

風險評估研究

第 66 號報告書

化學物危害評估

熟菜在存放期間  
的硝酸鹽和亞硝酸鹽含量變化

香港特別行政區政府  
食物環境衛生署  
食物安全中心  
2022 年 6 月

本報告書由香港特別行政區政府食物環境衛生署食物安全中心發表。未經食物安全中心書面許可，不得翻印、審訂或摘錄或於其他刊物或研究著作轉載本報告書的全部或部分研究資料。若轉載本報告書其他部分的內容，須註明出處。

通訊處：

香港金鐘道 66 號  
金鐘道政府合署 43 樓  
食物環境衛生署  
食物安全中心  
風險評估組  
電子郵件：[enquiries@fehd.gov.hk](mailto:enquiries@fehd.gov.hk)

## 目錄

	<u>頁數</u>
摘要	2
目的	5
背景	5
硝酸鹽和亞硝酸鹽是什麼？	6
蔬菜中的硝酸鹽和亞硝酸鹽	6
毒性	8
健康參考值	10
研究範圍	10
研究方法和化驗分析	10
取樣和處理	10
烹煮	11
貯存	11
分析硝酸鹽和亞硝酸鹽含量	11
化驗分析	12
結果	12
討論	16
研究的局限	17
結論及建議	17
給公眾的建議	18
參考資料	19
附件	25

<b>附件 I</b>	分析蔬菜一覽表	25
<b>附件 II</b>	處理和預備蔬菜樣本以便分析的流程圖	26
<b>附件 III</b>	存放在室溫和冷凍溫度下的沸水烹煮蔬 菜的硝酸鹽和亞硝酸鹽含量	27
<b>附件 IV</b>	存放在室溫和冷凍溫度下的快炒蔬菜的 硝酸鹽和亞硝酸鹽含量	28
<b>附件 V</b>	存放在室溫和冷凍溫度下的沸水烹煮翠 玉瓜和快炒翠玉瓜的硝酸鹽和亞硝酸鹽 含量	29
<b>附件 VI</b>	存放在室溫和冷凍溫度下的菜湯的硝酸 鹽和亞硝酸鹽含量	30

熟菜在存放期間  
的硝酸鹽和亞硝酸鹽含量變化

## 摘要

蔬菜含有豐富的膳食纖維、維他命和礦物質，多吃蔬菜，患上心血管疾病和肥胖的機會較低。雖然蔬菜有益健康，但有人關注煮熟的蔬菜(熟菜)在雪櫃裏存放一夜後，亞硝酸鹽含量會增加。

2. 新鮮蔬菜的硝酸鹽含量相對較高，亞硝酸鹽含量則較低。人類主要透過進食蔬菜攝入硝酸鹽，而亞硝酸鹽則主要由體內的硝酸鹽轉化而成。亞硝酸鹽在人體內可使血液中的血紅蛋白氧化，引致正鐵血紅蛋白血症；也可與體內的某些胺或胺化物發生反應，形成亞硝胺，而這種物質有可能使實驗動物患癌。在 2010 年，世界衛生組織(世衛)轄下的國際癌症研究機構作出結論，認為攝入的硝酸鹽或亞硝酸鹽在可導致內源性硝化的條件下，可能會令人類患癌(即屬第 2A 組物質)。然而，食物中的硝酸鹽或亞硝酸鹽本身是否可令人類患癌，相關的證據並不充分或只屬有限。
3. 硝酸鹽是植物吸收氮素的主要來源。植物細胞中的硝酸鹽還原酶或環境中的硝酸鹽還原細菌可把硝酸鹽還原成亞硝酸鹽。有研究顯示，新鮮葉菜在存放期間的硝酸鹽和亞硝酸鹽含量受存放時間和溫度影響。就熟菜而言，一項研究顯示，在室溫下存放 48 小時的熟白菜，亞硝酸鹽含量可達冷凍存放熟白菜的 3 倍。不過，有關存放熟菜的時間和溫度對硝酸鹽和亞硝酸鹽含量的影響，相應的科學研究為數不多。最近，有本地媒體報道指熟菜在雪櫃內存放隔夜，亞硝酸鹽含量可能會顯著上升。有關報道引起公眾關注。
4. 是次研究(i)審視熟菜在室溫和冷凍溫度下存放 78 小時內硝酸鹽和亞硝酸鹽含量的變化；以及(ii)提供正確處理剩餘熟菜的方法。

## 研究方法

5. 在 2021 年 6 月至 8 月期間，我們從濕貨街市攤檔和一家超級市場收集蔬菜樣本(莧菜、白菜、菜心、唐生菜和翠玉瓜)。蔬菜樣本經徹底清洗後，以(a)放入沸騰的蒸餾水中和(b)快炒的方式烹煮。烹煮蔬菜樣本前先測定硝酸鹽和亞硝酸鹽的含量，烹煮後把每種蔬菜分成兩組，分別在室溫和冷凍溫度下存放。研究人員測定蔬菜在烹煮後，以及存放滿 6、12、24、36、48、72 和 78 小時後的硝酸鹽

和亞硝酸鹽含量。此外，亦會測定菜湯(在蒸餾水中加入紅菜頭、甘筍和西芹煮成)在烹煮後，以及存放滿 6、12、24、36、48、72 和 78 小時後的硝酸鹽和亞硝酸鹽含量。

## 結果

6. 所有蔬菜樣本和菜湯在烹煮前和剛烹煮後均沒有檢測到亞硝酸鹽。

7. 在室溫下，有些熟菜和菜湯在存放 12 小時後，亞硝酸鹽含量開始上升(硝酸鹽含量相應下降)。反之，在冷凍溫度下，只有部分樣本在存放 72 小時後才開始檢測到微量的亞硝酸鹽。

## 討論

8. 蔬菜中的硝酸鹽可經植物細胞中的硝酸鹽還原酶或環境中的硝酸鹽還原細菌轉化成亞硝酸鹽。烹煮會令硝酸鹽還原酶失去活性。因此，熟菜在冷凍存放一段時間後檢測到亞硝酸鹽，相信是環境中的硝酸鹽還原細菌發生作用所致。

9. 處理熟菜的時候，即使遵循良好的衛生守則，熟菜仍不免會受空氣中和食具上的細菌所污染。隨後存放熟菜的溫度對細菌的生長和活性有很重要的影響。如果存放溫度低(例如攝氏 0 至 4 度)，一些細菌會無法生長，另一些則生長和繁殖緩慢。

10. 在這項研究中，一些熟菜樣本在室溫下存放 12 小時後開始出現亞硝酸鹽，顯示硝酸鹽還原細菌把熟菜中的硝酸鹽轉化為亞硝酸鹽。當熟菜存放於冷凍溫度下，低溫會抑制細菌滋生，降低細菌把硝酸鹽轉化為亞硝酸鹽的活力，因此延緩了亞硝酸鹽的形成，令一些熟菜在存放 72 小時後才開始出現微量的亞硝酸鹽。

11. 值得注意的是，存放溫度(而非蔬菜的種類)對硝酸鹽轉化為亞硝酸鹽起着重要作用，因為存放溫度直接影響細菌的生長和活力。

## 結論及建議

12. 這項研究顯示，存放溫度對熟菜中硝酸鹽轉化為亞硝酸鹽具有重要的影響。熟菜在雪櫃裏存放一夜後，亞硝酸鹽含量並不會增加。

事實上，在冷凍溫度下，只有部分熟菜樣本在存放 72 小時後才檢測到微量的亞硝酸鹽。

13. 從食物安全角度來看，一些海外當局(包括世衛)建議剩菜應在烹煮後 2 小時內以乾淨和有蓋的淺型容器盛載並貯存於雪櫃內，以防止有害細菌繁殖。不過，即使有害細菌在冷凍溫度下大多不能生長，一些腐敗細菌仍然能夠繁殖，因此建議剩菜應在冷凍後 3 天內食用。

14. 在室溫下存放熟菜，總時限為 4 小時，因為熟菜是有潛在危害的食物，可能含有有害細菌，而且室溫通常有利於這些細菌滋長和產生毒素。

#### 給公眾的建議

15. 市民應進食不同種類的蔬菜，每日最少進食 3 份蔬菜和 2 份水果，即至少 400 克水果和蔬菜(約 5 份)，以預防慢性疾病。

16. 市民亦應遵循以下指引，以確保剩菜(例如熟菜)安全：

- 只準備適量食物，以減少剩菜量。
- 剩菜及用於午餐飯盒的食物應在烹煮後 2 小時內，以乾淨和有蓋的淺型容器盛載，放進雪櫃貯存，並在 3 天內食用。
- 食用前，應把剩菜徹底翻熱至中心溫度達攝氏 75 度，並且不應翻熱超過一次。
- 如剩菜置於室溫超過 4 小時，便不應食用。

# 風險評估研究

## 熟菜在存放期間的硝酸鹽和亞硝酸鹽含量變化

---

---

### 目的

不時有報道指熟菜在冷凍溫度下存放一夜後，亞硝酸鹽含量會增加，引起公眾關注。是次研究(i)審視熟菜在烹煮後於室溫和冷凍溫度下存放 78 小時期內硝酸鹽和亞硝酸鹽含量的變化；以及(ii)提供正確處理剩餘熟菜的方法。

### 背景

2. 蔬菜是健康飲食不可或缺的部分，也是膳食纖維、維他命和礦物質的重要來源。衛生防護中心建議每日最少進食 3 份蔬菜和 2 份水果，以預防心臟病、癌症、糖尿病和肥胖症等慢性疾病。這個建議與世界衛生組織(世衛)所建議的每日進食至少 400 克水果和蔬菜一致<sup>1、2</sup>。

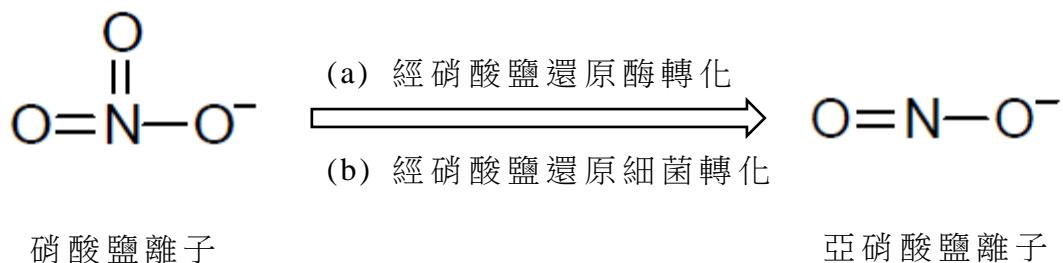
3. 亞硝酸鹽在人體內可氧化血液中的血紅蛋白，令血液無法帶氧，引致一種稱為正鐵血紅蛋白血症的病症。亞硝酸鹽也可與體內的某些胺或胺化物發生反應，形成亞硝胺。亞硝胺可使實驗動物患癌<sup>3-5</sup>。人類主要透過進食蔬菜攝入硝酸鹽，而亞硝酸鹽則主要由內源性硝酸鹽轉化而成(即硝酸鹽在人體內轉化為亞硝酸鹽)，較少從食物攝入<sup>3、4、6、7</sup>。

4. 過往有研究指出，新鮮葉菜在存放期間的硝酸鹽和亞硝酸鹽含量受存放時間和溫度影響<sup>3、8、9</sup>。一般而言，溫度越高和存放時間越長，新鮮蔬菜的亞硝酸鹽含量增幅會越大，硝酸鹽含量則相應會減少<sup>3</sup>。就熟菜而言，一項研究比較熟白菜在室溫和冷凍溫度下存放 48 小時後亞硝酸鹽含量的變化，結果顯示在室溫下存放的熟白菜，亞硝酸鹽含量較冷凍存放的熟白菜多達 3 倍<sup>10</sup>。儘管如此，有關存放熟菜的時間和溫度對硝酸鹽和亞硝酸鹽含量的影響，相關的科學研究為數不多。本地媒體不時報道，熟菜在雪櫃內存放隔夜，亞硝酸鹽含量可能會顯著上升。有關報道引起公眾關注。

## 硝酸鹽和亞硝酸鹽是什麼？

5. 硝酸鹽( $\text{NO}_3^-$ )是植物吸收氮的主要來源，用於製造氨基酸，氨基酸是組成蛋白質的基本單位。硝酸鹽屬形態穩定的氧化氮，但可經植物細胞中的硝酸鹽還原酶或環境中的硝酸鹽還原細菌轉化為亞硝酸鹽( $\text{NO}_2^-$ )<sup>3</sup>(圖 1)。相反，亞硝酸鹽離子較不穩定，亞硝酸鹽可經化學及生物過程，進一步還原為各種化合物(例如一氧化氮( $\text{NO}$ ))或氧化成硝酸鹽<sup>4</sup>。

圖 1. 硝酸鹽轉化成亞硝酸鹽離子<sup>3</sup>



6. 硝酸鹽和亞硝酸鹽是自然界中氮循環的一部分，在環境中無處不在。硝酸鹽是植物生長發展所需的重要營養素，而不同種類的蔬菜，硝酸鹽含量各有高低<sup>11</sup>。另一方面，亞硝酸鹽在新鮮完好的蔬菜中通常含量不高<sup>3</sup>。

7. 除了天然存在於植物中，硝酸鹽和亞硝酸鹽化合物也可用作食物添加劑，加入食物之中。亞硝酸鈉會用作食物防腐劑，尤其是用於醃製肉類，以抑制肉毒桿菌生長<sup>3</sup>，而硝酸鹽有時也會加入食品中，作為亞硝酸鹽的來源<sup>12</sup>。

## 蔬菜中的硝酸鹽和亞硝酸鹽

8. 人類主要從蔬菜攝入硝酸鹽，佔總估計膳食攝入量約 70% 至 90%<sup>3, 6, 7</sup>。蔬菜的硝酸鹽含量多寡取決於多種因素，包括蔬菜種類、季節、光照和溫度、種植方法以及使用的肥料等等<sup>3</sup>。

9. 植物從根部吸收泥土中的硝酸鹽，並經木質部往上傳送。木質部把水分和養分(例如硝酸鹽)由根部輸送至葉片，韌皮部則把光合作用的產物(例如蔗糖)由葉片運送至植物的生長點和貯藏器官(即塊莖和塊根)<sup>3</sup>，因此影響到硝酸鹽在植物不同部位的分布。一般而言，各蔬菜部位按硝酸鹽含量高低依次排列為：葉柄>葉片>莖部

>根部>花序>塊莖>鱗莖>果實>種子。生菜和“結球菊苣”的內葉比外葉積聚較少硝酸鹽，番茜和菠菜的葉片也比葉柄積聚較少硝酸鹽<sup>13</sup>。就蔬菜而言，葉菜類(例如椰菜和菠菜)的硝酸鹽含量較根菜類(例如馬鈴薯和甘筍)和鱗莖類(例如洋蔥和蒜頭)的含量高<sup>3、13</sup>。

10. 硝酸鹽一經輸送至葉片，大部分會貯存在細胞的液泡內，小部分則會被細胞質的硝酸鹽還原酶轉化為亞硝酸鹽。亞硝酸鹽會立即輸送至葉綠體，最終在該處與其他光合作用的產物結合，成為植物生長所需的氨基酸<sup>14-16</sup>。因此，新鮮完好的蔬菜含有較多硝酸鹽，但亞硝酸鹽含量並不高。

### 氮肥的影響

11. 施用氮肥會促使植物累積硝酸鹽。植物吸收了超出所需的硝酸鹽，會把硝酸鹽貯存在液泡內，待氮素供應不足時動用<sup>13</sup>。施用氮肥會使木質部和葉片的硝酸鹽含量增加，但對韌皮部的硝酸鹽含量則幾乎沒有影響。施用了氮肥，生菜和椰菜等葉菜類蔬菜的硝酸鹽含量會上升，但對於豌豆和豆子等靠韌皮部輸送營養的貯藏器官則影響甚微<sup>3</sup>。

### 貯存的影響

12. 植物把吸收的大部分硝酸鹽貯存在細胞中的液泡內。未經烹煮的新鮮蔬菜如在室溫下存放，硝酸鹽含量會逐漸下降。不過，蔬菜在存放期間老化或受損，可令液泡膜失去功能<sup>17</sup>，使硝酸鹽由液泡釋出至細胞質，被硝酸鹽還原酶轉化為亞硝酸鹽，令亞硝酸鹽含量急升(硝酸鹽含量則相應劇降)。植物品種有別和細菌污染水平不同，也會影響葉片的亞硝酸鹽含量<sup>3</sup>。

13. 冷凍會延緩新鮮蔬菜老化。新鮮蔬菜在冷凍下，硝酸鹽含量幾乎7天不受影響<sup>3、18</sup>。在這段期間，由於內源硝酸鹽還原酶和細菌在冷凍環境下失去活性，亞硝酸鹽含量會維持在低水平。研究發現，蔬菜在冷藏下，硝酸鹽和亞硝酸鹽含量可長達12周沒有明顯變化<sup>3</sup>。

14. 然而，有研究指自製菜泥即使只冷凍12小時，亞硝酸鹽含量也甚高，原因可能是蔬菜在搗成泥狀時，葉片的細胞及其液泡受到破壞而釋出貯存在內的硝酸鹽，這些硝酸鹽立即被細胞質內的硝酸鹽還原酶轉化為亞硝酸鹽<sup>3</sup>。

## 食物加工的影響

15. 硝酸鹽在蔬菜各部位的分布並不平均。生菜和菠菜在去除莖部和葉片中脈後，硝酸鹽含量會減少 30 – 40%；馬鈴薯、香蕉、蜜瓜和紅菜頭在去皮後，硝酸鹽含量也會減少 20 – 62%<sup>3</sup>。

16. 硝酸鹽可溶於水，因此清洗葉菜類蔬菜可令硝酸鹽含量減少 10 – 15%。不同研究亦顯示，蔬菜用水烹煮後，硝酸鹽含量會降低。豌豆、椰菜、豆子、甘筍、馬鈴薯、菠菜、苦白菜和西芹葉在烹煮時會流失約 16 – 79% 的硝酸鹽。甘筍、番茜根、西芹和馬鈴薯經沸水烹煮後，硝酸鹽和亞硝酸鹽含量亦同樣減少約 50%<sup>3</sup>。

## **毒性**

### 動力學及新陳代謝

17. 硝酸鹽主要由上消化道吸收。人體很快吸收硝酸鹽，若從食物或飲品攝取了硝酸鹽，1 至 3 小時後，唾液和汗水中的硝酸鹽含量便會達到峯值。人體攝入的硝酸鹽平均約有 25% 會經由唾液分泌，而當中大概 20% 會由舌頭表面的共生菌轉化為亞硝酸鹽。人體內的亞硝酸鹽絕大部分是在口腔內由硝酸鹽轉化而成，佔人體亞硝酸鹽總攝入量約 70 至 80%<sup>3、12、19</sup>。

18. 當亞硝酸鹽進入胃部，胃部的酸性環境會迅速將其轉化成亞硝酸，並自發分解成氮氧化物。另外，胃部的細菌可以將硝酸鹽還原為亞硝酸鹽。空腹時胃部的酸鹼值較低(酸鹼值為 1 至 2)，細菌難以進行硝酸鹽還原作用。不過，3 個月以下的嬰兒由於胃酸很少，胃內細菌很容易把硝酸鹽還原成亞硝酸鹽。人體攝入的硝酸鹽絕大部分最終會以硝酸鹽、氨或尿素的形式，經尿液排出體外，只有極少量硝酸鹽會經糞便排出<sup>3、12、19</sup>。

## 毒性

19. 硝酸鹽對實驗動物的急性口服毒性為低至中等。據觀察，成年人攝入硝酸鹽的致死量約為每公斤體重 330 毫克。硝酸鹽要轉化成亞硝酸鹽，才會引起急性中毒。硝酸鹽可以自然轉化成亞硝酸鹽，而細菌會加快這個轉化過程。亞硝酸鹽的毒性比硝酸鹽強約 10 倍。至於成年人攝入亞硝酸鹽的致死量，據報為每公斤體重 33 毫克至 250 毫克不等<sup>3、12</sup>。

20. 硝酸鹽和亞硝酸鹽在毒理學上最值得關注的終點是亞硝胺的形成。然而，在包含蔬菜的正常飲食中，攝入硝酸鹽的同時，也會攝入其他生物活性物質(例如維他命 C)，這些物質或可抑制亞硝胺於體內形成。

### 正鐵血紅蛋白血症

21. 亞硝酸鹽中毒的主要急性毒性作用是引致正鐵血紅蛋白血症。血液含有負責運氧的血紅蛋白，亞硝酸鹽會使血紅蛋白轉化為正鐵血紅蛋白，令紅血球的運氧效率下降。人體靠一種酶不斷把正鐵血紅蛋白轉回做血紅蛋白，使血液中的正鐵血紅蛋白維持在穩定水平<sup>3</sup>。

22. 人體的正鐵血紅蛋白水平正常少於 2%。如正鐵血紅蛋白含量達正常血紅蛋白的 10%或以上，通常會令人出現發紺(皮膚和嘴唇發藍)症狀。若正鐵血紅蛋白含量再增加，可能導致缺氧 / 窒息。個別羣組(例如 3 個月以下的嬰兒和長者)會較易出現以上症狀<sup>3, 4, 20</sup>。嬰兒的正鐵血紅蛋白血症俗稱藍嬰綜合症。

23. 目前，聯合國糧食及農業組織 / 世衛聯合食物添加劑專家委員會(專家委員會)未有就硝酸鹽和亞硝酸鹽引致正鐵血紅蛋白血症制定急性參考劑量。

### 基因毒性

24. 根據體外測試，硝酸鈉並非致突變物質。至於亞硝酸鈉，雖然體外測試顯示屬致突變物質，但在體內測試中，致突變結果卻呈陰性。

### 致癌性

25. 專家委員會和歐洲食物安全局分別在 2002 年和 2008 年審核的流行病學研究，均沒有提出證據證明硝酸鹽和亞硝酸鹽會令人類患癌<sup>3, 12, 20</sup>。

26. 亞硝酸鹽在人體胃部的酸性環境中，會與某些胺及胺化物發生反應，形成 N- 亞硝基化合物。研究發現多種 N- 亞硝基化合物會令實驗動物患癌。國際癌症研究機構在 2010 年作出結論，認為攝入的硝酸鹽或亞硝酸鹽在可導致內源性硝化的條件下，可能會令人類患癌(即屬第 2A 組物質)。然而，食物中的硝酸鹽或亞硝酸鹽本身是否可令人類患癌，相關的證據並不充分或只屬有限<sup>4</sup>。

## 健康參考值

27. 專家委員會把硝酸鹽離子和亞硝酸鹽離子的每日可攝入量，分別定為每公斤體重 0 至 3.7 毫克和每公斤體重 0 至 0.07 毫克。不過，由於蔬菜對健康有益，而且並無數據顯示蔬菜基質可如何影響硝酸鹽的生物利用度，專家委員會認為，直接比較從蔬菜攝入的硝酸鹽分量和每日可攝入量，並不恰當。專家委員會也指出，多吃某些蔬菜似乎與減低罹患胃癌的風險有關，原因可能是蔬菜同時也含有具保護作用的物質<sup>20、22</sup>。

## 研究範圍

28. 是次研究審視(i)熟的葉菜類蔬菜和瓜果類蔬菜，以及(ii)菜湯在室溫和冷凍溫度下存放 78 小時期內硝酸鹽和亞硝酸鹽含量的變化。

29. 我們選取多款蔬菜進行研究，以了解不同蔬菜的硝酸鹽和亞硝酸鹽含量變化是否有差異。在選擇蔬菜種類作研究時，我們考慮了以下因素：

- a) 選擇硝酸鹽含量高的葉菜<sup>11</sup>；
- b) 選擇本港人口經常食用的蔬菜<sup>23</sup>；
- c) 選擇一種硝酸鹽含量高且常用於午餐飯盒的瓜果類蔬菜。

30. 研究涵蓋五種蔬菜，分別為莧菜、白菜、菜心、唐生菜和翠玉瓜<sup>11</sup>(附件 I)。

31. 用硝酸鹽含量較高的食材(即紅菜頭、西芹和甘筍)煮成的菜湯，也在研究之列<sup>11</sup>(附件 I)。

## 研究方法和化驗分析

### 取樣和處理

32. 在 2021 年 6 月至 8 月期間，我們從濕貨街市攤檔和一家超級市場收集蔬菜樣本。

33. 在烹煮前，我們先把蔬菜樣本作以下處理：

- 葉菜類蔬菜：清除蔬菜上的污垢、泥土和受損部分。蔬菜徹底清洗後瀝乾，去掉根尾。
- 翠玉瓜：除去兩端，徹底清洗樣本。瀝乾後切成  $1/4$  吋厚的薄片。
- 紅菜頭和甘筍：紅菜頭樣本除去兩端，樣本去皮，並徹底清洗。瀝乾後切成小塊，然後分成兩等份，分別放進兩個湯袋內。甘筍樣本亦以相同方式處理。
- 西芹：把兩條西芹除筋，去掉根尾，並徹底清洗，瀝乾後切成 5 厘米長的小段，然後分成兩等份，分別放進兩個湯袋內。

## 烹煮

34. 為審視烹煮方法如何影響熟菜在存放期內硝酸鹽和亞硝酸鹽含量的變化，我們採用兩種常見的方法(即沸水烹煮和快炒)烹煮蔬菜樣本。我們參照《香港首個總膳食研究》中食物樣本處理說明所述的蔬菜處理方法<sup>24</sup>，用以下方式烹煮樣本：

- 沸水烹煮：把每種葉菜和翠玉瓜逐一放入沸騰的蒸餾水中烹煮 3 分鐘<sup>25</sup>，然後瀝乾。
- 快炒：把每種葉菜和翠玉瓜逐一放入平底鑊，不加食油，用中火炒，然後蓋上蓋子 1 分鐘。1 分鐘後，每 420 克蔬菜 / 翠玉瓜加入 1 湯匙蒸餾水，以防蔬菜 / 翠玉瓜粘鑊<sup>26</sup>。蓋上蓋子，把蔬菜再加熱 3 分鐘，然後瀝乾。

35. 烹煮菜湯的方法則是把 6 個湯袋放入 2 公升沸騰的蒸餾水中，用慢火煲 1 小時。

## 貯存

36. 烹煮後，把熟菜和菜湯(連湯料)分成兩組，分別在室溫下(攝氏 20 至 25 度)和雪櫃內(攝氏 0 至 4 度)存放 78 小時。

## 分析硝酸鹽和亞硝酸鹽含量

37. 我們在烹煮前先測定不同蔬菜的硝酸鹽和亞硝酸鹽含量。烹煮後，按以下時間間距，分析存放在室溫和冷凍溫度下的熟菜和菜湯樣本(兩組菜湯樣本的湯水和每種湯料的重量均相等)中硝酸鹽和亞硝酸鹽的含量(附件 II)：

- 剛烹煮完後；以及
- 烹煮後滿 6、12、24、36、48、72 和 78 小時。

## 化驗分析

38. 化驗分析由食物安全中心(食安中心)轄下的食物研究化驗所進行。化驗所根據 BS EN 12014-2:2017 “食品－測定硝酸鹽及 / 或亞硝酸鹽含量－第 2 部分：以高效液相色譜法 / 離子色譜法測定蔬菜和蔬菜製品的硝酸鹽含量” 的標準，用配備紫外光檢測的離子色譜法分析熟菜中硝酸鹽和亞硝酸鹽的含量。樣本置於沸水缸中以熱水進行萃取，再以濾紙過濾。濾液隨後經薄膜過濾器過濾，才用儀器分析。化驗所把分析物的保留時間與硝酸鹽和亞硝酸鹽參考標準的保留時間作比對，以確定有關物質是否硝酸鹽或亞硝酸鹽。硝酸鹽和亞硝酸鹽的檢測限均為每公斤 0.80 毫克。

## 結果

39. 各類蔬菜在烹煮前(即在未經烹煮的狀態)和剛烹煮後，均檢測不到亞硝酸鹽，而菜湯在剛烹煮後也沒有驗出亞硝酸鹽。不同種類蔬菜和菜湯在剛烹煮後的硝酸鹽含量見表 1。

表 1 蔬菜和菜湯在烹煮前和剛烹煮後的硝酸鹽含量

硝酸鹽含量(毫克 / 公斤)					
	莧菜	白菜	菜心	唐生菜	翠玉瓜
烹煮前	5 700	5 000	2 400	1 100	650
沸水烹煮後	3 000	3 000	2 000	760	390
快炒後	3 700	3 800	2 350	1 300	680
					不適用
					955

### 存放在室溫下的熟葉菜

40. 在室溫下，所有熟葉菜在存放約 20 小時後才檢測到亞硝酸鹽。其後，亞硝酸鹽含量增加至一頂點，然後逐漸回落(圖 2)。

41. 至於硝酸鹽方面，熟葉菜的含量於首 12 至 36 小時逐漸減少，減少的速度於其後的 12 至 36 小時加快，然後減慢。就兩種烹煮方式(即沸水烹煮和快炒)而言，硝酸鹽和亞硝酸鹽含量變化的模式相

若(圖 2)。存放在室溫下的熟葉菜的硝酸鹽和亞硝酸鹽含量載列於附件 III。

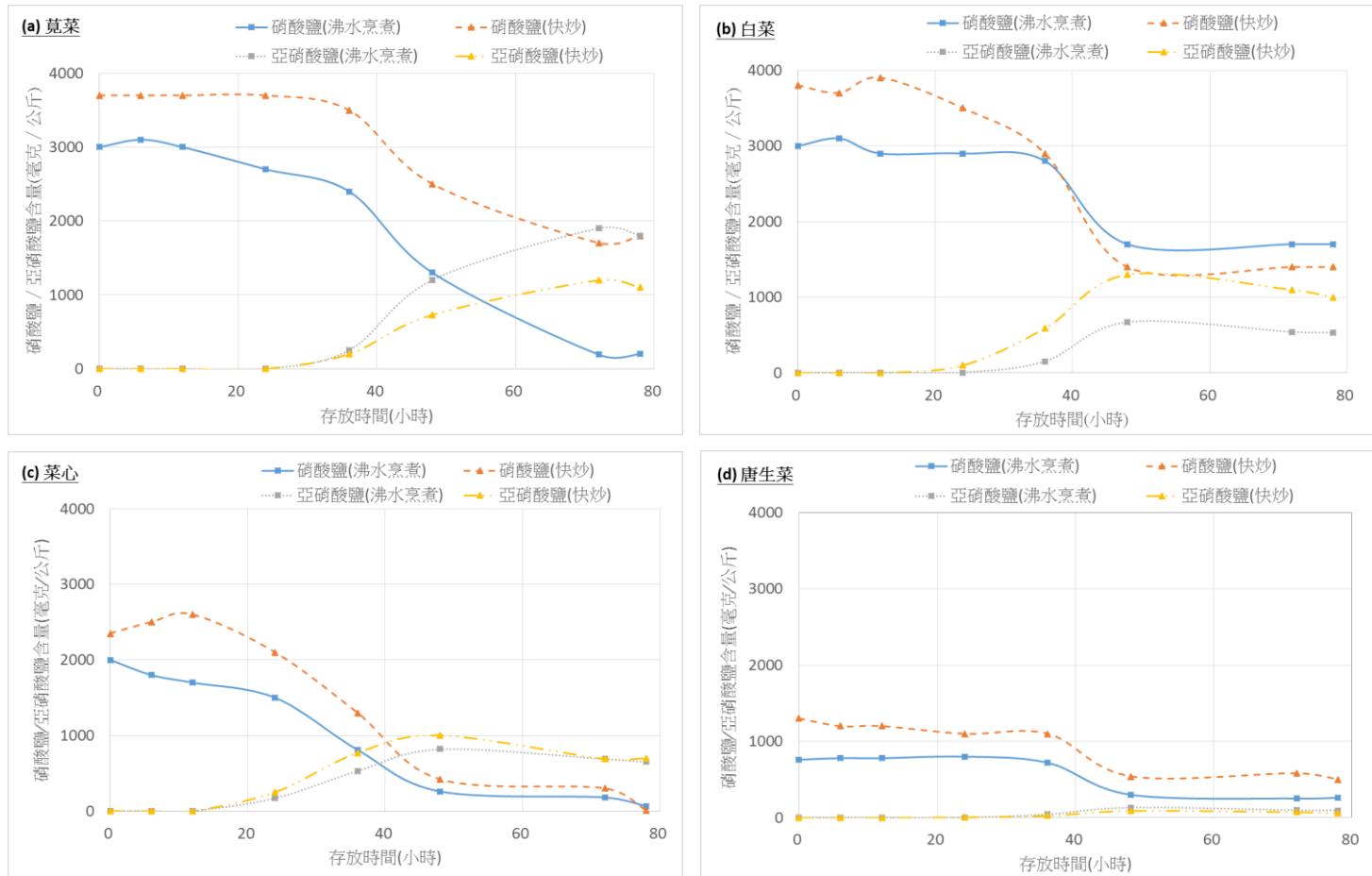


圖 2 存放在室溫下的沸水烹煮和快炒葉菜的硝酸鹽和亞硝酸鹽含量：(a) 莴苣；(b) 白菜；(c) 菜心；以及(d) 唐生菜。

### 存放在冷凍溫度下的熟葉菜

42. 在冷凍溫度下，除了熟菜心和炒白菜在存放 72 小時後開始檢測到微量亞硝酸鹽外，其餘熟葉菜在存放 78 小時的整段期間均檢測不到亞硝酸鹽(圖 3)。

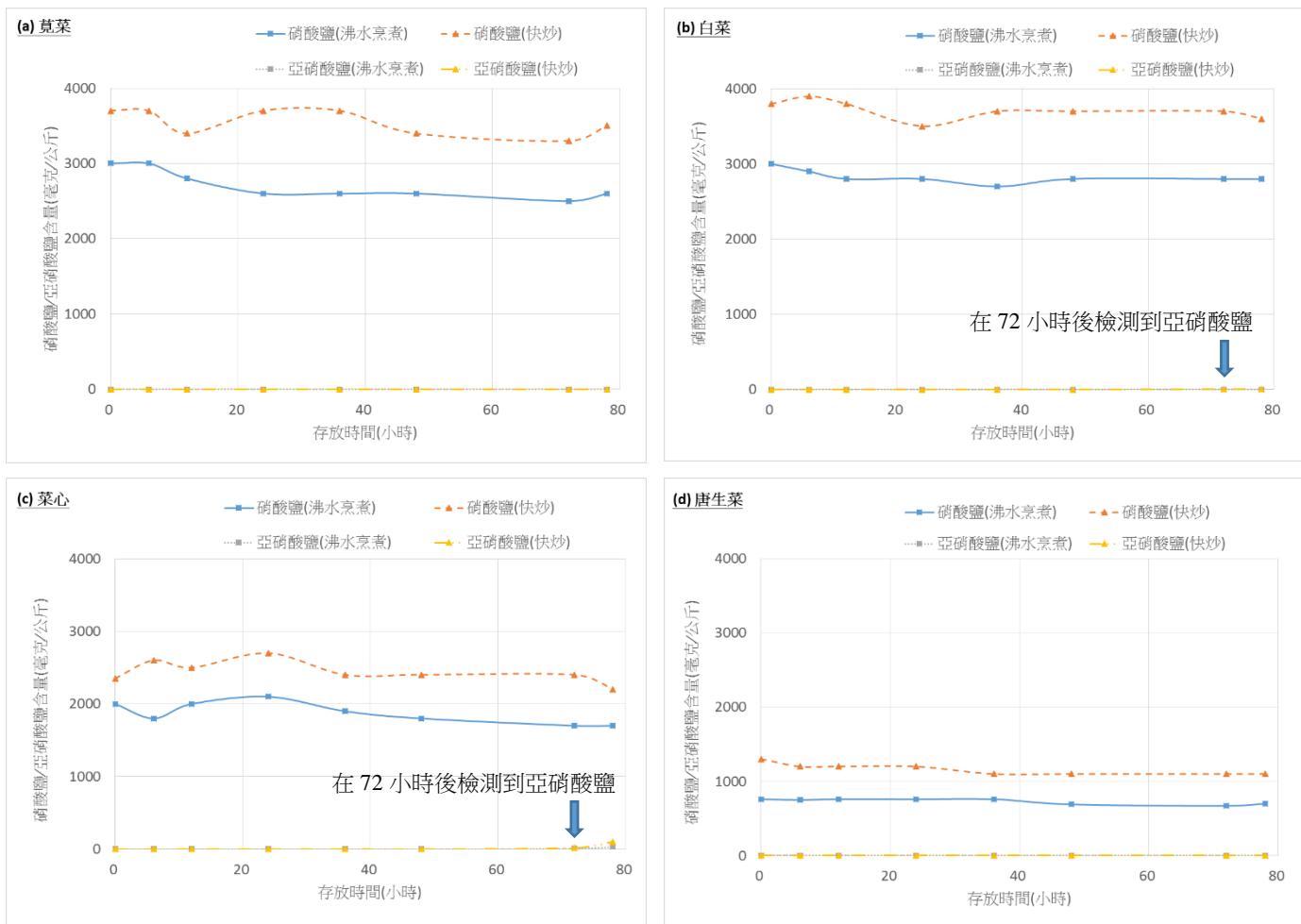


圖 3 存放在冷凍溫度下的沸水烹煮和快炒葉菜類蔬菜的硝酸鹽和亞硝酸鹽含量：(a) 莴苣；(b) 白菜；(c) 菜心；以及(d) 唐生菜。

43. 在冷凍溫度下，熟葉菜的硝酸鹽含量在整段存放期的下降速度，遠較室溫存放時慢(圖 3)。存放在冷凍溫度下的葉菜的硝酸鹽和亞硝酸鹽含量載列於附件 IV。視乎蔬菜種類而定，在冷凍期結束時，葉菜的硝酸鹽含量減幅為：

- 以沸水方式烹煮，減幅為 6.7% 至 15% (在室溫下的減幅則為 43.3% 至 96.8%)；
- 以快炒方式烹煮，減幅為 5.3% 至 15.4% (在室溫下的減幅則為 51.4% 至 99.6%)。

#### 存放在室溫下的熟翠玉瓜和菜湯

44. 在室溫下，熟翠玉瓜和菜湯在存放 12 小時後均檢測到亞硝酸鹽，而硝酸鹽含量亦開始減少，並持續減至每公斤翠玉瓜含 6 毫克硝酸鹽，以及每公斤菜湯含 160 毫克硝酸鹽(圖 4)。存放在室溫下

的熟翠玉瓜和菜湯的硝酸鹽和亞硝酸鹽含量載列於附件 V 及附件 VI。

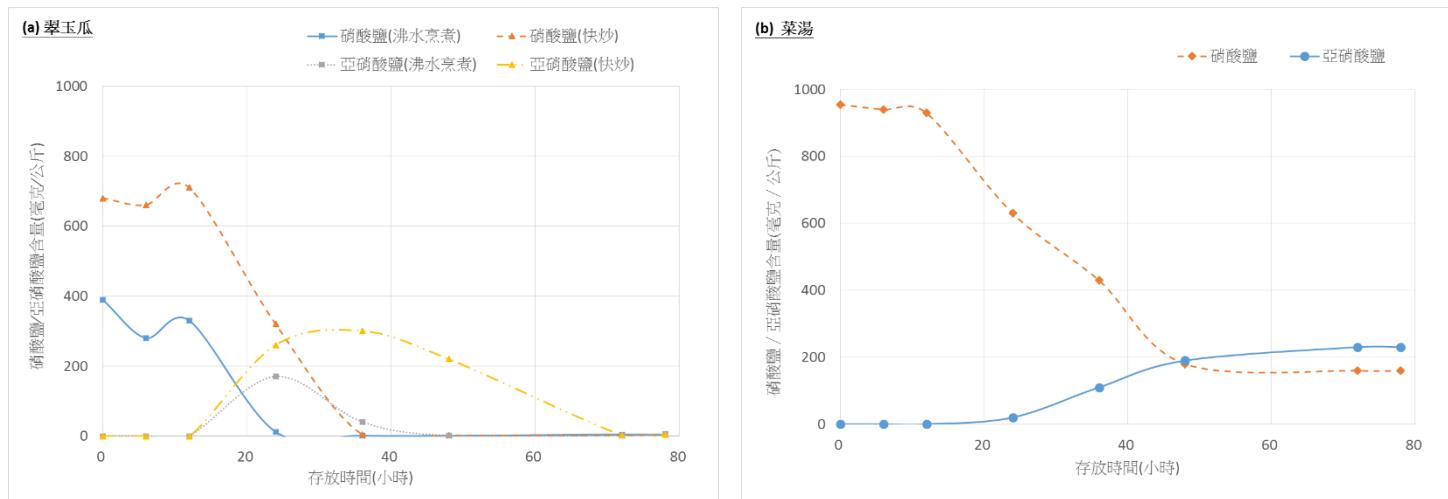


圖 4 存放在室溫下的(a)熟翠玉瓜和(b)菜湯的硝酸鹽和亞硝酸鹽含量。

#### 存放在冷凍溫度下的熟翠玉瓜和菜湯

45. 在冷凍溫度下，熟翠玉瓜和菜湯在存放 78 小時的整段期間均檢測不到亞硝酸鹽，硝酸鹽含量則一直相對穩定(圖 5)。存放在冷凍溫度下的熟翠玉瓜和菜湯的硝酸鹽和亞硝酸鹽含量載列於附件 V 及附件 VI。

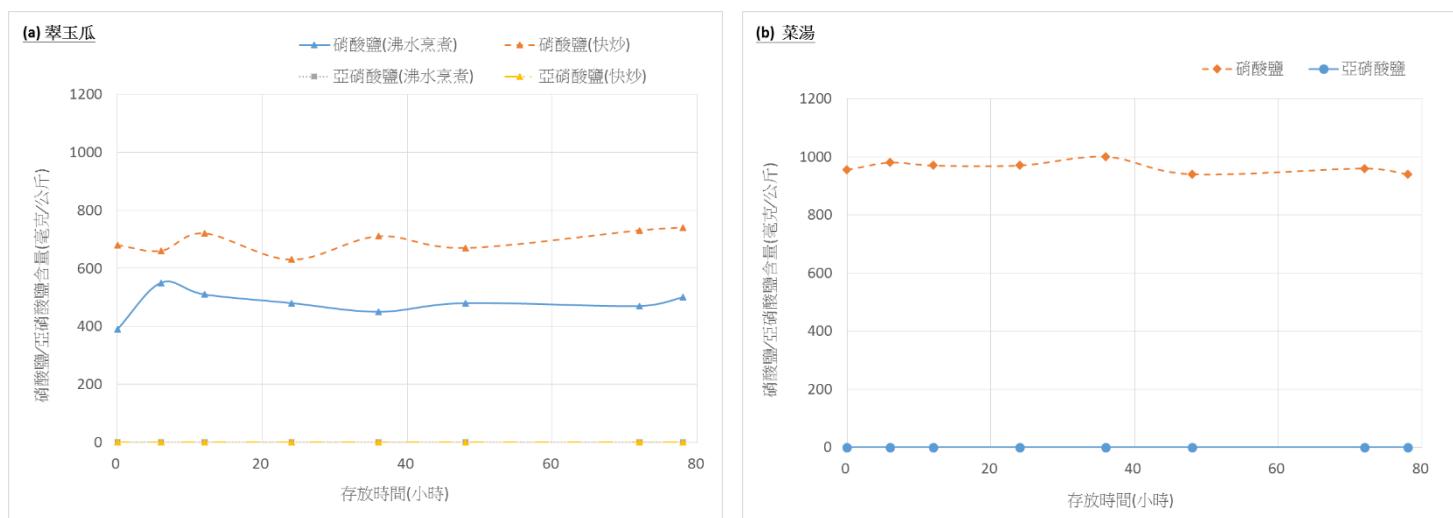


圖 5 存放在冷凍溫度下的(a)熟翠玉瓜和(b)菜湯的硝酸鹽和亞硝酸鹽含量。

## 討論

46. 蔬菜中的硝酸鹽可經由兩種途徑轉化為亞硝酸鹽，分別是經植物細胞中的硝酸鹽還原酶轉化，以及經環境中的硝酸鹽還原細菌轉化<sup>3</sup>。在這項研究中，所有蔬菜樣本(即葉菜、翠玉瓜和菜湯)在剛烹煮後均檢測不到亞硝酸鹽。烹煮時，高溫令植物細胞中的硝酸鹽還原酶失去活性，不能在存放期間把硝酸鹽轉化為亞硝酸鹽。因此，熟菜在存放一段時間後會產生亞硝酸鹽，相信是環境中的硝酸鹽還原細菌發生作用所致。

47. 細菌在環境中無處不在。在廚房處理熟菜時，即使遵照良好的衛生守則，熟菜仍不免會受空氣中和湯匙、碗等食具上的細菌(包括硝酸鹽還原細菌)所污染。細菌進入新環境(例如這次研究中的熟菜)之後，需要一段時間(即遲滯期<sup>a</sup>)來適應新的生長條件，方可迅速滋長<sup>27</sup>。在遲滯期，細菌生長緩慢甚或停止生長。溫度對細菌的遲滯期和世代時間<sup>b</sup>大有影響<sup>27, 28</sup>。細菌處於最適宜生長的溫度，遲滯期會較短，溫度若下降，遲滯期則會延長<sup>29</sup>。在低溫下(例如攝氏 0 至 4 度)，一些細菌(即嗜溫細菌)無法生長，另一些細菌(即嗜冷細菌)則可能需要較長時間來適應新的生長條件，才開始滋長繁殖<sup>27</sup>(表 2)。舉例說，螢光假單胞菌是一種污染食物的腐敗細菌兼硝酸鹽還原細菌，常見於環境之中。這種細菌能在冷凍溫度下緩慢生長(即嗜冷細菌)<sup>30-32</sup>。一項研究發現，新培養基中的螢光假單胞菌在攝氏 20 度下的遲滯期為 1 天，如溫度為攝氏 5 度、0 度和零下 3 度，遲滯期會分別增至 3 天、4 天和 6 天<sup>33</sup>。

表 2. 食物中常見細菌的生長溫度範圍

細菌類別	溫度(攝氏)		
	最低	最適中	最高
(a)嗜溫細菌(不能在冷凍溫度下生長的細菌)	5 至 15 度	30 至 45 度	35 至 47 度
(b)嗜冷細菌(能在冷凍溫度下緩慢生長的細菌)	-5 至 +5 度	25 至 30 度	30 至 35 度

<sup>a</sup> 遲滯期是細菌羣的第一個生長階段，細菌在此階段適應新環境後，數目會以幾何級數增加。

<sup>b</sup> 世代時間指細菌羣數目倍增所需的時間。

48. 在這項研究中，一些熟菜樣本在室溫下存放 12 小時後，開始出現亞硝酸鹽，顯示樣本含有硝酸鹽還原細菌，這些細菌把熟菜中的硝酸鹽轉化為亞硝酸鹽。這個發現與近期一項研究的結果(沸水烹煮菠菜和快炒椰菜在室溫下存放的首 12 小時內，亞硝酸鹽含量並無變化)吻合<sup>34</sup>。

49. 當熟菜存放於冷凍溫度下，低溫延長了細菌的遲滯期、減慢了硝酸鹽還原細菌的生長速度，並降低細菌把硝酸鹽轉化為亞硝酸鹽的活性，因此延緩了亞硝酸鹽的形成。在這項研究中，只有部分熟菜樣本在烹煮完再存放 72 小時後才檢測到微量的亞硝酸鹽。內地有關機關亦曾進行熟菜在冷凍溫度下存放 24 小時的研究，發現熟菜在冷凍 24 小時後，亞硝酸鹽含量仍處於低水平<sup>35-39</sup>。

50. 值得注意的是，存放溫度(而非蔬菜的種類)對硝酸鹽轉化為亞硝酸鹽起着重要作用，因為存放溫度直接影響細菌的生長和活力。

## 研究的局限

51. 家居配製食物經常用到肉類、食油和調味料(例如鹽、胡椒、糖、蒜頭)等其他食材，這些食材或會改變餸菜的物理特性(例如鹽度、酸鹼值、水分活性)，繼而影響細菌的遲滯期長短和生長。此外，這項研究在實驗室環境下進行，細菌污染的源頭和程度可能有別於家居廚房的環境。儘管如此，多項研究指出，就水分活性高、酸鹼值近中性的食物而言，溫度是影響遲滯期長短的首要環境因素，細菌量對遲滯期的影響不大。在相同的存放溫度下，一些並非最適宜細菌生長的條件(例如氯化鈉濃度偏高)會導致遲滯期延長，而有關滯後期則可能受細菌量所影響<sup>40, 41</sup>。

## 結論及建議

52. 這項研究顯示，存放溫度對熟菜中硝酸鹽轉化為亞硝酸鹽具有重要的影響。熟菜在雪櫃裏存放一夜後，亞硝酸鹽含量不會增加。事實上，在冷凍溫度下，只有部分熟菜樣本在存放 72 小時後才檢測到微量的亞硝酸鹽。

53. 從食物安全角度來看，一些海外當局(包括世衛)建議剩菜應在烹煮後 2 小時內以乾淨和有蓋的淺型容器盛載並貯存於雪櫃內，以防

止有害細菌繁殖。不過，即使有害細菌在冷凍溫度下大多不能生長，一些腐敗細菌仍然能夠繁殖<sup>27</sup>，因此建議剩菜應在冷凍後 3 天內食用<sup>42-48</sup>。

54. 在室溫下存放熟菜，總時限為 4 小時，因為熟菜是有潛在危害的食物，可能含有有害細菌，而且室溫通常有利於這些細菌滋長和產生毒素<sup>49、50</sup>。

#### 給公眾的建議

市民應進食不同種類的蔬菜，每日最少進食 3 份蔬菜和 2 份水果，即至少 400 克水果和蔬菜(約 5 份)，以預防慢性疾病。

55. 市民亦應遵循以下指引，以確保剩菜(例如熟菜)安全：

- 只準備適量食物，以減少剩菜量。
- 剩菜及用於午餐飯盒的食物應在烹煮後 2 小時內以乾淨和有蓋的淺型容器盛載，放進雪櫃貯存，並在 3 天內食用。
- 食用前，應把剩菜徹底翻熱至中心溫度達攝氏 75 度，並且不應翻熱超過一次。
- 如剩菜置於室溫超過 4 小時，便不應食用。

## 參考資料

---

- 1 WHO. Promoting fruit and vegetable consumption. 網址：  
<https://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/activities/technical-support-to-member-states/promoting-fruit-and-vegetable-consumption>
- 2 衛生署衛生防護中心《日日二加三 — 建議的蔬果進食量》。網址：  
<https://www.chp.gov.hk/tc/static/90022.html>
- 3 EFSA. Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food chain on a request from the European Commission to perform a scientific risk assessment on nitrate in vegetables, *The EFSA Journal* (2008) Journal number, 689, 1-79. 網址：  
<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/689>
- 4 IARC. Ingested nitrate and nitrite, and cyanobacterial peptide toxins. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to human volume 94. 2010. 網址：  
<https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Ingested-Nitrate-And-Nitrite-And-Cyanobacterial-Peptide-Toxins-2010>
- 5 EFSA. Nitrites and nitrates added to food. June 2017. 網址：  
[https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate\\_publications/files/nitrates-nitrites-170614.pdf](https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate_publications/files/nitrates-nitrites-170614.pdf)
- 6 WHO. Nitrate and nitrite – intake assessment. In: Safety evaluation of certain food additives (Food additives Series 50). Geneva: WHO; 2003. 網址：  
<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v50je07.htm>
- 7 US EPA. Integrated Risk Information System – Nitrate; CASRN 14797-55-8. 1991. 網址：[https://iris.epa.gov/static/pdfs/0076\\_summary.pdf](https://iris.epa.gov/static/pdfs/0076_summary.pdf)
- 8 魏穎、孫雅文、厲玉婷、劉國紅、赫英英及於紅霞。〈不同加工方式與存放條件對蔬菜中亞硝酸鹽含量的影響〉。《食品與藥品》。2015年第17卷第6期。

9 梁平。〈探究剩菜中亞硝酸鹽含量的變化〉。《生物學通報》。2010年第45卷第10期。

10 蘇州大學公共衛生學院蘇州工業園區疾病防治中心。《隔夜菜中亞硝酸鹽含量的測定及分析》。2017年5月。

11 食物環境衛生署食物安全中心。《本港蔬菜的硝酸鹽和亞硝酸鹽含量》。2009年。網址：  
[https://www.cfs.gov.hk/tc\\_chi/programme/programme\\_rafs/programme\\_rafs\\_fc\\_01\\_23\\_Nitrate\\_Nitrite\\_Vegetables.html](https://www.cfs.gov.hk/tc_chi/programme/programme_rafs/programme_rafs_fc_01_23_Nitrate_Nitrite_Vegetables.html)

12 WHO. Nitrate and nitrite in drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. 2003. 網址：  
[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/75380/WHO\\_SDE\\_WSH\\_04.03\\_56\\_eng.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/75380/WHO_SDE_WSH_04.03_56_eng.pdf?sequence=1)

13 Non Renseigné, Shahid Umar, Muhammad Iqbal. Nitrate accumulation in plants, factors affecting the process, and human health implications. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 2007, 27 (1), pp.45-57. fhal-00886336f. 網址：<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00886336>

14 R. TISCHNER. Nitrate uptake and reduction in higher and lower plants. *Plant, Cell and Environment* (2000) 23, 1005–1024. 網址：  
<https://www.semanticscholar.org/paper/Nitrate-uptake-and-reduction-in-higher-and-lower-Tischner/20ff45d4a83b275753d84e4160a60ef2a420fe49>

15 Adriano Nunes-Nesi, Alisdair R. Fernie, Mark Stitt. Metabolic and Signaling Aspects Underpinning the Regulation of Plant Carbon Nitrogen Interactions. 2010. 網址：  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674205214605487>

16 Céline Masclaux-Daubresse, Françoise Daniel-Vedele, Julie Dechorganat, Fabien Chardon, Laure Gaufichon, and Akira Suzuki. Nitrogen uptake, assimilation and remobilization in plants: challenges for sustainable and productive agriculture. 2010. 網址：<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2887065/>

17 Brizzolara S, Manganaris GA, Fotopoulos V, Watkins CB and Tonutti P (2020) Primary Metabolism in Fresh Fruits During Storage. *Front. Plant Sci.* 11:80. doi: 10.3389/fpls.2020.00080. 網址：  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7042374/>

18 Chung, J.C., Chou, S.S. and Hwang, D.F. 2004. Changes in nitrate and nitrite content of four vegetables during storage at refrigerated and ambient temperatures. *Food Addit. Contam.*, 21, 317–322.

19 Nitrate (and potential endogenous formation of N-nitroso compounds). WHO food additives series: 50. 2002. 網址：  
<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v50je06.htm#2.3.1>

20 JECFA. Evaluation of certain food additives: fifty-ninth report. 2002. 網址：  
[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42601/WHO\\_TRS\\_913.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42601/WHO_TRS_913.pdf?sequence=1)

21 EFSA. Scientific Opinion on the re-evaluation of potassium nitrite (E 249) and sodium nitrite (E 250) as food additives. *EFSA Journal* 2017; 15(6):4786, 157. 網址：  
<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4786>

22 IPCS. Nitrate. In: Safety evaluation of certain food additives (Food additives Series 35). 1996. 網址：<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v35je14.htm>

23 食物安全中心。《第二次全港性食物消費量調查報告》。2021年6月。  
網址：  
[https://www.cfs.gov.hk/tc\\_chi/programme/programme\\_firm/programme\\_fcs\\_2nd\\_Survey.html](https://www.cfs.gov.hk/tc_chi/programme/programme_firm/programme_fcs_2nd_Survey.html)

24 食物安全中心。《香港首個總膳食研究：研究方法》。2011年12月。網址：  
[https://www.cfs.gov.hk/tc\\_chi/programme/programme\\_firm/programme\\_tds\\_1st\\_HKTDS\\_report.html](https://www.cfs.gov.hk/tc_chi/programme/programme_firm/programme_tds_1st_HKTDS_report.html)

25 National Center for Home Food Preservation. Blanching. 網址：  
<https://nchfp.uga.edu/how/freeze/blanching.html>

26 Hunt for Hope Wellness. Time Table for Perfect Stir-frying. 2015. 網址：  
<https://huntforhopewellness.com/2015/02/06/time-table-for-perfect-stir-frying/>

27 Institute of Food Technologists. Evaluation and Definition of Potentially Hazardous Foods. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. — Vol. 2 (Supplement), 2003. 網址：  
<https://www.fda.gov/files/food/published/Evaluation-and-Definition-of-Potentially-Hazardous-Foods.pdf>

28 Ingraham, J. L. 1958 Growth of psychrophilic bacteria. J. Bacteriol., 76, 75-80. 網址：  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC290156/>

29 Elliott, Paul and Michener, H.D. Micro-organisms in foods: A review By R. Western Utilization Research and Development Division Technical Bulletin No. 1320. Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture (USDA). 網址：<https://ageconsearch.umn.edu/record/171228/files/tb1320.pdf>

30 Meta Sterniša, Mihael Čargo and Sonja Smole Možina. Spoilage bacteria *pseudomonas* - production of hydrolytic enzymes and ability to grow at 5°C. Acta Periodica Technologica 2019 Issue 50, Pages: 278-285. 網址：  
<http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/1450-7188/2019/1450-71881950278S.pdf>

31 Harsh Kumar, Laura Franzetti, Ankur Kaushal & Dinesh Kumar. *Pseudomonas fluorescens*: a potential food spoiler and challenges and advances in its detection. Annals of Microbiology (2019) 69:873–883. 網址：  
<https://annalsmicrobiology.biomedcentral.com/articles/10.1007/s13213-019-01501-7>

32 Albrecht, Anna (2013) “Identification of Two Unknown Species of Bacteria” ESSAI: Vol. 10, Article 8. 網址：<http://dc.cod.edu/essai/vol10/iss1/8>

33 Ingraham, J. L. and Stokes, J. L. 1959 Psychrophilic bacteria. Bacteriological Reviews 23(3):97-108. 網址：  
<https://journals.asm.org/doi/10.1128/br.23.3.97-108.1959>

34 Wu, S.; Liu, Y.; Cui, X.; Zhang, Q.; Wang, Y.; Cao, L.; Luo, X.; Xiong, J.; Ruan, R. Assessment of Potential Nitrite Safety Risk of Leafy Vegetables after Domestic Cooking. *Foods* 2021, 10, 2953. 網址：<https://doi.org/10.3390/foods10122953>

35 樂山市人民政府。《常吃剩飯剩菜致癌？》。2016年12月6日。網址：  
<https://www.leshan.gov.cn/lsswszf/yqhy/201612/bc22b3e471cd45ac8a7a656750b4e8a5.shtml>

36 汕頭市衛生健康局(中醫藥局)。《長期吃隔夜菜，女子患重度貧血》。2021年10月15日。網址：  
[https://www.shantou.gov.cn/stswsj/gkmlpt/content/1/1977/post\\_1977771.html#3521](https://www.shantou.gov.cn/stswsj/gkmlpt/content/1/1977/post_1977771.html#3521)

37 四川省衛生健康委員會。《嚇人！隔夜菜竟會致癌？那放了多久算隔夜？》。2019年11月15日。網址：  
<http://wsjkw.sc.gov.cn/scwsjkw/jkys/2019/11/15/fbfadcd752f94c309d66f0602b6ebc48.shtml>

38 浦江縣人民政府。《隔夜的東西究竟哪些能吃？哪些不能吃？》。2021年12月12日。網址：  
[http://www.pj.gov.cn/art/2021/12/12/art\\_1229197982\\_59088479.html](http://www.pj.gov.cn/art/2021/12/12/art_1229197982_59088479.html)

39 中央政府門戶網站。《科學生活：隔夜菜究竟能不能吃？》2011年11月16日。網址：  
[http://www.gov.cn.qingcdn.com/fwxx/kp/2011-11/16/content\\_1994724.htm](http://www.gov.cn.qingcdn.com/fwxx/kp/2011-11/16/content_1994724.htm)

40 De Silvestri A, et al. Ferrari E, Gozzi S, Marchi F and Foschino R (2018) Determination of Temperature Dependent Growth Parameters in Psychrotrophic Pathogen Bacteria and Tentative Use of Mean Kinetic Temperature for the Microbiological Control of Food. *Front. Microbiol.* 9:3023. doi: 10.3389/fmicb.2018.03023. 網址：  
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2018.03023/full>

41 Tobin P. Robinson, Olosimbo O. Aboaba, Anu Kaloti, Maria J. Ocio, Jozsef Baranyi, Bernard M. Mackey. The effect of inoculum size on the lag phase of *Listeria monocytogenes*. *Int. J. Food Microbiol.* 70 (2001) 163–173. 網址：

[https://www.researchgate.net/publication/11597554\\_The\\_effect\\_of\\_inoculum\\_size\\_on\\_the\\_lag\\_phase\\_of\\_Listeria\\_monocytogenes](https://www.researchgate.net/publication/11597554_The_effect_of_inoculum_size_on_the_lag_phase_of_Listeria_monocytogenes)

42 World Health Organization (WHO). Five Keys To Safer Food Manual. 網址：  
<https://www.who.int/publications/i/item/9789241594639>

43 USDA. Kitchen Companion: Your Safe Food Handbook. Revised March 2015. 網址：  
<https://www.fsis.usda.gov/news-events/publications/kitchen-companion-your-safe-food-handbook>

44 USDA, Food Safety and Inspection Service, Cornell University, Food Marketing Institute. FoodKeeper App. 網址：<https://www.foodsafety.gov/keep-food-safe/foodkeeper-app>

45 Centers for Disease Control and Prevention. Game Day Food Safety Tips. 網址：  
<https://www.cdc.gov/foodsafety/communication/rules-of-game.html>

46 National Institute on Aging (NIA), National Institutes of Health (NIH). Healthy eating: Food Safety. 網址：<https://www.nia.nih.gov/health/food-safety>

47 The Government of Canada. Safe food storage. 網址：  
<https://www.canada.ca/en/health-canada/services/general-food-safety-tips/safe-food-storage.html>

48 Food Safety Authority of Ireland (FSAI). Home Cooking and Storage. 網址：  
<https://www.fsai.ie/faq/domestic.html>

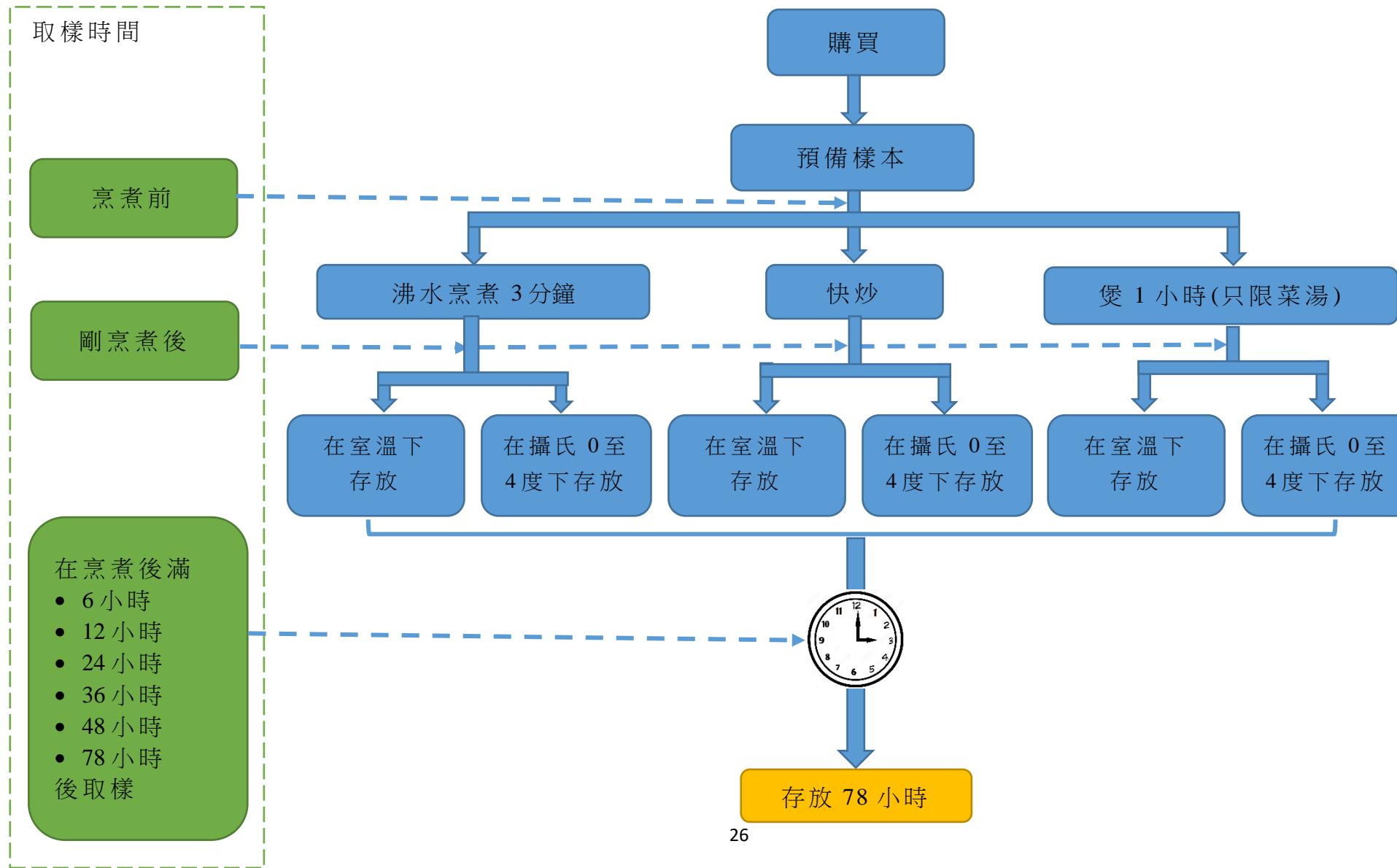
49 Food Standards Australia New Zealand. Safe Food Australia - A guide to the Food Safety Standards. 網址：  
<https://www.foodstandards.gov.au/publications/Pages/safefoodaustralia3rd16.aspx>

50 Food and Drug Administration (FDA) (2017). Food Code. 網址：  
<https://www.fda.gov/media/110822/download>

分析蔬菜一覽表

蔬菜名稱	相片
莧菜	
白菜	
菜心	
唐生菜	
翠玉瓜	
含以下湯料的菜湯：	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 紅菜頭</li> <li>• 西芹</li> <li>• 甘筍</li> </ul>   

### 處理和預備蔬菜樣本以便分析的流程圖



存放在室溫和冷凍溫度下的  
沸水烹煮蔬菜的硝酸鹽和亞硝酸鹽含量

樣本	存放環境	含量 (毫克 / 公斤)	存放時間(小時)							
			0	6	12	24	36	48	72	78
莧菜	室溫	硝酸鹽	3000	3100	3000	2700	2400	1300	190	200
		亞硝酸鹽	檢測 不到	檢測 不到	檢測 不到	檢測 不到	250	1200	1900	1800
	冷凍溫度	硝酸鹽	3000	3000	2800	2600	2600	2600	2500	2600
		亞硝酸鹽	檢測 不到							
白菜	室溫	硝酸鹽	3000	3100	2900	2900	2800	1700	1700	1700
		亞硝酸鹽	檢測 不到	檢測 不到	檢測 不到	2.5	150	670	540	530
	冷凍溫度	硝酸鹽	3000	2900	2800	2800	2700	2800	2800	2800
		亞硝酸鹽	檢測 不到							
菜心	室溫	硝酸鹽	2000	1800	1700	1500	810	260	180	64
		亞硝酸鹽	檢測 不到	檢測 不到	檢測 不到	170	530	820	690	650
	冷凍溫度	硝酸鹽	2000	1800	2000	2100	1900	1800	1700	1700
		亞硝酸鹽	檢測 不到	檢測 不到	檢測 不到	檢測 不到	檢測 不到	檢測 不到	6.4	30
唐生菜	室溫	硝酸鹽	760	780	780	800	720	300	250	260
		亞硝酸鹽	檢測 不到	檢測 不到	檢測 不到	1.2	43	130	97	94
	冷凍溫度	硝酸鹽	760	750	760	760	760	690	670	700
		亞硝酸鹽	檢測 不到							

存放在室溫和冷凍溫度下的  
快炒蔬菜的硝酸鹽和亞硝酸鹽含量

樣本	存放環境	含量 (毫克 / 公斤)	存放時間(小時)							
			0	6	12	24	36	48	72	78
莧菜	室溫	硝酸鹽	3700	3700	3700	3700	3500	2500	1700	1800
		亞硝酸鹽	檢測 不到	檢測 不到	檢測 不到	檢測 不到	200	730	1200	1100
	冷凍溫度	硝酸鹽	3700	3700	3400	3700	3700	3400	3300	3500
		亞硝酸鹽	檢測 不到							
白菜	室溫	硝酸鹽	3800	3700	3900	3500	2900	1400	1400	1400
		亞硝酸鹽	檢測 不到	檢測 不到	檢測 不到	100	590	1300	1100	1000
	冷凍溫度	硝酸鹽	3800	3900	3800	3500	3700	3700	3700	3600
		亞硝酸鹽	檢測 不到	檢測 不到	檢測 不到	檢測 不到	檢測 不到	3.6	6.0	
菜心	室溫	硝酸鹽	2350	2500	2600	2100	1300	420	300	10
		亞硝酸鹽	檢測 不到	檢測 不到	檢測 不到	250	770	1000	690	700
	冷凍溫度	硝酸鹽	2350	2600	2500	2700	2400	2400	2400	2200
		亞硝酸鹽	檢測 不到	檢測 不到	檢測 不到	檢測 不到	檢測 不到	14	100	
唐生菜	室溫	硝酸鹽	1300	1200	1200	1100	1100	540	580	500
		亞硝酸鹽	檢測 不到	檢測 不到	檢測 不到	7.4	27	89	73	60
	冷凍溫度	硝酸鹽	1300	1200	1200	1200	1100	1100	1100	1100
		亞硝酸鹽	檢測 不到							

存放在室溫和冷凍溫度下的  
沸水烹煮翠玉瓜和快炒翠玉瓜的硝酸鹽和亞硝酸鹽含量

樣本	存放環境	含量 (毫克 / 公斤)	存放時間(小時)							
			0	6	12	24	36	48	72	78
白灼 翠玉瓜	室溫	硝酸鹽	390	280	330	12	1.4	0.88	4.3	3.4
		亞硝酸鹽	檢測 不到	檢測 不到	檢測 不到	170	40	0.82	1.0	5.3
	冷凍溫度	硝酸鹽	390	550	510	480	450	480	470	500
		亞硝酸鹽	檢測 不到							
炒 翠玉瓜	室溫	硝酸鹽	680	660	710	320	4.7	2.2	2.1	5.2
		亞硝酸鹽	檢測 不到	檢測 不到	檢測 不到	260	300	220	2.8	3.7
	冷凍溫度	硝酸鹽	680	660	720	630	710	670	730	740
		亞硝酸鹽	檢測 不到							

附件 VI

存放在室溫和冷凍溫度下的  
菜湯的硝酸鹽和亞硝酸鹽含量

樣本	存放環境	含量 (毫克/ 公斤)	存放時間(小時)							
			0	6	12	24	36	48	72	78
菜湯	室溫	硝酸鹽	955	940	930	630	430	180	160	160
		亞硝酸鹽	檢測 不到	檢測 不到	檢測 不到	20	110	190	230	230
	冷凍溫度	硝酸鹽	955	980	970	970	1000	940	960	940
		亞硝酸鹽	檢測 不到							