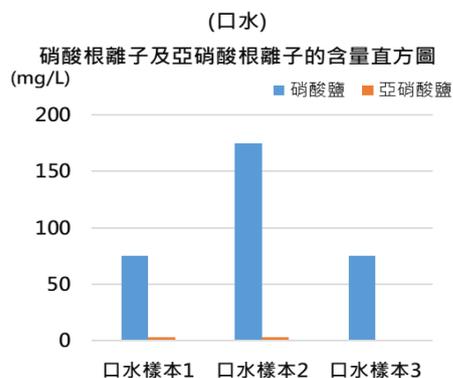


圖 8 口水中的硝酸根離子及硝酸根離子的含量

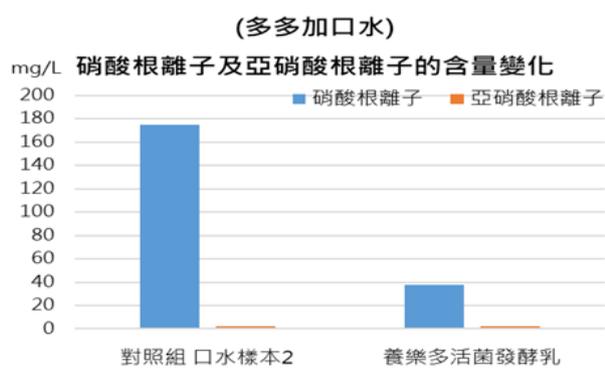


圖 9 多多口水中的亞硝酸根離子及硝酸根離子的含量

結果顯示：(1)我們發現人類口中真的含有硝酸根離子和亞硝酸根離子，且每位受試者的硝酸根離子和亞硝酸根離子含量不一定相同。(2)我們發現當口水與養樂多發酵乳混合後，口水中的硝酸根離子和亞硝酸根離子含量有明顯地減少。

3.討論

(1)我們推測，每個人的身體狀況不同，因此產生口水的速率與成分比例不一定相同，所以每位受試者的硝酸根離子和亞硝酸根離子含量不一定相同。

(2)我們推測，口水與養樂多發酵乳混合後，口水中的硝酸根離子和亞硝酸根離子含量真的有減少，會與養樂多中的胺基化合物結合。所以原本我們擔心喝多多可能會產生致癌物質 2 級胺，但是後來想到口水中並沒有肉類蛋白質，所以不會有分解後的胺類物質，因此比香腸多多一起吃得風險低。

五、結論與生活應用

(一)結論

以下是我們在這三個實驗中歸納出的結論：

- 1.肉製品中，市場攤香腸的亞硝酸根離子和硝酸根離子的含量非常高，且市場攤生、熟香腸不會因高溫加熱，導致硝酸根離子和亞硝酸根離子的含量變化。
- 2.香腸加入道不同品牌的多多都會降低亞硝酸根離子和硝酸根離子的含量。
- 3.不同受試者的口水內的硝酸根離子和亞硝酸根離子含量不一定相同，且口水與養樂多混合後，也會使得硝酸根離子和亞硝酸根離子含量減少。

(二)生活應用

- 1.在購買肉製品時，應留意市場攤香腸的亞硝酸根離子和硝酸根離子的含量，並盡量考慮選擇有品牌或種類的肉製品、避免購買市場香腸。
- 2.如果你喜歡吃香腸，請避免加入多多或其他發酵乳製品。因為香腸為肉製加工食品，肉類蛋白質分解後會產生胺類物質加上多多的胺基化合物，兩者與香腸中的硝酸根離子和亞硝酸根離子結合，可能更容易形成 2 級胺，提高致癌的風險
- 3.如果你關心自己的健康，可以盡可能地避免攝取過多的硝酸根離子和亞硝酸根離子，例如肉類加工食品香腸、熱狗等。

參考資料

<https://views.learneating.com/food-tech/nitrite-nitrate-safety/>

<https://www.naif.org.tw/publicContent.aspx?param=frontMenuID=229%EF%BC%86sDate=%EF%BC%86eDate=%EF%BC%86key1=%EF%BC%86frontTitleMenuID=52%EF%BC%86pn=1&frontTitleMenuID=52&frontMenuID=229&forewordID=11619>