

屏東縣第 60 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：化學科

組 別：國中組

作品名稱：

鍋董

—探討火鍋煮法之湯內亞硝酸鹽類之濃度變化—

關 鍵 詞： 甲基橙、亞硝酸鹽、中藥（最多三個）

編號：

製作說明：

- 1.說明書封面僅寫科別、組別、作品名稱及關鍵詞。
- 2.編號：由承辦學校統一編列。
- 3.封面編排由參展作者自行設計。

摘要

本研究主要探討蔬菜、菇類、根莖類及中藥材經加熱後，其亞硝酸鹽含量與時間的關係。研究顯示食材加入雞肉高湯後，會使其亞硝酸鹽含量顯著提升。另外，若加入米酒，不論搭配飲水或高湯，亞硝酸鹽均會減少。實驗結果也同時顯示，一般大眾食用火鍋時，應盡快食用完畢。

壹、動機

經過幾世紀來的演變，食品添加物日新月異，其中對人們有害者更是大有人在，再加上近來食安問題猖獗，成分複雜的火鍋更是令人起疑。我們上網查詢相關資料後，更發現資料不足。有鑑於此，我們便興起了研究的念頭，而在幾番討論之後，我們隨即著手於如何測量火鍋食材與湯底的致癌物含量，並同時思考如何降低此物質，因此，我們希望能透過簡單的實驗，研究出健康與便捷的煮火鍋方法，並保障社會大眾的安全。

貳、文獻探討與分析

一、放置時間對亞硝酸鹽含量之影響

過往，有許多關於隔夜菜中的亞硝酸鹽含量之研究，結果顯示在室溫保存期間，各組蔬菜的亞硝酸鹽含量均有上升。蔬菜的保存時間拉長確實會造成蔬菜內亞硝酸鹽含量的增加。而以冷藏方式保存的期間，除了地瓜葉、蘿蔔與小黃瓜以外，其餘組別之亞硝酸鹽含量均有明顯上升，而以小白菜的上升最多。但似乎沒有任何研究探討蔬菜，甚至於中藥材之硝酸鹽在國人喜愛的火鍋中的含量。

二、名詞解釋、儀器、歷屆科展探究

(一) 硝酸鹽類中的亞硝酸鹽若與胺基酸結合，將會形成亞硝酸胺，而亞硝酸胺是一種致癌物。

(二) 「分光」光度計的設計原理，是將燈源的光線分散成七彩色光，並從中擷取出某個「單一色光」，然後讓這個「單一色光」穿過樣品溶液之後，以光感測器量測這個單一色光的衰減程度，並將此衰減程度量化成數字。最後，以單一色光被樣品溶液所吸收的比例，來呈現測量結果 (也可以穿透的比例來呈現)。這個比例，可以從還沒有放置樣品之前 (基線 **Baseline**)、以及放樣品之後，由光感測器所測得的單一色光強度，來得到樣品在該色光下的相對「光度」。簡單來說就是利用分光亮度計吸收打出的光的強度、顏色並進行【比對顏色與分析】

(三) 歷屆科展文獻分析：

(1)第 40 屆全國科展「綠色的小秘密—你吃了多少硝酸鹽」。因數據量多且大，且時間久遠加上沒有寫出所使用之儀器品牌，故在實驗的重現性上面較難重製比較，而且，此篇提及天候對硝酸鹽含量之影響，但天氣為不可抗力之因素，難以客觀判斷。因此，我們在執行時為方便取樣，所有實驗材料皆選購來自於有機超級市場。

(2)第 49 屆全國科展「沒『硝』息就是好消息—探討水果、大蒜、茶類對於

- 食物中亞硝酸鹽之去除能力」。此篇中運用專業的分光光度計檢測各類食物中的硝酸鹽類的含量。相隔了十餘年，許多報告上的飲料已不再販售。
- (3) 第 49 屆全國科展「天下第一味—香腸配養樂多」。此篇用硝酸鹽試紙進行檢驗，但許多濃度的細節並未商榷，只有比對試紙罐上的色塊進行判斷，但是實際含量數值是無法得知的。
- (4) 第 58 屆「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」此篇中運用自製的分光光度計檢測各類食物中的硝酸鹽類的含量，但研究結論與推論相對薄弱，如能在報告中對硝酸鹽與亞硝酸鹽的測試再加強解釋說明，相對能提高其實用價值。
- (5) 亞硝酸鹽類是製造甲基橙試劑的重要原料，其可利用甲基橙法量測亞硝酸鹽濃度，並製造其檢量線，可將甲基橙於分光光度計 521nm 的吸收光值作為推測亞硝酸鹽濃度的檢量線製作。

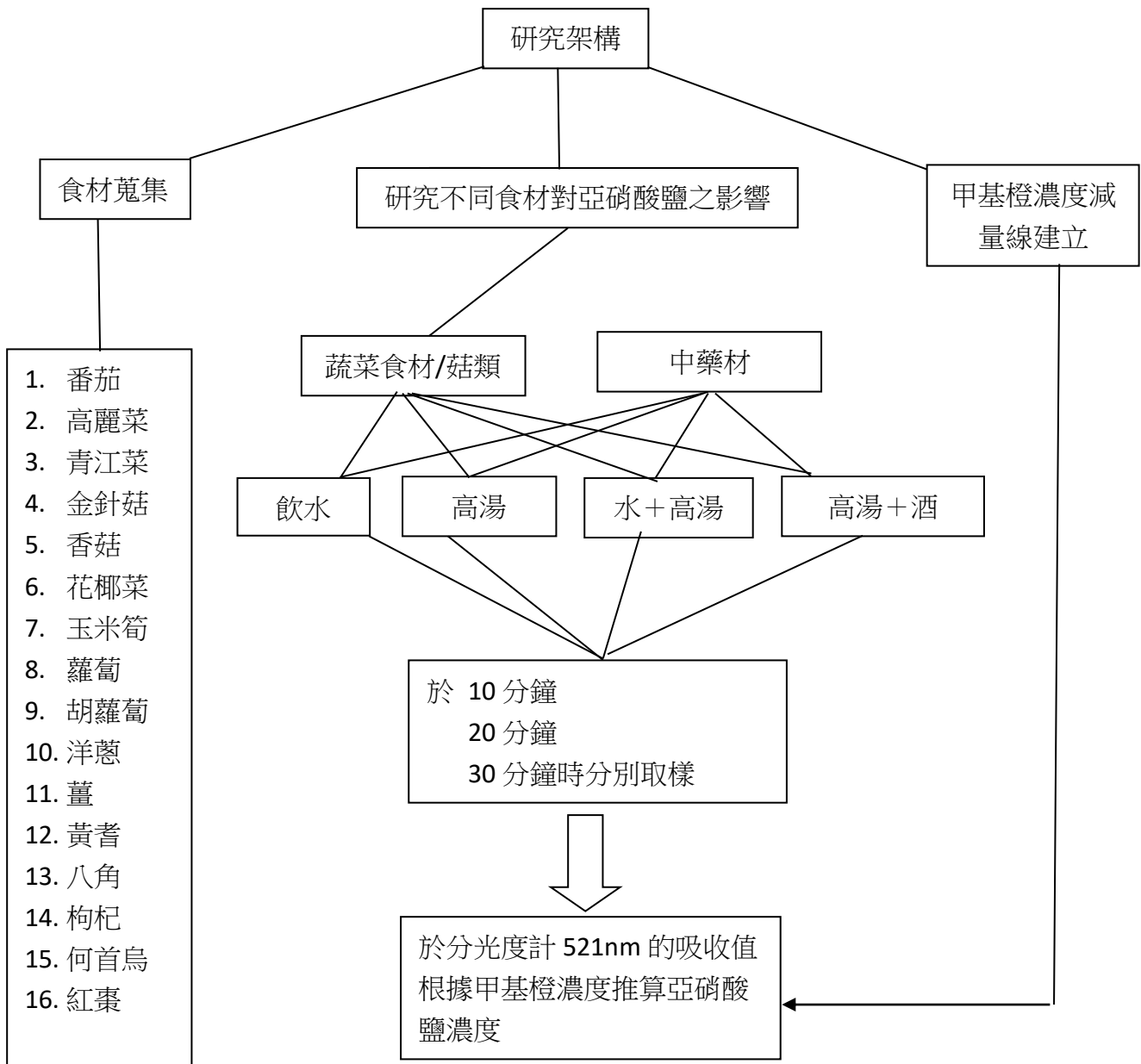
參、研究目的

- 一、製作甲基橙濃度減量線，推估火鍋湯內的亞硝酸鹽類濃度。
- 二、測試不同食材在清水、高湯內不同烹煮時間內所釋放出的亞硝酸鹽濃度。
- 三、測試常見中藥材在清水、高湯、加入酒之後，於不同烹煮時間內所釋放出的亞硝酸鹽濃度。

肆、研究器材及設備

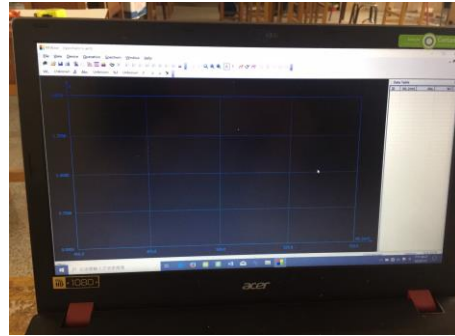
玻璃棒	試管	酒精燈	亞硝酸胺
乳頭滴管	標籤紙	漏斗	亞硝酸鈉
坩堝鉗	研鉢和杵	燒杯	16%料理米酒
鑷子	試管架	試管夾	番茄
電子秤	三腳架	分光光度儀()	青江菜
保鮮膜	陶瓷纖維網	甲基橙	高麗菜
金針菇	香菇	花椰菜	玉米筍
白蘿蔔	胡蘿蔔	洋蔥	薑
黃耆	八角	枸杞	紅棗
何首烏	蒜頭		

伍、研究過程與方法



研究一、甲基橙檢量線建立

1. 配置不同濃度的亞硝酸鈉所製成的甲基橙($10^{-2}M$ 、 $10^{-3}M$ 、 $10^{-4}M$ 、 $10^{-5}M$ 、 $10^{-6}M$ 、 $10^{-7}M$ 、 $10^{-8}M$)。
2. 將各濃度的甲基橙放入分光光度計中檢測。
3. 紀錄 521nm 波段的吸光度值。



研究二、研究水對亞硝酸鹽含量之影響。

1. 準備 1 個燒杯並加水 100ml 將磨碎後食材 25g 置入其中
2. 以酒精燈加熱
3. 分別於 10 分鐘時、20 分鐘時、30 分鐘時各取樣一次。



研究三、研究高湯對亞硝酸鹽含量之影響。

1. 準備 1 個燒杯並加高湯 100ml 將磨碎後食材 25g 置入其中
2. 以酒精燈加熱
3. 分別於 10 分鐘時、20 分鐘時、30 分鐘時各取樣一次。



研究四、研究高湯加水對亞硝酸鹽含量之影響。

1. 準備 1 個燒杯並加水 50ml、加高湯 100ml 將磨碎後食材 25g 置入其中。
2. 以酒精燈加熱
3. 分別於 10 分鐘時、20 分鐘時、30 分鐘時各取樣一次。

研究五、研究高湯加米酒對亞硝酸鹽含量之影響。

1. 準備 1 個燒杯並加米酒 50ml、加高湯 50ml 將磨碎後食材 25g 置入其中。
2. 以酒精燈加熱。
3. 分別於 10 分鐘時、20 分鐘時、30 分鐘時各取樣一次。

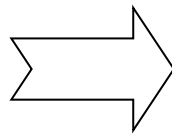
陸、研究結果

一、 甲基橙檢量線建立

此段分析中我們將不同濃度的亞硝酸鈉所製成的甲基橙(10^{-2}M 、 10^{-3}M 、 10^{-4}M 、 10^{-5}M 、 10^{-6}M 、 10^{-7}M 、 10^{-8}M)，放入分光光度計中記錄 521nm 的吸光度值，其結果如下表 6-1、表 6-2、圖 6-1 所示：

表 6-1

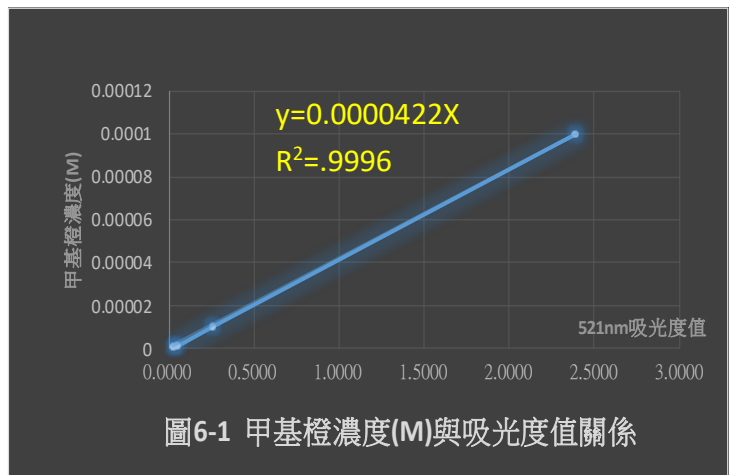
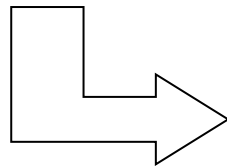
吸光度值	甲基橙濃度(M)
3	0.01
3	0.001
2.3939	0.0001
0.2609	0.00001
0.0476	0.000001
0.0263	0.0000001
0.0242	0.00000001



由表 6-1 可發現濃度在 10^{-2}M 、 10^{-3}M 達到吸光度值上限 3，無法測量，而 10^{-8}M 時的數值與 10^{-7}M 相當，顯示可測量之範圍約為 $10^{-7}\text{M}\sim 10^{-4}\text{M}$ 之間。

表 6-2

吸光度值	甲基橙濃度(M)
2.3939	0.0001
0.2609	0.00001
0.0476	0.000001
0.0263	0.0000001



此段發現具有亞硝酸鈉的甲基橙濃度在 $10^{-7}\text{M}\sim 10^{-4}\text{M}$ 的濃度之間，可利用 510nm 的吸光度值進行濃度判斷。

二、不同食材與中藥在不同時間內之不同處理推算其亞

硝酸鹽濃度

此段分析我們先介紹表 6-3 的內容，水→食材+50 毫升 RO 水進行烹煮；湯→食材+100 毫升雞湯一起烹煮；水+酒→食材+50 毫升的水和 50 毫升的米酒一起烹煮；湯+酒→食材+50 毫升雞湯+50 毫升米酒一起烹煮。所得知結果如表 6-3 所示。

表 6-3 不同食材不同烹煮方式不同時間之亞硝酸鹽濃度(M)

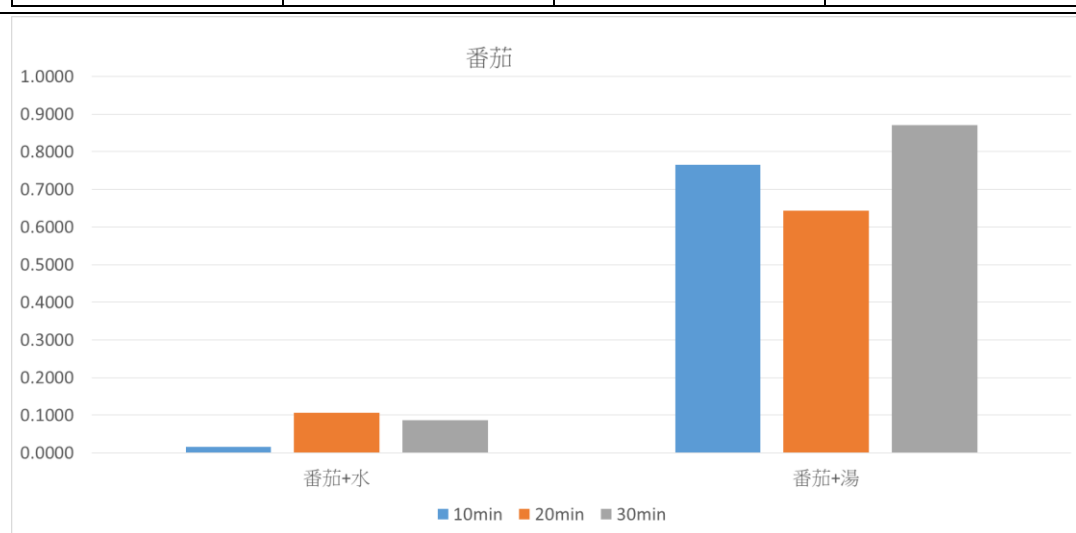
時間	521nm 的吸光度值			換算成為濃度(M)		
	10min	20min	30min	10min	20min	30min
新番茄水	0.0166	0.1071	0.0874	0.000007	0.000045	0.000037
新番茄湯	0.7660	0.6431	0.8713	0.0000323	0.0000271	0.0000368
高麗菜水	0.0000	0.0140	0.0290	0.0000000	0.0000006	0.0000012
高麗菜湯	0.6873	0.8456	1.1019	0.0000290	0.0000357	0.0000465
青江菜水	0.0000	0.0026	0.0307	0.0000000	0.0000001	0.0000013
青江菜湯	0.7096	0.7839	1.0022	0.0000299	0.0000331	0.0000423
金針菇水	0.0574	0.0675	0.0861	0.0000024	0.0000028	0.0000036
金針菇湯	0.4798	0.7462	0.8352	0.0000202	0.0000315	0.0000352
香菇水	0.0207	0.3561	0.0413	0.0000009	0.0000150	0.0000017
香菇湯	0.6018	0.7496	1.3568	0.0000254	0.0000316	0.0000573
花椰菜水	0.3211	0.5161	0.5802	0.0000136	0.0000218	0.0000245
花椰菜湯	0.9145	0.9273	0.8930	0.0000386	0.0000391	0.0000377
玉米筍水	0.1152	0.0356	0.0596	0.0000049	0.0000015	0.0000025
玉米筍湯	0.5873	0.7704	1.0699	0.0000248	0.0000325	0.0000451
蘿蔔水	0.0720	0.0043	0.0496	0.0000030	0.0000002	0.0000021
蘿蔔湯	0.6670	0.7467	0.7714	0.0000281	0.0000315	0.0000326
胡蘿蔔水	0.0323	0.0363	0.1392	0.0000014	0.0000015	0.0000059
胡蘿蔔湯	0.5597	0.9912	1.1698	0.0000236	0.0000418	0.0000494
洋蔥水	0.0308	0.0865	0.0815	0.0000013	0.0000037	0.0000034
洋蔥湯	0.8597	1.0552	1.1965	0.0000363	0.0000445	0.0000505
薑水	0.2897	0.0552	0.1203	0.0000122	0.0000023	0.0000051
薑湯	0.8823	0.7697	0.8360	0.0000372	0.0000325	0.0000353
黃耆水	0.3106	0.1236	0.1368	0.0000131	0.0000052	0.0000058
黃耆湯	2.1023	1.3050	2.1093	0.0000887	0.0000551	0.0000890
黃耆水+酒	0.1684	0.1744	0.1908	0.0000071	0.0000074	0.0000081

黃耆湯+酒	0.5531	0.3405	0.5656	0.0000233	0.0000144	0.0000239
八角水	0.0203	0.1658	0.4424	0.0000009	0.0000070	0.0000187
八角湯	1.3228	2.0729	2.3826	0.0000558	0.0000875	0.0001005
八角水+酒'	0.1035	0.4979	1.3371	0.0000044	0.0000210	0.0000564
八角湯+酒	1.1742	0.4281	0.6302	0.0000496	0.0000181	0.0000266
枸杞水	1.0626	2.7676	2.8001	0.0000448	0.0001168	0.0001182
枸杞湯	0.9086	2.4585	6.2616	0.0000383	0.0001037	0.0002642
枸杞水+酒	0.3748	0.5573	1.8651	0.0000158	0.0000235	0.0000787
枸杞湯+酒	0.4436	0.7235	0.6010	0.0000187	0.0000305	0.0000254
何首烏水	0.6000	1.8736	3.8436	0.0000253	0.0000791	0.0001622
何首烏湯	1.2052	3.2780	5.8892	0.0000509	0.0001383	0.0002485
何首烏水+酒	0.4409	1.5672	3.6568	0.0000186	0.0000661	0.0001543
何首烏湯+酒	0.6637	1.3453	3.4420	0.0000280	0.0000568	0.0001453
紅棗水	0.0141	0.0102	0.0300	0.0000006	0.0000004	0.0000013
紅棗湯	1.0179	1.2444	2.0871	0.0000430	0.0000525	0.0000881
紅棗水+酒	0.0382	0.0501	0.0892	0.0000016	0.0000021	0.0000038
紅棗湯+酒	0.3499	0.0849	0.3764	0.0000148	0.0000036	0.0000159

由以上的資料可知道在不同食材在不同料理方式與不同烹煮時間下，可利用其 521nm 下的吸光度值推算其內的亞硝酸鹽類濃度，因此以下的分析我們就以分光度計的數值進行分析與討論。

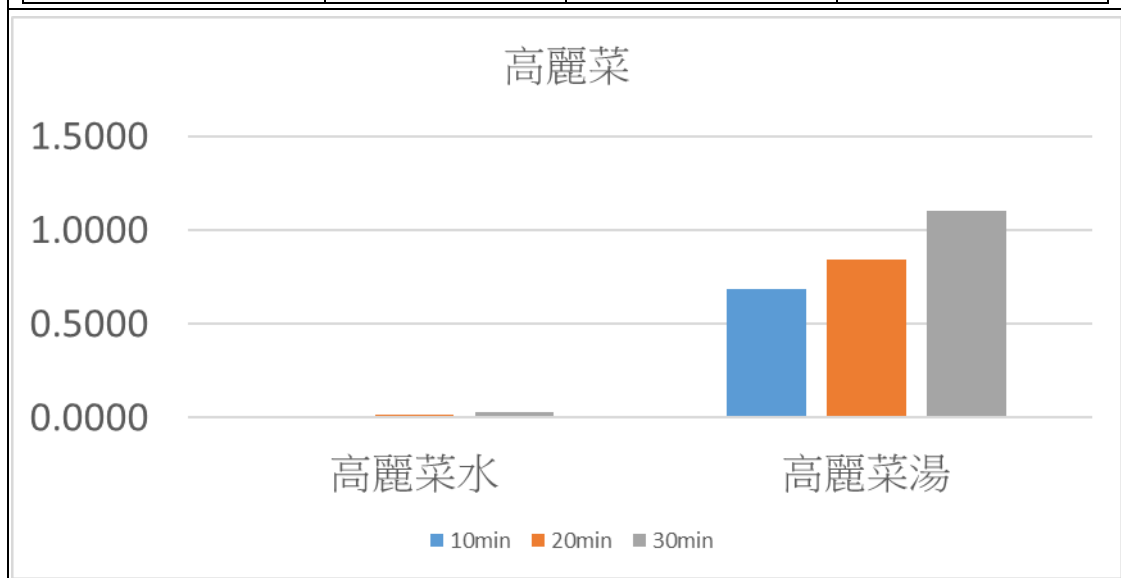
三、 不同食材在不同烹煮方式、不同烹煮時間之亞硝酸鹽類變化分析

1. 番茄			
	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘
番茄加水	0.0166	0.1071	0.0874
番茄加湯	0.7660	0.6431	0.8713



番茄以水烹煮所產生亞硝酸鹽之量遠少於以高湯烹煮的情況，且經十分鐘烹煮後的量與經二十分烹煮的量有相當的落差，故食用番茄時建議以清水稍為烹煮即可。另番茄+水 20 分鐘之亞硝酸鹽之量為「番茄+水」一實驗中最低，但番茄+湯 20 分鐘之亞硝酸鹽之量為「番茄+湯」一實驗中最低，此部分相當有趣。

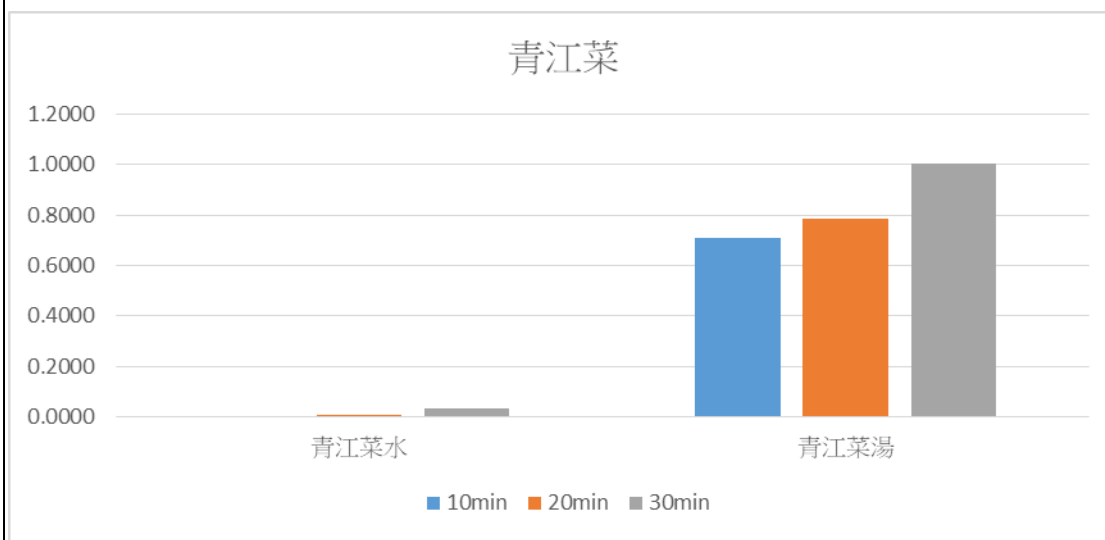
2.高麗菜			
	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘
高麗菜加水	0.0000	0.0140	0.0290
高麗菜加湯	0.6873	0.8456	1.1019



高麗菜經水煮後的亞硝酸鹽含量不論烹煮時間長短均極接近零，然而以高湯烹煮的釋放量卻遠大於零，欲食用高麗菜時強烈建議只須以清水汆燙即可。而高麗菜+湯之趨勢頗明顯。

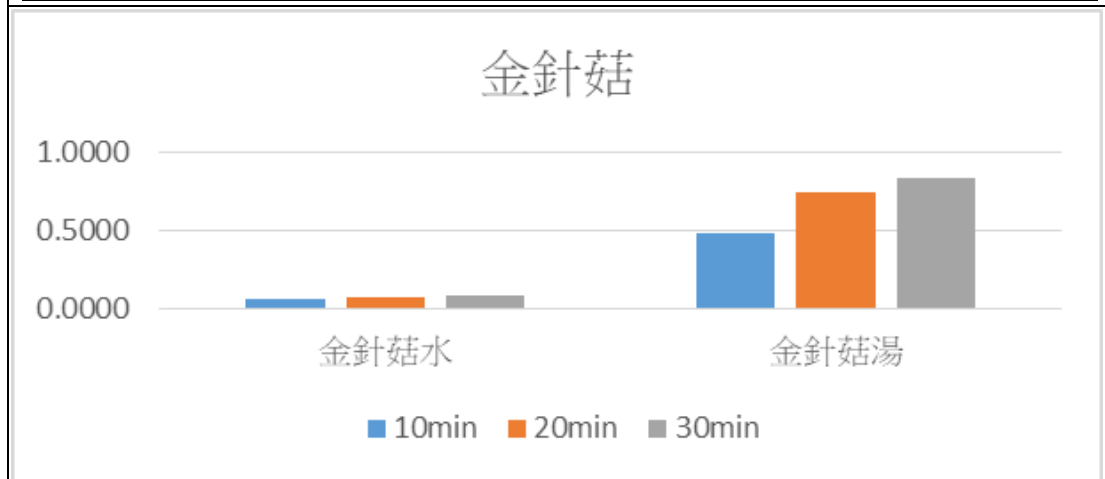
3.青江菜

	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘
青江菜加水	0.0000	0.0026	0.0307
青江菜加湯	0.7096	0.7839	1.0022



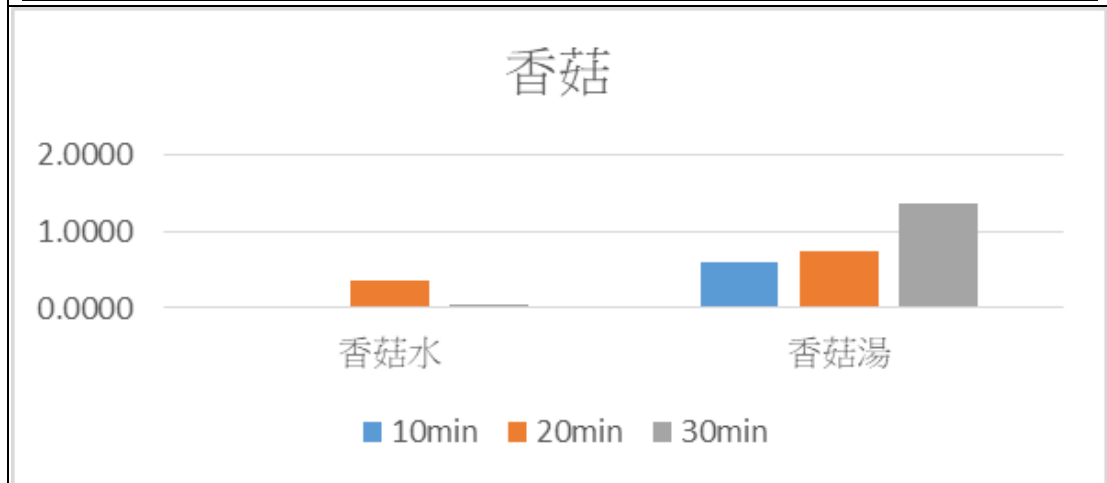
觀察圖表後發現青江菜清水烹煮所釋放的亞硝酸鹽遠低於其高湯烹煮的量，因此食用清江菜時建議以清水烹煮即可。而青江菜+湯之趨勢頗明顯。

4 金針菇			
	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘
金針菇加水	0.0574	0.0675	0.0861
金針菇加湯	0.4798	0.7462	0.8352



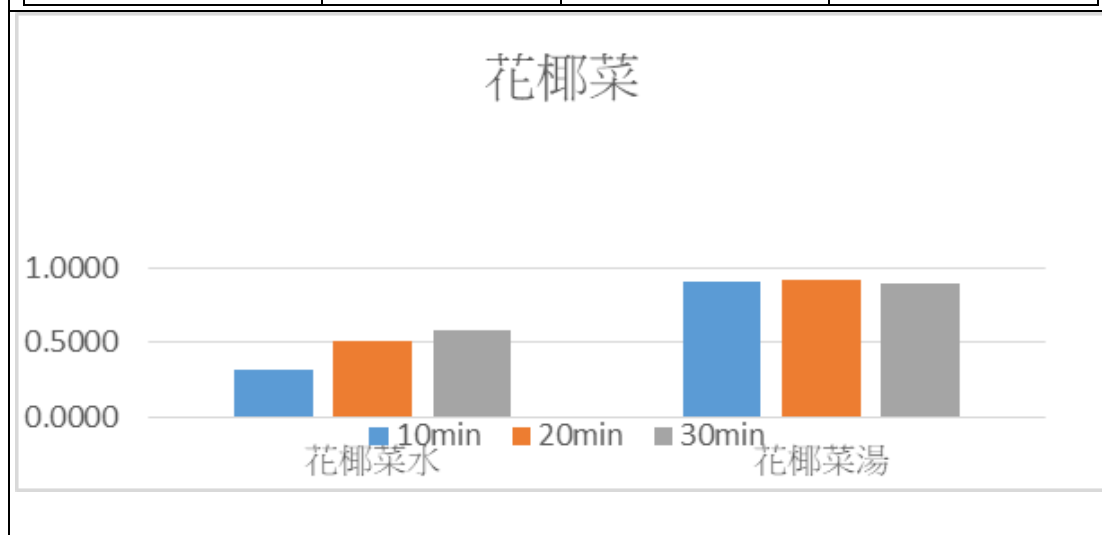
觀察圖表後發現金針菇以清水或高湯烹煮後的亞硝酸鹽含量有極大的落差，且若以清水氽燙，其含量亦無明顯成長，所以以此建議食用金針菇時請儘量以氽燙方式即可。

5.香菇			
	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘
香菇加水	0.0207	0.3561	0.0413
香菇加湯	0.6018	0.7496	1.3568



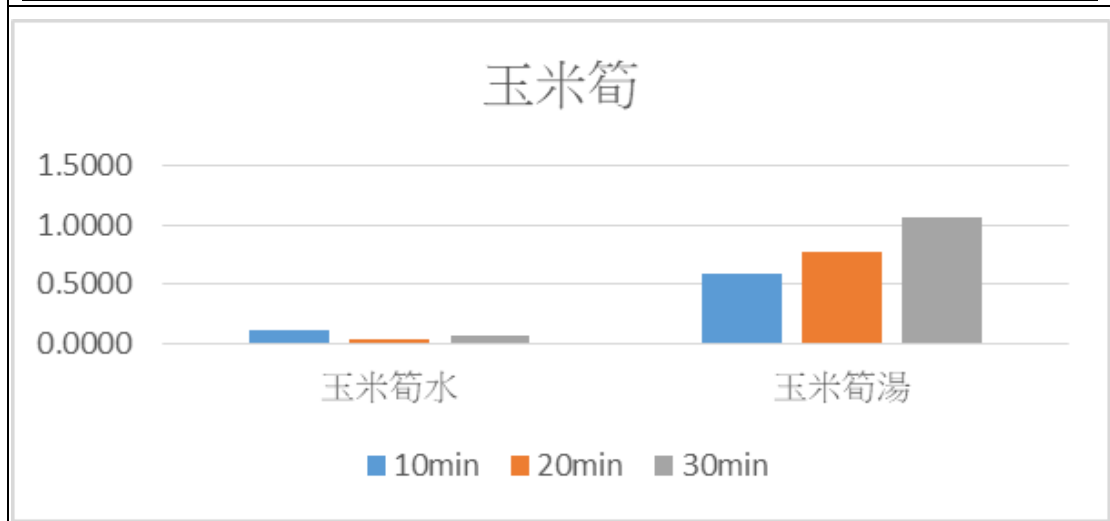
圖表顯示香菇的特點是於初下鍋時亞硝酸鹽含量並未有所呈現，但經過一段時間烹煮後卻有明顯升高，我們由此建議吃火鍋時香菇稍煮即可。而香菇+水之量於 20 分時達到顛峰，可再以實驗佐證。

6.花椰菜			
	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘
花椰菜加水	0.0207	0.3561	0.0413
花椰菜加湯	0.6018	0.7496	1.3568



研究圖表顯示，花椰菜經水加熱後亞硝酸鹽含量沿時間的增加而上升，而經高湯加熱後卻呈現高量且持平。故我們建議食用火鍋時，若加入高湯，可熬煮略久。

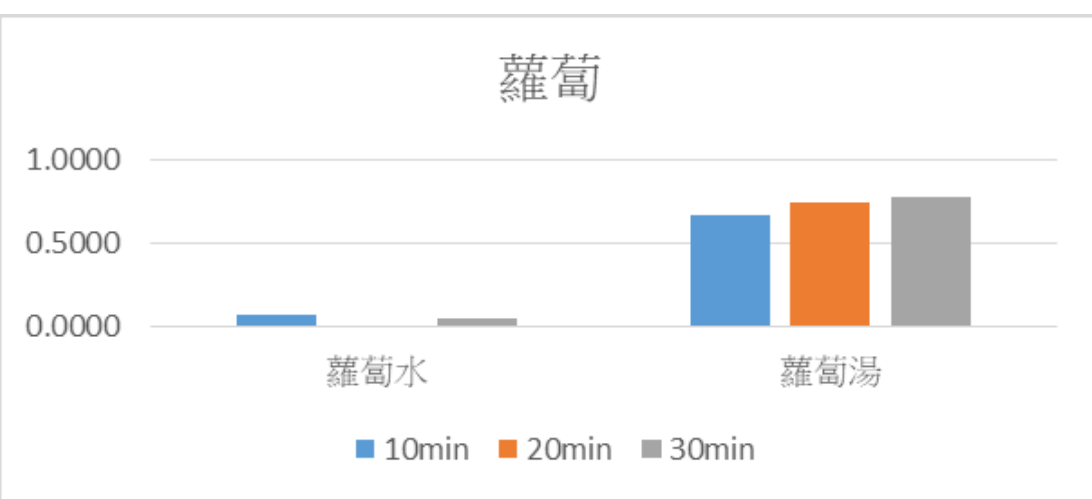
7.玉米筍			
	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘
玉米筍加水	0.1152	0.0356	0.0596
玉米筍加湯	0.5873	0.7704	1.0699



玉米筍的研究結果顯示，用水或高湯煮時，結果是截然不同的，據此，我們判斷其可能與湯底具有較大的關係。

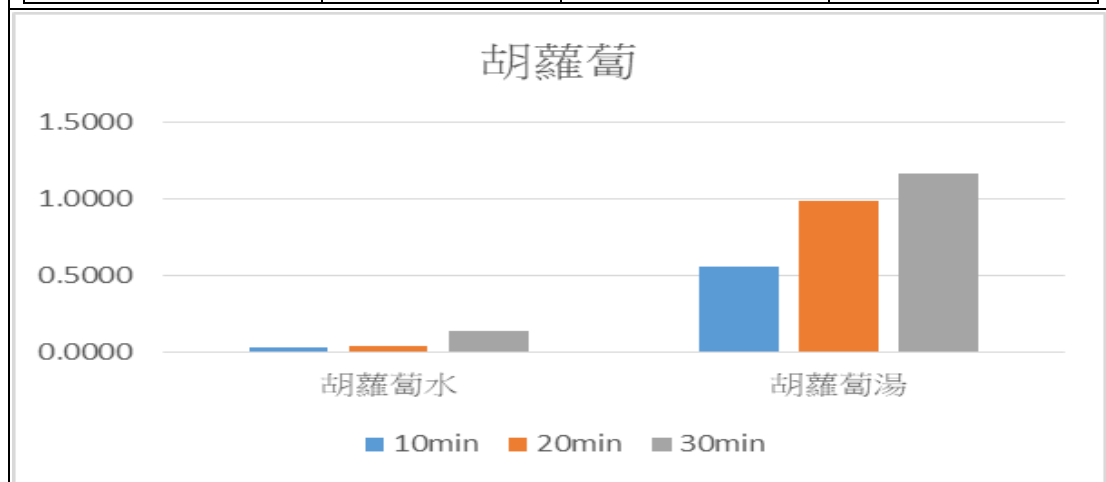
8. 蘿蔔

	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘
蘿蔔加水	0.0720	0.0043	0.0496
蘿蔔加湯	0.6670	0.7467	0.7714



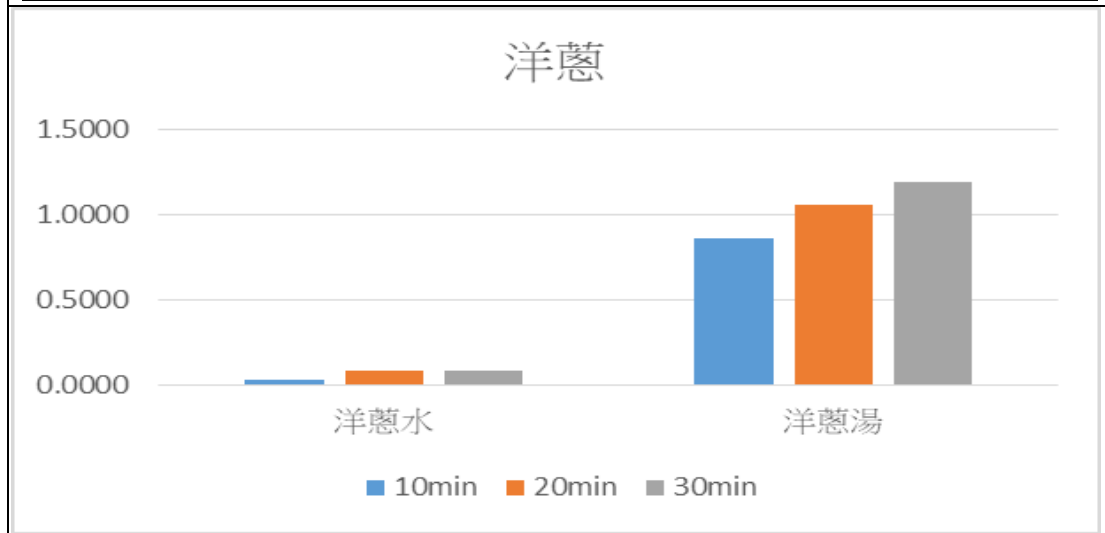
蘿蔔在用水和湯煮的結果具有極大差異，用水煮的二十分鐘時，甚至趨近於零，因此，我們猜想其變化量和玉米筍相同，都與高湯具有極大的關聯。

9.胡蘿蔔			
	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘
胡蘿蔔加水	0.0323	0.0363	0.1392
胡蘿蔔加湯	0.5597	0.9912	1.1698



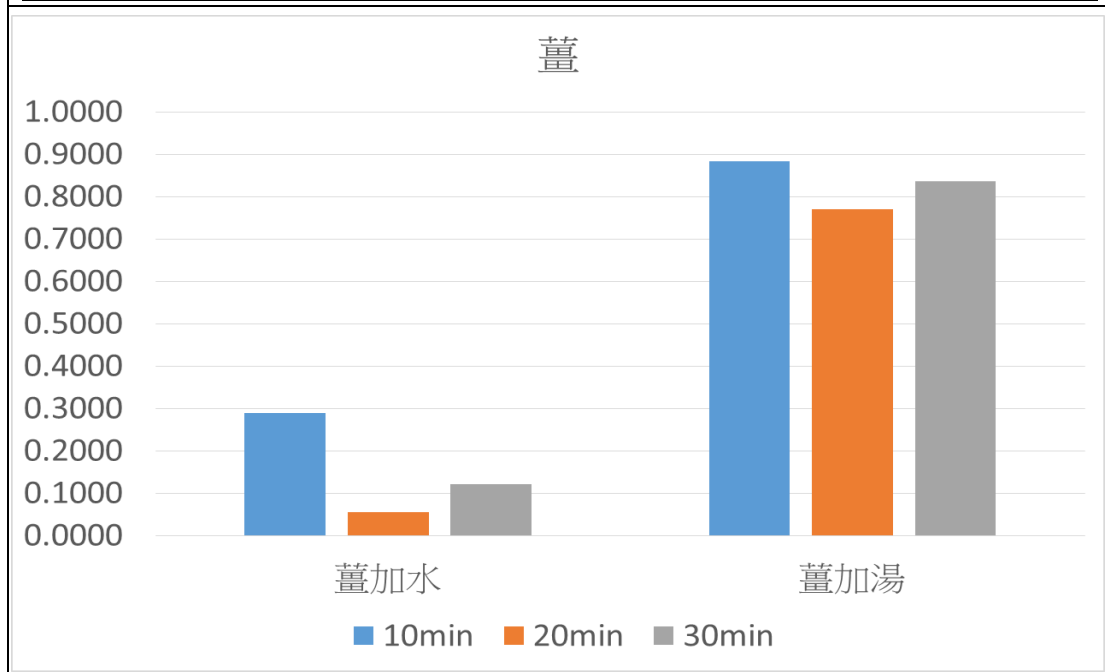
胡蘿蔔無論是在水或湯中，其亞硝酸鹽含量皆呈直線上升。而其在湯中的成長幅度又高於水中的成長幅度，它的含量也高於蘿蔔，我們認為可能是其胡蘿蔔素的影響，具有深入探討的可能性。

10. 洋蔥			
	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘
洋蔥加水	0.0308	0.0865	0.0815
洋蔥加湯	0.8597	1.0552	1.1965



洋蔥的研究結果顯示，它在煮 10 分鐘至 20 分鐘的期間，亞硝酸鹽量會產生較為明顯的上升，而之後也再無明顯變化。

11. 薑			
	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘
薑加水	0.2897	0.0552	0.1203
薑加湯	0.8823	0.7697	0.8360

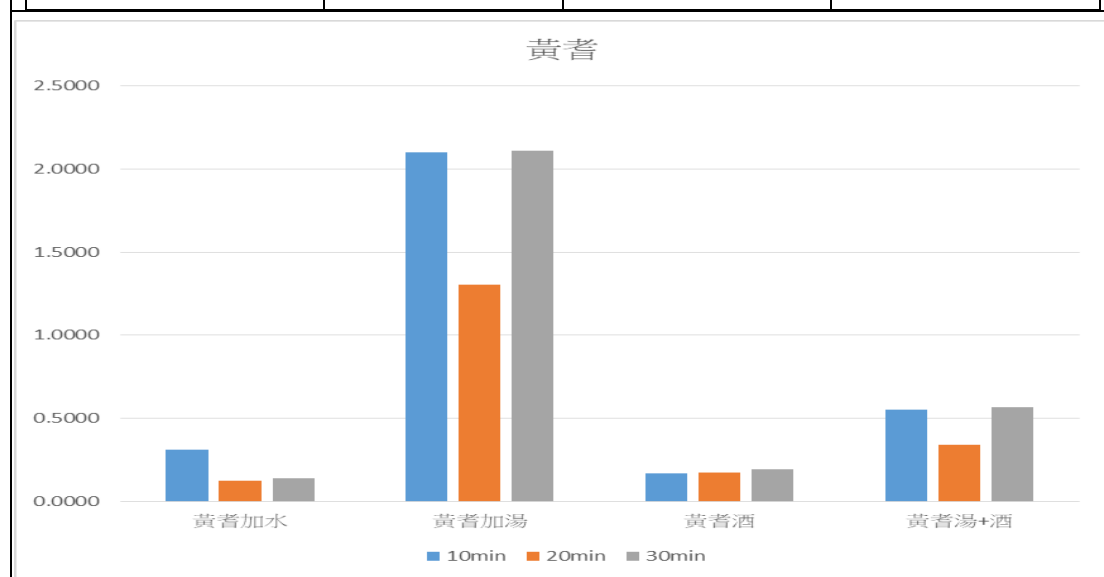


薑無論是在水中或湯中，都可見其亞硝酸鹽之含量於二十分鐘時最低，三十分鐘時又升高，因此，我們認為薑在煮二十分鐘時，具有最高的營養價值。

四、 不同中藥材在不同烹煮方式、不同烹煮時間之亞硝酸鹽

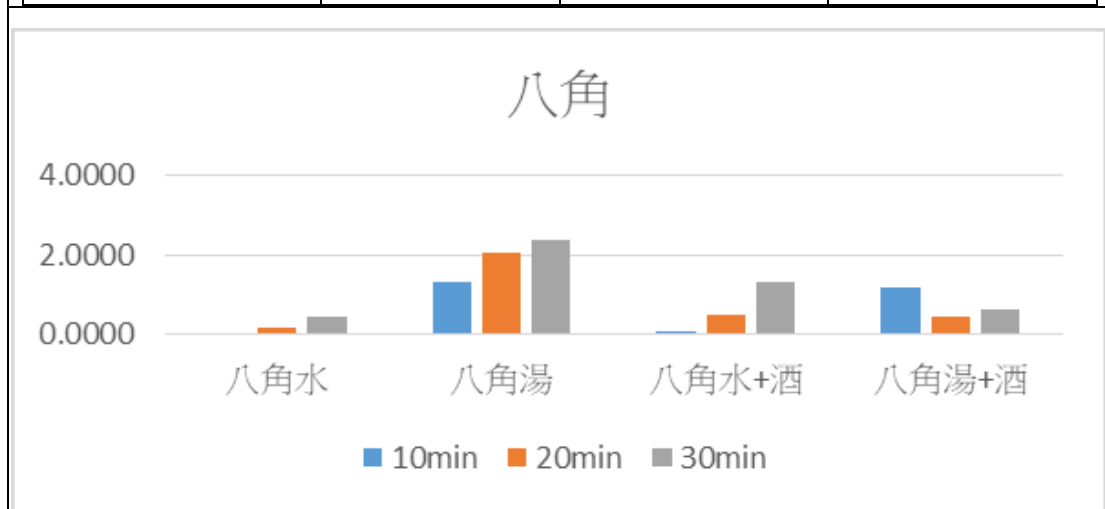
鹽類變化分析

12. 黃耆			
	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘
黃耆加水	0.3106	0.1236	0.1368
黃耆加湯	2.1023	1.3050	2.1093
黃耆加水和酒	0.1684	0.1744	0.1908
黃耆加湯和酒	0.5531	0.3405	0.5656



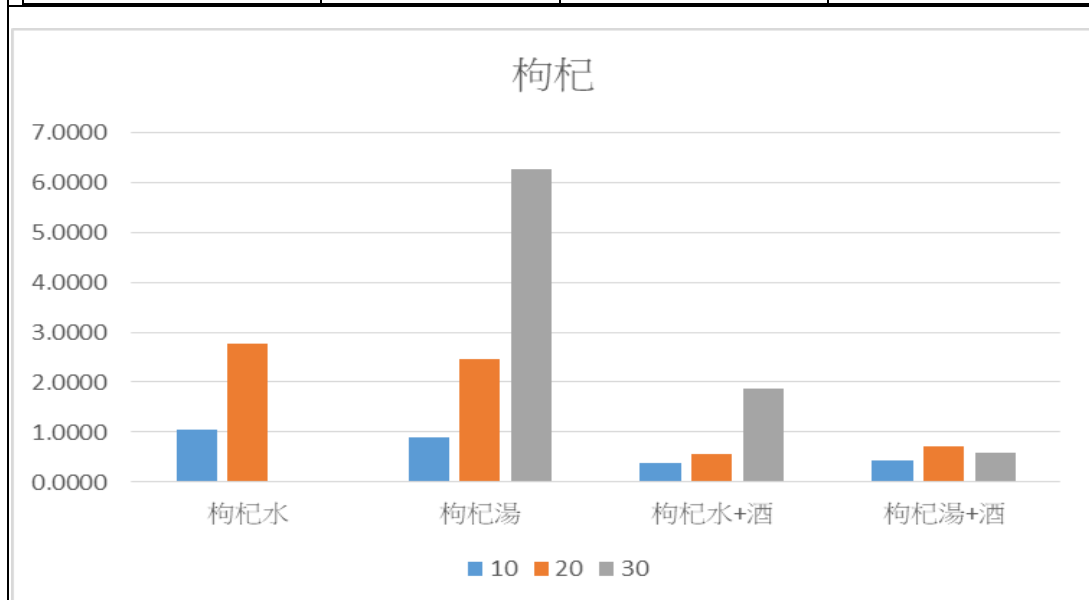
黃耆與枸杞相同，他們都在高湯中，具有明顯高於其他實驗的亞硝酸鹽，因其亞硝酸鹽量極高，我們判斷枸杞與高湯會產生某種反應，導致亞硝酸鹽含量急遽升高，又或者只是高湯本身的亞硝酸鹽之影響。且其十分鐘和三十分鐘時，卻又明顯高於二十分鐘。以上種種特點，都可於日後更加深入探討。

13.八角			
	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘
八角水	0.0203	0.1658	0.4424
八角湯	1.3228	2.0729	2.3826
八角水+酒'	0.1035	0.4979	1.3371
八角湯+酒	1.1742	0.4281	0.6302



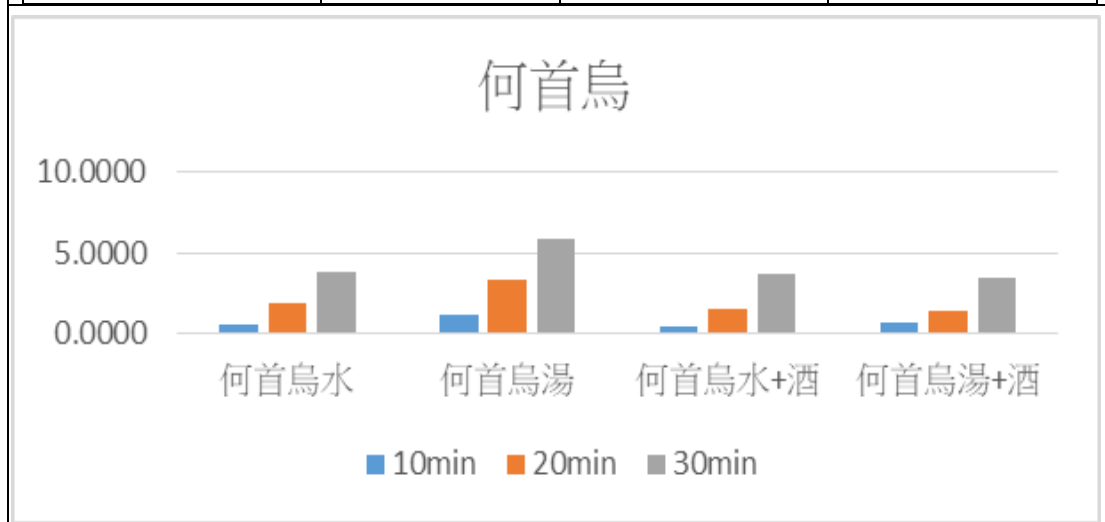
在有關八角的實驗中，最值得探究的，我們覺得是八角湯+酒。首先，這是一個較不典型的實驗，於十分鐘時取樣的值異常的高，三十分鐘時次高，二十分鐘時卻是最低的。具有繼續探討之價值。

14.枸杞			
	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘
枸杞水	1.0626	2.7676	
枸杞湯	0.9086	2.4585	6.2616
枸杞水+酒	0.3748	0.5573	1.8651
枸杞湯+酒	0.4436	0.7235	0.6010



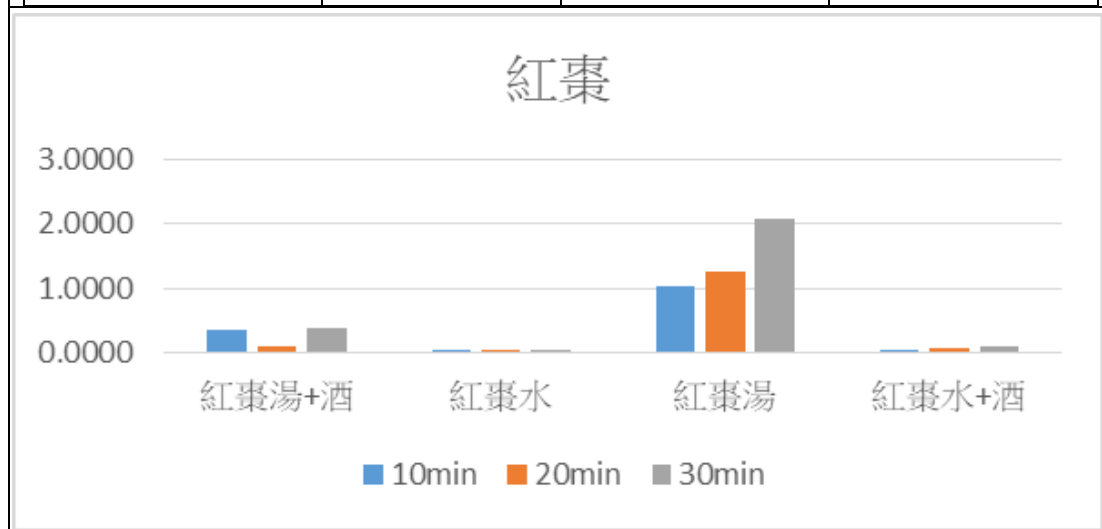
我們在做枸杞的實驗時，枸杞+水這一種加熱至 30 分鐘時便以烤乾，無法測得數據，可見其吸水性之高。枸杞+湯的實驗值得討論，因為，枸杞湯+酒於 20 分鐘時，數據較於 30 分鐘取樣的樣本高，值得持續研究。

15.何首烏			
	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘
何首烏水	0.6000	1.8736	3.8436
何首烏湯	1.2052	3.2780	5.8892
何首烏水+酒	0.4409	1.5672	3.6568
何首烏湯+酒	0.6637	1.3453	3.4420



何首烏極為典型，4類實驗 R^2 值皆大於 0.92，趨勢明顯。但是，何首烏之亞硝酸鹽偏多，食用時應斟酌。

16.紅棗			
	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘
紅棗水	0.0141	0.0102	0.0300
紅棗湯	1.0179	1.2444	2.0871
紅棗水+酒	0.0382	0.0501	0.0892
紅棗湯+酒	0.6046	0.5602	1.0713



紅棗相當典型，亞硝酸鹽量由高至低為紅棗+湯，紅棗+湯+酒，紅棗+水+酒，紅棗+水。但仍有幾點特別:1. 紅棗+湯+酒 20 分鐘的數據異常低，可再做實驗佐證。

柒、綜合討論

當人類意外大量攝取亞硝酸鹽時，會引發急性中毒。這是因為亞硝酸鹽使體內紅血球素中的鐵由二價鐵氧化成三價鐵，正鐵血紅蛋白失去攜氧能力，造成血氧過少，令人感到頭痛、虛弱、呼吸困難，皮膚和黏膜會變成紫藍色，醫學上稱為發紺。此外，亞硝酸鹽還有另一個可怕的角色－「亞硝胺的前驅物」，亞硝酸鹽會與「胺」類結合，形成具有強烈致癌性的「亞硝胺」。

- 一、人們大都只注意到加工肉類的攝取問題。事實上蔬菜的亞硝酸鹽問題嚴重性絲毫不下於肉類加工製品。
- 二、亞硝酸鹽與農藥殘留是蔬菜影響人類飲食健康的兩大重要問題。但是一般人常關心農藥問題，而忽略了亞硝酸鹽對人體健康的影響。
- 三、大量的施肥是農人在耕作上常見的錯誤觀念，但是他們並不知道。應該將這個訊息告訴每個人，讓大家一起來關心。
- 四、由於硝酸鹽及亞硝酸鹽是植物的重要營養來源，農夫在耕作時為了讓農作物快速長大，時常施用過多的氮肥。這是造成亞硝酸鹽在植物中殘留的主要原因。
- 五、蔬菜不同部位的亞硝酸鹽含量各有不同。由實驗中得知葉菜類>根莖類。這可能是因為植物的生理特性造成的。

捌、研究結論

- 一、根據實驗，我們建議食用火鍋時應盡快食用完畢，不要一直加熱。
- 二、葉菜類的亞硝酸鹽含量明顯高於根莖類。
- 三、利用汆燙水煮可以有效降低蔬菜的亞硝酸鹽濃度。不過蔬菜中的其他養分會不會因此而大量流失，則有待更深入的實驗來探討。在此仍建議大家利用水煮法來料理蔬菜，特別是高亞硝酸鹽濃度的葉菜類。
- 四、蔬菜的烹煮時間拉長確實會造成蔬菜內亞硝酸鹽含量的增加。
- 五、常見中藥材單獨與雞湯烹煮，會提高亞硝酸鹽類濃度，但是添加米酒烹煮可以有效降低蔬菜的亞硝酸鹽濃度。。

玖、參考文獻及資料

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=37&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=4902> 綠色的小秘密—您吃了多少硝酸鹽

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=5368> 沒「硝」息就是好消息—探討水果、大蒜、茶類對於食物中亞硝酸鹽之去除能力

<https://www.brion.org.tw/article-2-content.php?FatherNo=&LevelNo=&Seq=8167&LevelName=多吃蔬菜 卻吃進硝酸鹽？>

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=83&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=77&sid=2425&print=1> 天下第一味~香腸配養樂多

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=26&sid=15358> 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