

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中 (職) 組 成果報告表單

題目名稱： 硝夜不隔夜

一、摘要：

本研究主旨為探討不同種類蔬菜在經不同烹調方式並隔夜放置後，其硝酸鹽、亞硝酸鹽含量。硝酸鹽、亞硝酸鹽、亞硝胺皆已知對人體有致癌影響。甚至可能讓血紅素轉換成變性血紅素，使之失去攜帶氧氣的功能。還會影響人體對維他命 A、維他命 B 群、碘與蛋白質的吸收。又蔬菜中含有大量硝酸鹽，且可能經細菌硝化反應形成亞硝酸鹽，再和含胺物質在人體內形成亞硝胺。因此藉由定量蔬菜中這些可能致癌物質的含量便有助於評估相關影響。並希望能以此研究對蔬菜的烹調方式提出建議。

在實驗中我們利用分光光度計、顯色劑^{4,7}來定量隔夜菜中的硝酸鹽及亞硝酸鹽的含量。並以改良後的菜葉樣品製作方式(包括萃取、過濾、震盪時間)測其吸光度。研究主要發現各類蔬菜以油炒後硝酸鹽明顯高於水煮的蔬菜。然在烹煮時加大量的鹽巴也會導致硝酸鹽含量上升、少量則會下降。水煮的蔬菜在放置一星期後亞硝酸鹽含量無明顯變化，硝酸鹽含量唯獨在油炒加鹽時下降。而各蔬菜中以白蘿蔔硝酸鹽含量最高，若是攝取 400 g 即會超過體重 62 kg 的人每日可安全攝取的硝酸鹽量(半顆白蘿蔔即超標)。

二、探究題目與動機

我們時常可以在新聞中看到關於隔夜菜中的亞硝酸鹽對人體有重大危害、吃隔夜菜會導致癌症等等的傳聞。根據 WHO 建議，每人每天需攝取 400~800 g 的蔬果，然而許多人仍以隔夜菜作為隔天的便當。因此我們想定量不同種類的蔬菜中硝酸鹽與亞硝酸鹽含量與其烹調方式的關係，作為其是否可安全食用的依據之一。

三、探究目的與假設

我們欲探討硝酸鹽與亞硝酸鹽在隔夜菜中的含量，並以此提出相對安全烹調方式的建議。因此我們研究的目的有以下三點：

- 一、定量隔夜菜中硝酸鹽以及亞硝酸鹽的含量
- 二、比較不同種類蔬菜中硝酸鹽及亞硝酸鹽含量
- 三、探討水煮、油炒等烹調方式對隔夜菜中硝酸鹽以及亞硝酸鹽含量的影響

推測：

- 一、亞硝酸鹽&硝酸鹽的含量：葉菜 > 莖 > 根(根據參考資料⁸顯示白蘿蔔為根類的例外)，因為葉菜部分較容易殘留氮肥。
- 二、參考其他研究，蔬菜中的硝酸鹽含量會隨放置天數的增加而上升；亞硝酸鹽的含量則不會有明顯的變化。

四、探究方法與驗證步驟

一、實驗器材：

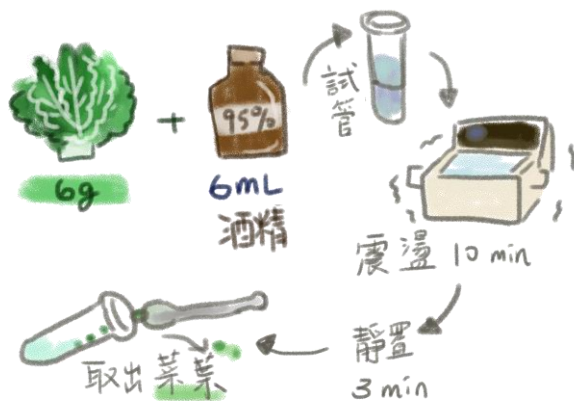
藥品：鹽酸萘乙二胺 ($C_{12}H_{14}N_2 \cdot 2HCl$)、間氨基苯磺酸 ($C_6H_7NO_3S$)、冰醋酸 (CH_3COOH)、硫酸錳 ($MnSO_4$)、硫酸鋇 ($BaSO_4$)、檸檬酸 ($C_6H_8O_7$)、鋅粉 (Zn)、酒精 (C_2H_5OH)、硝酸鈉 ($NaNO_3$)、亞硝酸鈉 ($NaNO_2$)

器材：分光光度計、針筒過濾器、針筒、燒杯、試管、電子秤、秤量紙、錐形瓶、安全吸球、分度吸量管、比色管、刮勺、震盪機、保鮮膜、容量瓶、微量滴管

樣品：高麗菜、洋蔥、蘿蔔

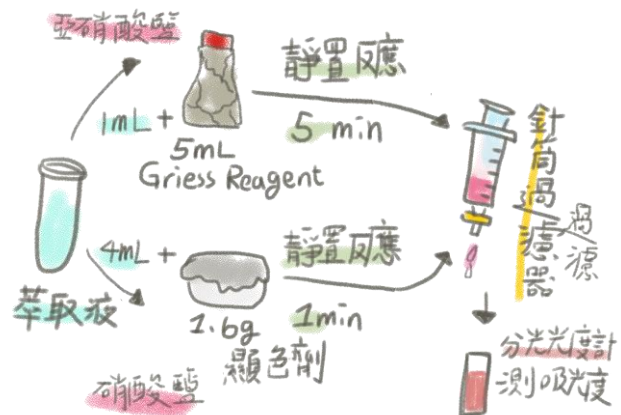
二、研究方法

1. 萃取方法：



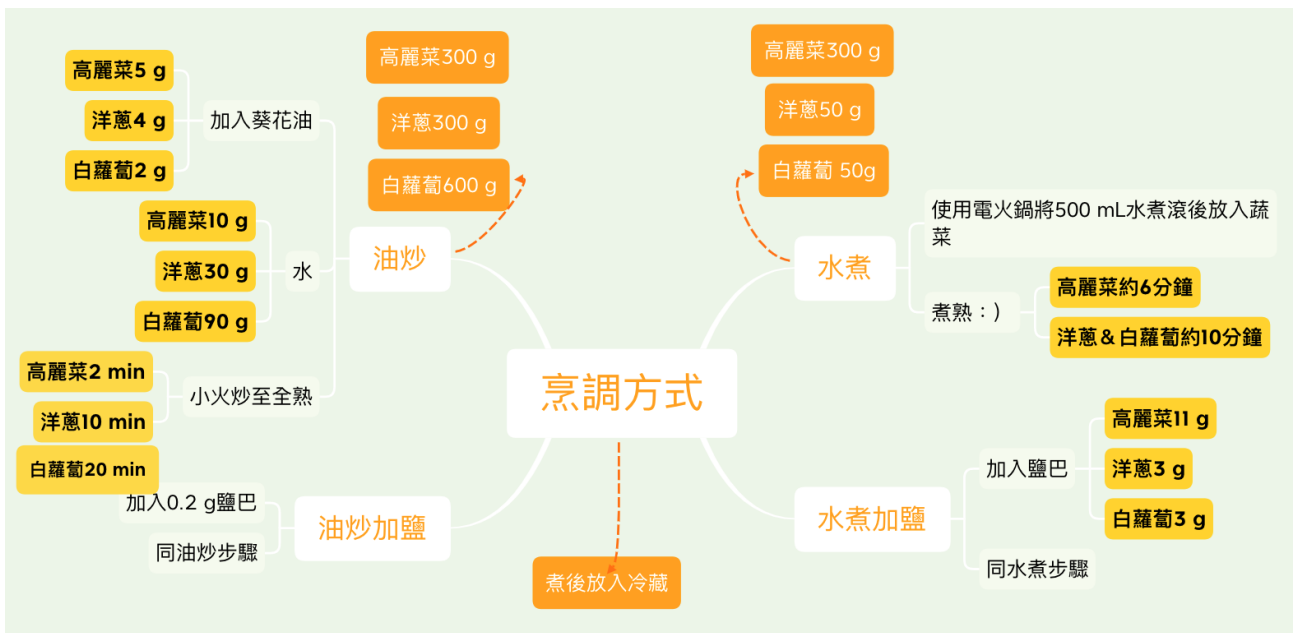
(圖一) 萃取方式示意圖

2. 檢測方法：



(圖二) 檢測方式示意圖

2. 蔬菜烹煮方式：



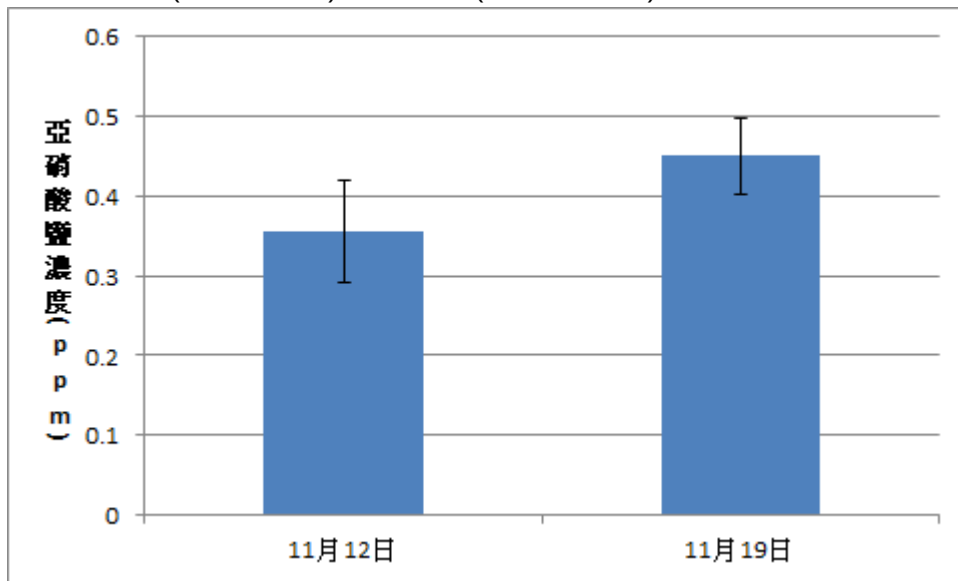
(圖三) 蔬菜烹調方式

三、探究過程

1. 放置一星期的菜葉之亞硝酸鹽含量比較

樣本：同為 11/4 水煮之高麗菜

分別進行於：11/12 (放置 8 天) 與 11/19 (放置 15 天)



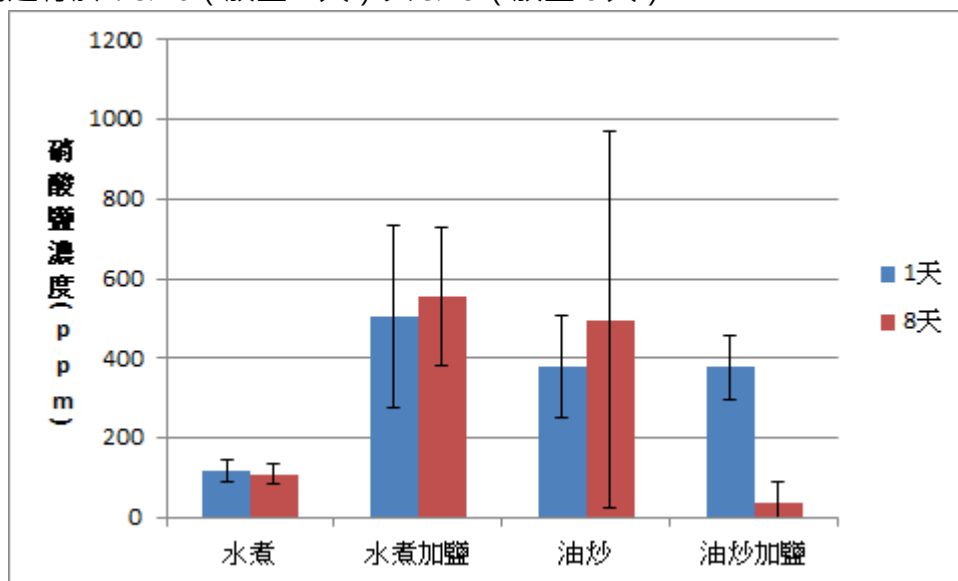
(圖四) 放置一星期後高麗菜亞硝酸鹽濃度變化

在此實驗中我們進行了隔夜菜放置 8 天以及放置 15 天的比較，從圖中可看出兩組實驗中的誤差線有很大一部份是重疊的，所以可以知道亞硝酸鹽在不同的放置天數沒有明顯變化。

2. 放置一天與八天不同烹煮方式之高麗菜硝酸鹽比較

樣本：同為 3/17 水煮、水煮加鹽/油炒、油炒加鹽之高麗菜

分別進行於：3/18 (放置 1 天) 與 3/25 (放置 8 天)



(圖五) 一天與八天不同烹煮方式之高麗菜硝酸鹽含量

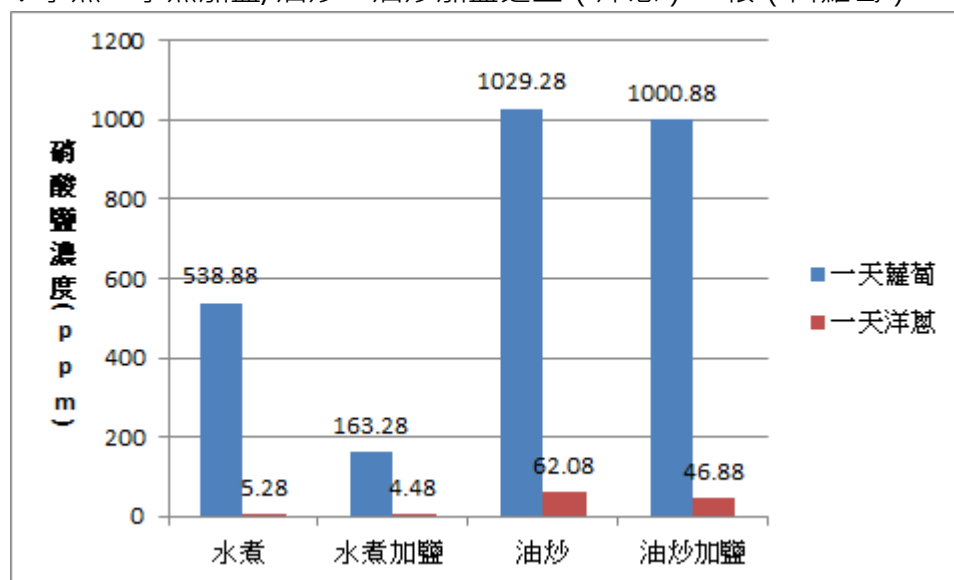
由圖八可知，在放置八天後除油炒加鹽硝酸鹽含量明顯下降外，其餘烹煮方式的變化幅度非

常小（誤差線重疊）。但是比較水煮及油炒可知油炒的硝酸鹽濃度較水煮的高。

而油炒加鹽的硝酸鹽在 7 天後有明顯的下降。

3. 放置一天，不同烹煮方式之洋蔥與蘿蔔之亞硝酸鹽、硝酸鹽比較

樣本：水煮、水煮加鹽/油炒、油炒加鹽之莖（洋蔥）、根（白蘿蔔）



(圖六) 一天後不同烹煮方式之洋蔥、白蘿蔔硝酸鹽

由圖九可知，蘿蔔的硝酸鹽含量在水煮時約為 163~540 ppm 之間，油炒則是 1000 ppm 左右，皆高於洋蔥的 4~5 ppm 與 46~63 ppm。且蘿蔔與洋蔥的實驗可以知道油炒後硝酸鹽濃度會大於水煮，而加鹽後濃度會略為下降。

五、結論與生活應用

由上述實驗可得以下表格：

(表一) 不同蔬菜在不同烹煮方式的硝酸鹽含量

烹煮方式	硝酸鹽含量
水煮	白蘿蔔 > 高麗菜 > 洋蔥
水煮加鹽	高麗菜 (鹽比例較高) > 白蘿蔔 > 洋蔥
油炒	白蘿蔔 > 高麗菜 > 洋蔥
油炒加鹽	白蘿蔔 > 高麗菜 > 洋蔥

(表二) 放置一星期後各烹煮方式對硝酸鹽含量影響

烹煮方式	硝酸鹽含量
水煮	無明顯變化
水煮加鹽	無明顯變化
油炒	無明顯變化
油炒加鹽	下降 90.40 %

因此可知若是以硝酸鹽含量為參考標準，水煮明顯較油炒健康，然而若是以大量鹽巴進行料理也會使硝酸鹽含量增加，且洋蔥硝酸鹽與亞硝酸鹽含量較低，白蘿蔔則高出許多，為不建議長期食用之蔬菜。此外，根據 JECFA 訂定之攝取將硝酸鹽及亞硝酸鹽之每日容許攝取量訂為 3.7 及 0.07 毫克/公斤體重。以人類平均體重為 62 公斤計算，每人每日最多可以攝取 229.4 毫克的硝酸鹽以及 4.34 毫克的亞硝酸鹽，而 WHO 建議人一天要攝取 400 g~800 g 的青菜，並由我們的實驗結果可知，食用水煮蘿蔔 400 g 時硝酸鹽即達到 215.5 毫克，幾乎超標，更別提家中常以油炒為烹調方式。

我們推測水煮的硝酸鹽會比油炒少的原因為在水煮的過程中會使硝酸鹽溶解在水中，導致殘留在蔬菜樣品上的硝酸鹽含量較少；且根據參考資料⁹顯示比起生菜，水煮過後的菜葉中硝酸鹽含量會下降。

六、參考資料

- 1、國家環境毒物研究中心 食品安全資訊網 (2019.10.04) · 硝酸鹽與亞硝酸鹽 · 取自 http://nehrc.nhri.org.tw/foodsafety/toxfaq_detail.php?id=187
- 2、行政院農委會 (2015) · 蔬菜含有硝酸鹽影響人體健康? · 取自 https://www.coa.gov.tw/faq/faq_view.php?id=80
- 3、食藥署 食品 Q&A (2015.05.22) · 蔬菜中硝酸鹽 · 取自 <http://nehrc.nhri.org.tw/foodsafety/news/蔬菜中硝酸鹽.pdf>
- 4、楊家乘、吳郁芬、陳怡穎 (2014) 硝魂使者-NO 性質探討與偵測 · 中華民國第 54 屆中小學科學展覽會 作品說明書 · 取自 <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/54/pdf/040208.pdf>
- 5、苗栗縣公館國民小學 (2012) 夜長夢多~隔夜菜知多少 · 第 52 屆中小學科展 · 取自 <https://docsplayer.com/105303030-Microsoft-word-第52屆科展作品-硝酸鹽0503sshfin.html>
- 6、邱浚晏、梁耘謙、蘇品璇、陳曉薇 (2018) 悄悄是離別的生「硝」—食物中的硝酸鹽類

減量方法與自製分光光度計檢測初探· 中華民國第 58 屆中小學科學展覽會 作品說明書· 取自 <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/58/pdf/NPHSF2018-080217.pdf>

- 7、 華楚衍、王鈞、陳健文、朱加虹、周根香 (2004) 檢測蔬菜水果硝酸鹽和亞硝酸鹽含量試劑盒及其檢測方法· 中華人民共和國國家知識產權局 發明專利申請書· 取自 <https://patents.google.com/patent/CN100335890C/zh>
- 8、 主婦聯盟環境保護基金會 (2010.12.01) 蔬菜硝酸鹽 FAQ· 取自 <https://www.huf.org.tw/essay/content/616>
- 9、 Tereas Leszczynska (2009.03.03) *Effects of some processing methods on nitrate and nitrite changes in cruciferous vegetables* · Journal of Food Composition and Analysis Volume 22, Issue 4, June 2009, Pages 315-321 · 取自 <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.10.025>