

风险评估研究

第 66 号报告书

化学物危害评估

熟菜在存放期间  
的硝酸盐和亚硝酸盐含量变化

香港特别行政区政府  
食物环境卫生署  
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内容，須註明出處。

通讯处：

香港金钟道 66 号

金钟道政府合署 43 楼

食物环境卫生署

食物安全中心

风险评估组

电子邮箱：[enquiries@fehd.gov.hk](mailto:enquiries@fehd.gov.hk)

## 目录

	<u>页数</u>
摘要	2
目的	5
背景	5
硝酸盐和亚硝酸盐是什么？	6
蔬菜中的硝酸盐和亚硝酸盐	6
毒性	8
健康参考值	10
研究范围	10
研究方法和化验分析	10
取样和处理	10
烹煮	11
贮存	11
分析硝酸盐和亚硝酸盐含量	11
化验分析	12
结果	12
讨论	16
研究的局限	17
结论及建议	17
给公众的建议	18
参考数据	19
附件	25

附件 I	分析蔬菜一览表	25
附件 II	处理和预备蔬菜样本以便分析的流程图	26
附件 III	存放在室温和冷冻温度下的沸水烹煮蔬菜的硝酸盐和亚硝酸盐含量	27
附件 IV	存放在室温和冷冻温度下的快炒蔬菜的硝酸盐和亚硝酸盐含量	28
附件 V	存放在室温和冷冻温度下的沸水烹煮翠玉瓜和快炒翠玉瓜的硝酸盐和亚硝酸盐含量	29
附件 VI	存放在室温和冷冻温度下的菜汤的硝酸盐和亚硝酸盐含量	30

# 熟菜在存放期间 的硝酸盐和亚硝酸盐含量变化

## 摘要

蔬菜含有丰富的膳食纤维、维他命和矿物质，多吃蔬菜，患上心血管疾病和肥胖的机会较低。虽然蔬菜有益健康，但有人关注煮熟的蔬菜(熟菜)在雪柜里存放一夜后，亚硝酸盐含量会增加。

2. 新鲜蔬菜的硝酸盐含量相对较高，亚硝酸盐含量则较低。人类主要透过进食蔬菜摄入硝酸盐，而亚硝酸盐则主要由体内的硝酸盐转化而成。亚硝酸盐在人体内可使血液中的血红蛋白氧化，引致正铁血蛋白血症；也可与体内的某些胺或胺化物发生反应，形成亚硝胺，而这种物质有可能使实验动物患癌。在 2010 年，世界卫生组织(世卫)辖下的国际癌症研究机构作出结论，认为摄入的硝酸盐或亚硝酸盐在可导致内源性硝化的条件下，可能会令人类患癌(即属第 2A 组物质)。然而，食物中的硝酸盐或亚硝酸盐本身是否可令人患癌，相关的证据并不充分或只属有限。

3. 硝酸盐是植物吸收氮素的主要来源。植物细胞中的硝酸盐还原酶或环境中的硝酸盐还原细菌可把硝酸盐还原成亚硝酸盐。有研究显示，新鲜叶菜在存放期间的硝酸盐和亚硝酸盐含量受存放时间和温度影响。就熟菜而言，一项研究显示，在室温下存放 48 小时的熟白菜，亚硝酸盐含量可达冷冻存放熟白菜的 3 倍。不过，有关存放熟菜的时间和温度对硝酸盐和亚硝酸盐含量的影响，相应的科学研究为数不多。最近，有本地媒体报道指熟菜在雪柜内存放隔夜，亚硝酸盐含量可能会显著上升。有关报道引起公众关注。

4. 是次研究(i)审视熟菜在室温和冷冻温度下存放 78 小时期内硝酸盐和亚硝酸盐含量的变化；以及(ii)提供正确处理剩余熟菜的方法。

## 研究方法

5. 在 2021 年 6 月至 8 月期间，我们从湿货街市摊档和一家超级市场收集蔬菜样本(苋菜、白菜、菜心、唐生菜和翠玉瓜)。蔬菜样本经彻底清洗后，以(a)放入沸腾的蒸馏水中和(b)快炒的方式烹煮。烹煮蔬菜样本前先测定硝酸盐和亚硝酸盐的含量，烹煮后把每种蔬菜分成两组，分别在室温和冷冻温度下存放。研究人员测定蔬菜在烹煮后，以及存放满 6、12、24、36、48、72 和 78 小时后的硝酸盐

和亚硝酸盐含量。此外，亦会测定菜汤(在蒸馏水中加入红菜头、甘笋和西芹煮成)在烹煮后，以及存放满 6、12、24、36、48、72 和 78 小时后的硝酸盐和亚硝酸盐含量。

## 结果

6. 所有蔬菜样本和菜汤在烹煮前和刚烹煮后均没有检测到亚硝酸盐。

7. 在室温下，有些熟菜和菜汤在存放 12 小时后，亚硝酸盐含量开始上升(硝酸盐含量相应下降)。反之，在冷冻温度下，只有部分样本在存放 72 小时后才开始检测到微量的亚硝酸盐。

## 讨论

8. 蔬菜中的硝酸盐可经植物细胞中的硝酸盐还原酶或环境中的硝酸盐还原细菌转化成亚硝酸盐。烹煮会令硝酸盐还原酶失去活性。因此，熟菜在冷冻存放一段时间后检测到亚硝酸盐，相信是环境中的硝酸盐还原细菌发生作用所致。

9. 处理熟菜的时候，即使遵循良好的卫生守则，熟菜仍不免会受空气中和餐具上的细菌所污染。随后存放熟菜的温度对细菌的生长和活性有很重要的影响。如果存放温度低(例如摄氏 0 至 4 度)，一些细菌将无法生长，另一些则生长和繁殖缓慢。

10. 在这项研究中，一些熟菜样本在室温下存放 12 小时后开始出现亚硝酸盐，显示硝酸盐还原细菌把熟菜中的硝酸盐转化为亚硝酸盐。当熟菜存放于冷冻温度下，低温会抑制细菌滋生，降低细菌把硝酸盐转化为亚硝酸盐的活力，因此推迟了亚硝酸盐的形成，令一些熟菜在存放 72 小时后才开始出现微量的亚硝酸盐。

11. 值得注意的是，存放温度(而非蔬菜的种类)对硝酸盐转化为亚硝酸盐起着重要作用，因为存放温度直接影响细菌的生长和活力。

## 结论及建议

12. 这项研究显示，存放温度对熟菜中硝酸盐转化为亚硝酸盐具有重要的影响。熟菜在雪柜里存放一夜后，亚硝酸盐含量并不会增加。

事实上，在冷冻温度下，只有部分熟菜样本在存放 72 小时后才检测到微量的亚硝酸盐。

13. 从食品安全角度来看，一些海外当局(包括世卫)建议剩菜应在烹煮后 2 小时内以干净和有盖的浅型容器盛载并贮存于雪柜内，以防止有害细菌繁殖。不过，即使有害细菌在冷冻温度下大多不能生长，一些腐败细菌仍然能够繁殖，因此建议剩菜应在冷冻后 3 天内食用。

14. 在室温下存放熟菜，总时限为 4 小时，因为熟菜是有潜在危害的食物，可能含有有害细菌，而且室温通常有利于这些细菌滋长和产生毒素。

### 给公众的建议

15. 市民应进食不同种类的蔬菜，每日最少进食 3 份蔬菜和 2 份水果，即至少 400 克水果和蔬菜(约 5 份)，以预防慢性疾病。

16. 市民亦应遵循以下指引，以确保剩菜(例如熟菜)安全：

- 只准备适量食物，以减少剩菜量。
- 剩菜及用于午餐饭盒的食物应在烹煮后 2 小时内，以干净和有盖的浅型容器盛载，放进雪柜贮存，并在 3 天内食用。
- 食用前，应把剩菜彻底翻热至中心温度达摄氏 75 度，并且不应翻热超过一次。
- 如剩菜置于室温超过 4 小时，便不应食用。

## 目的

不时有报道指熟菜在冷冻温度下存放一夜后，亚硝酸盐含量会增加，引起公众关注。是次研究(i)审视熟菜在烹煮后于室温和冷冻温度下存放 78 小时期内硝酸盐和亚硝酸盐含量的变化；以及(ii)提供正确处理剩余熟菜的方法。

## 背景

2. 蔬菜是健康饮食不可或缺的部分，也是膳食纤维、维他命和矿物质的重要来源。卫生防护中心建议每日最少进食 3 份蔬菜和 2 份水果，以预防心脏病、癌症、糖尿病和肥胖症等慢性疾病。这个建议与世界卫生组织(世卫)所建议的每日进食至少 400 克水果和蔬菜一致<sup>1、2</sup>。

3. 亚硝酸盐在人体内可氧化血液中的血红蛋白，令血液无法带氧，引致一种称为正铁血红蛋白血症的病征。亚硝酸盐也可与体内的某些胺或胺化物发生反应，形成亚硝胺。亚硝胺可使实验动物患癌<sup>3-5</sup>。人类主要透过进食蔬菜摄入硝酸盐，而亚硝酸盐则主要由内源性硝酸盐转化而成(即硝酸盐在人体内转化为亚硝酸盐)，较少从食物摄入<sup>3、4、6、7</sup>。

4. 过往有研究指出，新鲜叶菜在存放期间的硝酸盐和亚硝酸盐含量受存放时间和温度影响<sup>3、8、9</sup>。一般而言，温度越高和存放时间越长，新鲜蔬菜的亚硝酸盐含量增幅会越大，硝酸盐含量则相应会减少<sup>3</sup>。就熟菜而言，一项研究比较熟白菜在室温和冷冻温度下存放 48 小时后亚硝酸盐含量的变化，结果显示在室温下存放的熟白菜，亚硝酸盐含量较冷冻存放的熟白菜多达 3 倍<sup>10</sup>。尽管如此，有关存放熟菜的时间和温度对硝酸盐和亚硝酸盐含量的影响，相关的科学研究为数不多。本地媒体不时报道，熟菜在雪柜内存放隔夜，亚硝酸盐含量可能会显著上升。有关报道引起公众关注。



> 根部 > 花序 > 块茎 > 鳞茎 > 果实 > 种子。生菜和“结球菊苣”的内叶比外叶积聚较少硝酸盐，番茜和菠菜的叶片也比叶柄积聚较少硝酸盐<sup>13</sup>。就蔬菜而言，叶菜类(例如椰菜和菠菜)的硝酸盐含量较根菜类(例如马铃薯和甘笋)和鳞茎类(例如洋葱和蒜头)的含量高<sup>3、13</sup>。

10. 硝酸盐一经输送至叶片，大部分会贮存在细胞的液泡内，小部分则会被细胞质的硝酸盐还原酶转化为亚硝酸盐。亚硝酸盐会立即输送至叶绿体，最终在该处与其他光合作用的产物结合，成为植物生长所需的氨基酸<sup>14-16</sup>。因此，新鲜完好的蔬菜含有较多硝酸盐，但亚硝酸盐含量并不高。

### 氮肥的影响

11. 施用氮肥会促使植物累积硝酸盐。植物吸收了超出所需的硝酸盐，会把硝酸盐贮存在液泡内，待氮素供应不足时动用<sup>13</sup>。施用氮肥会使木质部和叶片的硝酸盐含量增加，但对韧皮部的硝酸盐含量则几乎没有影响。施用了氮肥，生菜和椰菜等叶菜类蔬菜的硝酸盐含量会上升，但对于豌豆和豆子等靠韧皮部输送营养的贮藏器官则影响甚微<sup>3</sup>。

### 贮存的影响

12. 植物把吸收的大部分硝酸盐贮存在细胞中的液泡内。未经烹煮的新鲜蔬菜如在室温下存放，硝酸盐含量会逐渐下降。不过，蔬菜在存放期间老化或受损，可令液泡膜失去功能<sup>17</sup>，使硝酸盐由液泡释出至细胞质，被硝酸盐还原酶转化为亚硝酸盐，令亚硝酸盐含量急升(硝酸盐含量则相应剧降)。植物品种有别和细菌污染水平不同，也会影响叶片的亚硝酸盐含量<sup>3</sup>。

13. 冷冻会推迟新鲜蔬菜老化。新鲜蔬菜在冷冻下，硝酸盐含量几乎7天不受影响<sup>3、18</sup>。在这段期间，由于内源硝酸盐还原酶和细菌在冷冻环境下失去活性，亚硝酸盐含量会维持在低水平。研究发现，蔬菜在冷藏下，硝酸盐和亚硝酸盐含量可长达12周没有明显变化<sup>3</sup>。

14. 然而，有研究指自制菜泥即使只冷冻12小时，亚硝酸盐含量也甚高，原因可能是蔬菜在捣成泥状时，叶片的细胞及其液泡受到破坏而释出贮存在内的硝酸盐，这些硝酸盐立即被细胞质内的硝酸盐还原酶转化为亚硝酸盐<sup>3</sup>。

### 食物加工的影响

15. 硝酸盐在蔬菜各部位的分布并不平均。生菜和菠菜在去除茎部和叶片中脉后，硝酸盐含量会减少 30 – 40%；马铃薯、香蕉、蜜瓜和红菜头在去皮后，硝酸盐含量也会减少 20 – 62%<sup>3</sup>。

16. 硝酸盐可溶于水，因此清洗叶菜类蔬菜可令硝酸盐含量减少 10 – 15%。不同研究亦显示，蔬菜用水烹煮后，硝酸盐含量会降低。豌豆、椰菜、豆子、甘笋、马铃薯、菠菜、苦白菜和西芹叶在烹煮时会流失约 16 – 79%的硝酸盐。甘笋、番茜根、西芹和马铃薯经沸水烹煮后，硝酸盐和亚硝酸盐含量亦同样减少约 50%<sup>3</sup>。

### **毒性**

#### 动力学及新陈代谢

17. 硝酸盐主要由上消化道吸收。人体很快吸收硝酸盐，若从食物或饮品摄取了硝酸盐，1 至 3 小时后，唾液和汗水中的硝酸盐含量便会达到峰值。人体摄入的硝酸盐平均约有 25%会经由唾液分泌，而当中大概 20%会由舌头表面的共生菌转化为亚硝酸盐。人体内的亚硝酸盐绝大部分是在口腔内由硝酸盐转化而成，占人体亚硝酸盐总摄入量约 70 至 80%<sup>3、12、19</sup>。

18. 当亚硝酸盐进入胃部，胃部的酸性环境会迅速将其转化成亚硝酸，并自发分解成氮氧化物。另外，胃部的细菌可以将硝酸盐还原为亚硝酸盐。空腹时胃部的酸碱值较低(酸碱值为 1 至 2)，细菌难以进行硝酸盐还原作用。不过，3 个月以下的婴儿由于胃酸很少，胃内细菌很容易把硝酸盐还原成亚硝酸盐。人体摄入的硝酸盐绝大部分最终会以硝酸盐、氨或尿素的形式，经尿液排出体外，只有极少量硝酸盐会经粪便排出<sup>3、12、19</sup>。

#### 毒性

19. 硝酸盐对实验动物的急性口服毒性为低至中等。据观察，成年人摄入硝酸盐的致死量约为每公斤体重 330 毫克。硝酸盐要转化成亚硝酸盐，才会引起急性中毒。硝酸盐可以自然转化成亚硝酸盐，而细菌会加快这个转化过程。亚硝酸盐的毒性比硝酸盐强约 10 倍。至于成年人摄入亚硝酸盐的致死量，据报为每公斤体重 33 毫克至 250 毫克不等<sup>3、12</sup>。

20. 硝酸盐和亚硝酸盐在毒理学上最值得关注的终点是亚硝胺的形成。然而，在包含蔬菜的正常饮食中，摄入硝酸盐的同时，也会摄入其他生物活性物质(例如维他命 C)，这些物质或可抑制亚硝胺于体内形成。

#### *正铁血红蛋白血症*

21. 亚硝酸盐中毒的主要急性毒性作用是引致正铁血红蛋白血症。血液含有负责运氧的血红蛋白，亚硝酸盐会使血红蛋白转化为正铁血红蛋白，令红血球的运氧效率下降。人体靠一种酶不断把正铁血红蛋白转回做血红蛋白，使血液中的正铁血红蛋白维持在稳定水平<sup>3</sup>。

22. 人体的正铁血红蛋白水平正常少于 2%。如正铁血红蛋白含量达正常血红蛋白的 10%或以上，通常会令人出现发绀(皮肤和嘴唇发蓝)症状。若正铁血红蛋白含量再增加，可能导致缺氧 / 窒息。个别羣组(例如 3 个月以下的婴儿和长者)会较易出现以上症状<sup>3、4、20</sup>。婴儿的正铁血红蛋白血症俗称蓝婴综合症。

23. 目前，联合国粮食及农业组织 / 世卫联合食物添加剂专家委员会(专家委员会)未有就硝酸盐和亚硝酸盐引致正铁血红蛋白血症制定急性参考剂量。

#### *基因毒性*

24. 根据体外测试，硝酸钠并非致突变物质。至于亚硝酸钠，虽然体外测试显示属致突变物质，但在体内测试中，致突变结果却呈阴性。

#### *致癌性*

25. 专家委员会和欧洲食品安全局分别在 2002 年和 2008 年审核的流行病学研究，均没有提出证据证明硝酸盐和亚硝酸盐会令人类患癌<sup>3、12、20</sup>。

26. 亚硝酸盐在人体胃部的酸性环境中，会与某些胺及胺化物发生反应，形成 N-亚硝基化合物。研究发现多种 N-亚硝基化合物会令实验动物患癌。国际癌症研究机构在 2010 年作出结论，认为摄入的硝酸盐或亚硝酸盐在可导致内源性硝化的条件下，可能会令人类患癌(即属第 2A 组物质)。然而，食物中的硝酸盐或亚硝酸盐本身是否可令人类患癌，相关的证据并不充分或只属有限<sup>4</sup>。

## 健康参考值

27. 专家委员会把硝酸盐离子和亚硝酸盐离子的每日可摄入量，分别定为每公斤体重 0 至 3.7 毫克和每公斤体重 0 至 0.07 毫克。不过，由于蔬菜对健康有益，而且并无数据显示蔬菜基质可如何影响硝酸盐的生物利用度，专家委员会认为，直接比较从蔬菜摄入的硝酸盐分量和每日可摄入量，并不恰当。专家委员会也指出，多吃某些蔬菜似乎与减低罹患胃癌的风险有关，原因可能是蔬菜同时也含有具保护作用的物质<sup>20、22</sup>。

## 研究范围

28. 是次研究审视(i)熟的叶菜类蔬菜和瓜果类蔬菜，以及(ii)菜汤在室温和冷冻温度下存放 78 小时期内硝酸盐和亚硝酸盐含量的变化。

29. 我们选取多款蔬菜进行研究，以了解不同蔬菜的硝酸盐和亚硝酸盐含量变化是否有差异。在选择蔬菜种类作研究时，我们考虑了以下因素：

- a) 选择硝酸盐含量高的叶菜<sup>11</sup>；
- b) 选择本港人口经常食用的蔬菜<sup>23</sup>；
- c) 选择一种硝酸盐含量高且常用于午餐饭盒的瓜果类蔬菜。

30. 研究涵盖五种蔬菜，分别为苋菜、白菜、菜心、唐生菜和翠玉瓜<sup>11</sup>(附件 I)。

31. 用硝酸盐含量较高的食材(即红菜头、西芹和甘笋)煮成的菜汤，也在研究之列<sup>11</sup>(附件 I)。

## 研究方法和化验分析

### 取样和处理

32. 在 2021 年 6 月至 8 月期间，我们从湿货街市摊档和一家超级市场收集蔬菜样本。

33. 在烹煮前，我们先把蔬菜样本作以下处理：

- 叶菜类蔬菜：清除蔬菜上的污垢、泥土和受损部分。蔬菜彻底清洗后沥干，去掉根尾。
- 翠玉瓜：除去两端，彻底清洗样本。沥干后切成 1/4 吋厚的薄片。
- 红菜头和甘笋：红菜头样本除去两端，样本去皮，并彻底清洗。沥干后切成小块，然后分成两等份，分别放进两个汤袋内。甘笋样本亦以相同方式处理。
- 西芹：把两条西芹除筋，去掉根尾，并彻底清洗，沥干后切成 5 厘米长的小段，然后分成两等份，分别放进两个汤袋内。

## 烹煮

34. 为审视烹煮方法如何影响熟菜在存放期内硝酸盐和亚硝酸盐含量的变化，我们采用两种常见的方法(即沸水烹煮和快炒)烹煮蔬菜样本。我们参照《香港首个总膳食研究》中食物样本处理说明所述的蔬菜处理方法<sup>24</sup>，用以下方式烹煮样本：

- 沸水烹煮：把每种叶菜和翠玉瓜逐一放入沸腾的蒸馏水中烹煮 3 分钟<sup>25</sup>，然后沥干。
- 快炒：把每种叶菜和翠玉瓜逐一放入平底镬，不加食油，用中火炒，然后盖上盖子 1 分钟。1 分钟后，每 420 克蔬菜 / 翠玉瓜加入 1 汤匙蒸馏水，以防蔬菜 / 翠玉瓜粘镬<sup>26</sup>。盖上盖子，把蔬菜再加热 3 分钟，然后沥干。

35. 烹煮菜汤的方法则是把 6 个汤袋放入 2 公升沸腾的蒸馏水中，用慢火煲 1 小时。

## 贮存

36. 烹煮后，把熟菜和菜汤(连汤料)分成两组，分别在室温下(摄氏 20 至 25 度)和雪柜内(摄氏 0 至 4 度)存放 78 小时。

## 分析硝酸盐和亚硝酸盐含量

37. 我们在烹煮前先测定不同蔬菜的硝酸盐和亚硝酸盐含量。烹煮后，按以下时间间距，分析存放在室温和冷冻温度下的熟菜和菜汤样本(两组菜汤样本的汤水和每种汤料的重量均相等)中硝酸盐和亚硝酸盐的含量(附件 II)：

- 刚烹煮完后；以及
- 烹煮后满 6、12、24、36、48、72 和 78 小时。

## 化验分析

38. 化验分析由食物安全中心(食安中心)辖下的食物研究化验所进行。化验所根据 BS EN 12014-2:2017 “食品—测定硝酸盐及 / 或亚硝酸盐含量—第 2 部分：以高效液相色谱法 / 离子色谱法测定蔬菜和蔬菜制品的硝酸盐含量” 的标准，用配备紫外光检测的离子色谱法分析熟菜中硝酸盐和亚硝酸盐的含量。样本置于沸水缸中以热水进行萃取，再以滤纸过滤。滤液随后经薄膜过滤器过滤，才用仪器分析。化验所把分析物的保留时间与硝酸盐和亚硝酸盐参考标准的保留时间作比对，以确定有关物质是否硝酸盐或亚硝酸盐。硝酸盐和亚硝酸盐的检测限均为每公斤 0.80 毫克。

## 结果

39. 各类蔬菜在烹煮前(即在未经烹煮的状态)和刚烹煮后，均检测不到亚硝酸盐，而菜汤在刚烹煮后也没有验出亚硝酸盐。不同种类蔬菜和菜汤在刚烹煮后的硝酸盐含量见表 1。

表 1 蔬菜和菜汤在烹煮前和刚烹煮后的硝酸盐含量

	硝酸盐含量(毫克 / 公斤)					
	苋菜	白菜	菜心	唐生菜	翠玉瓜	菜汤
烹煮前	5 700	5 000	2 400	1 100	650	不适用
沸水烹煮后	3 000	3 000	2 000	760	390	955
快炒后	3 700	3 800	2 350	1 300	680	不适用

### 存放在室温下的熟叶菜

40. 在室温下，所有熟叶菜在存放约 20 小时后才检测到亚硝酸盐。其后，亚硝酸盐含量增加至一顶点，然后逐渐回落(图 2)。

41. 至于硝酸盐方面，熟叶菜的含量于首 12 至 36 小时逐渐减少，减少的速度于其后的 12 至 36 小时加快，然后减慢。就两种烹煮方式(即沸水烹煮和快炒)而言，硝酸盐和亚硝酸盐含量变化的模式相

若(图 2)。存放在室温下的熟叶菜的硝酸盐和亚硝酸盐含量载列于附件 III。

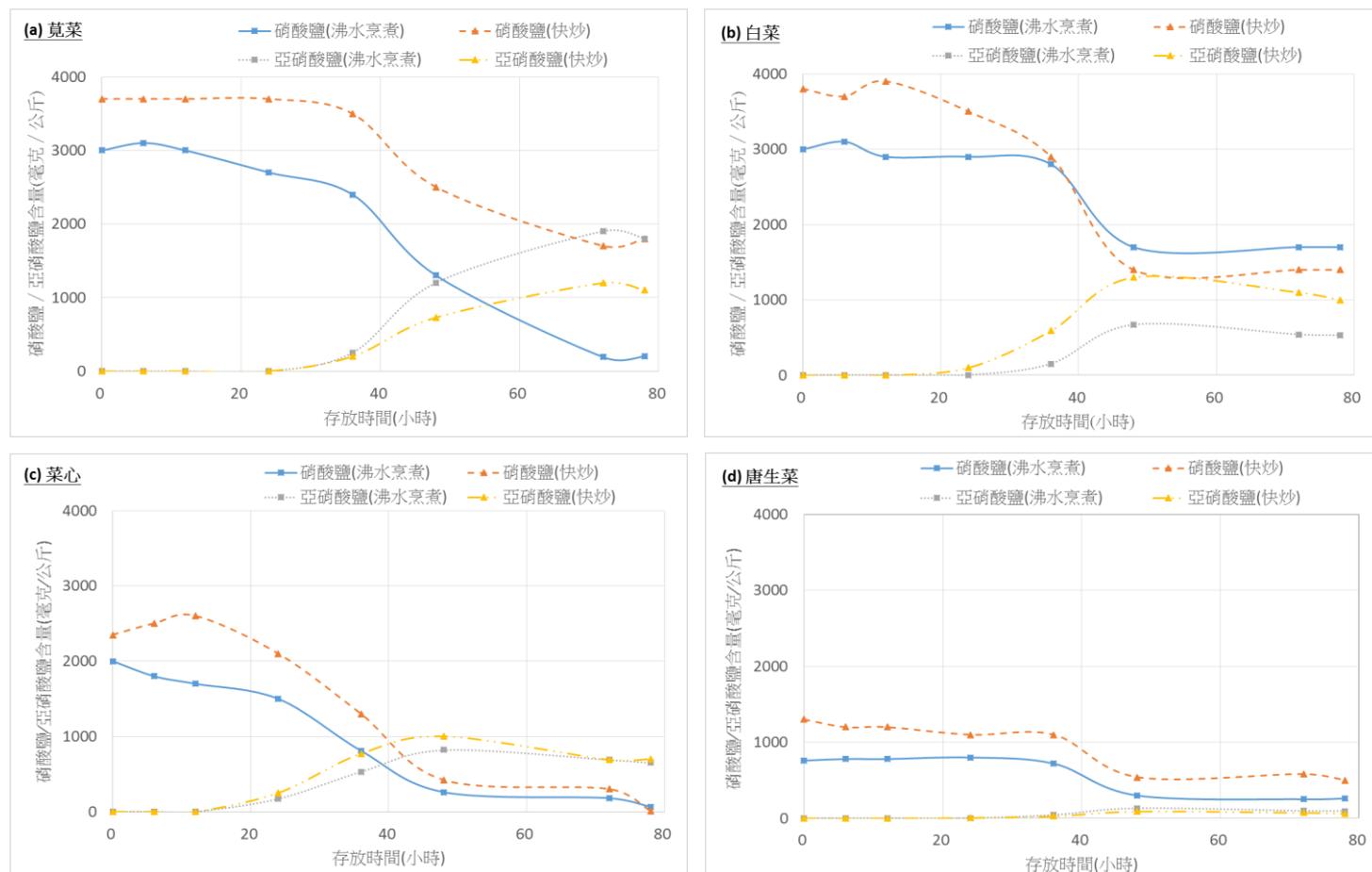


图 2 存放在室温下的沸水烹煮和快炒叶菜的硝酸盐和亚硝酸盐含量：(a)莧菜；(b)白菜；(c)菜心；以及(d)唐生菜。

### 存放在冷冻温度下的熟叶菜

42. 在冷冻温度下，除了熟菜心和炒白菜在存放 72 小时后开始检测到微量亚硝酸盐外，其余熟叶菜在存放 78 小时的整段期间均检测不到亚硝酸盐(图 3)。

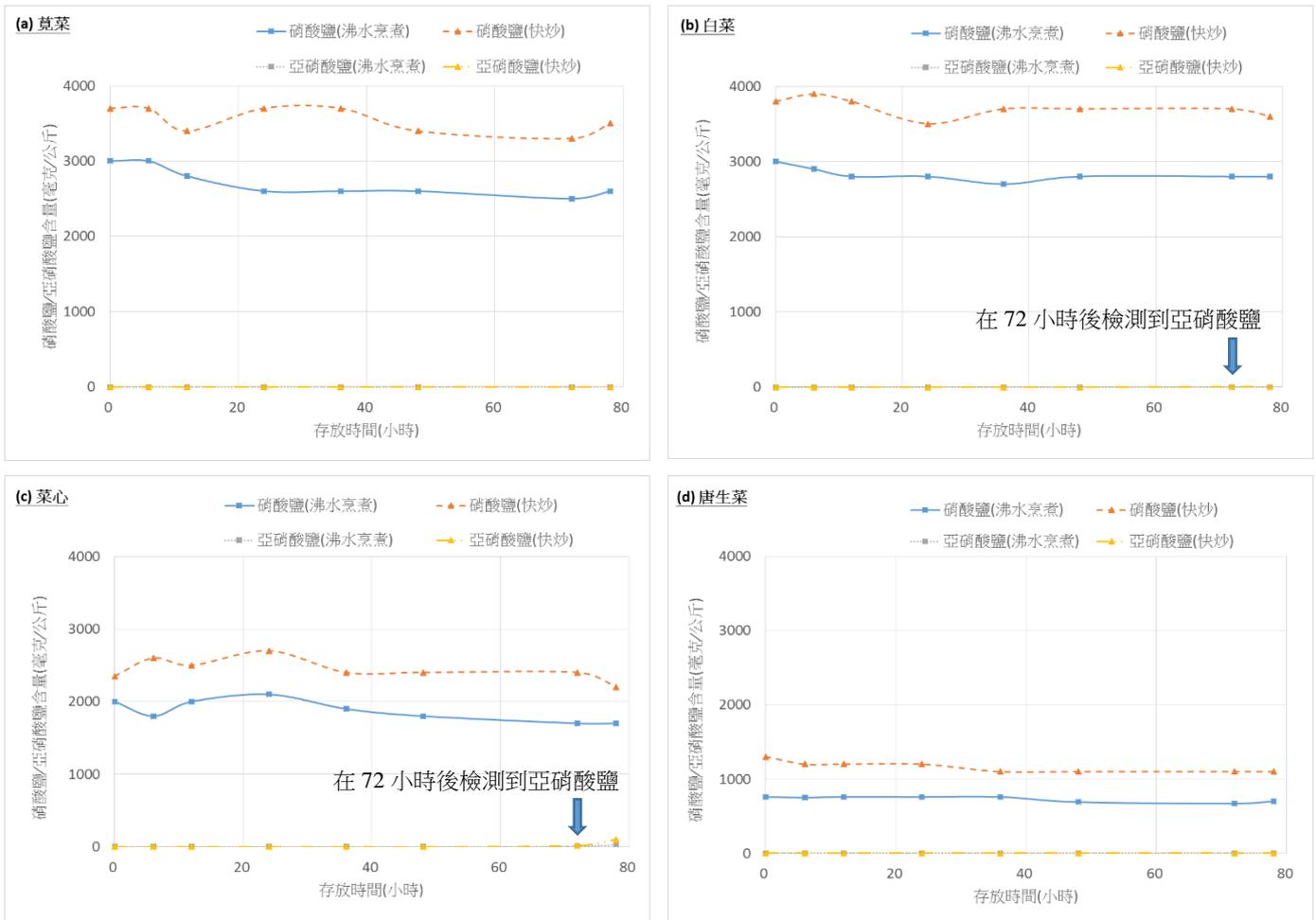


图 3 存放在冷冻温度下的沸水烹煮和快炒叶菜类蔬菜的硝酸盐和亚硝酸盐含量：(a)苋菜；(b)白菜；(c)菜心；以及(d)唐生菜。

43. 在冷冻温度下，熟叶菜的硝酸盐含量在整段存放期的下降速度，远较室温存放时慢(图 3)。存放在冷冻温度下的叶菜的硝酸盐和亚硝酸盐含量载列于附件 IV。视乎蔬菜种类而定，在冷冻期结束时，叶菜的硝酸盐含量减幅为：

- 以沸水方式烹煮，减幅为 6.7% 至 15%(在室温下的减幅则为 43.3% 至 96.8%)；
- 以快炒方式烹煮，减幅为 5.3% 至 15.4%(在室温下的减幅则为 51.4% 至 99.6%)。

#### 存放在室温下的熟翠玉瓜和菜汤

44. 在室温下，熟翠玉瓜和菜汤在存放 12 小时后均检测到亚硝酸盐，而硝酸盐含量亦开始减少，并持续减至每公斤翠玉瓜含 6 毫克硝酸盐，以及每公斤菜汤含 160 毫克硝酸盐(图 4)。存放在室温下

的熟翠玉瓜和菜汤的硝酸盐和亚硝酸盐含量载列于附件 V 及附件 VI。

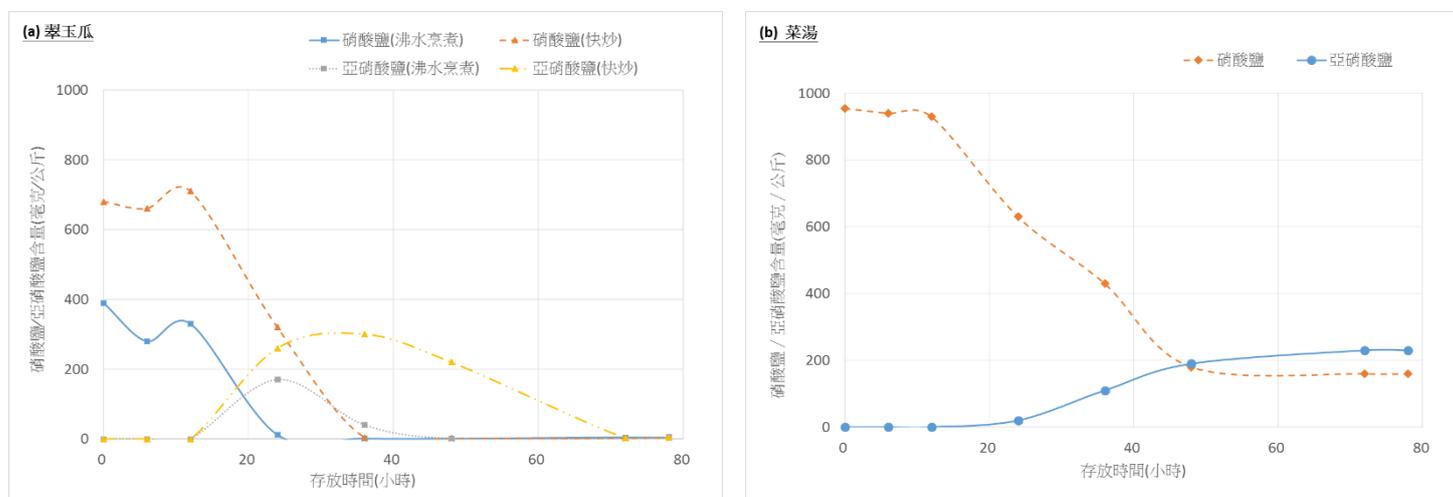


图 4 存放在室温下的(a)熟翠玉瓜和(b)菜汤的硝酸盐和亚硝酸盐含量。

#### 存放在冷冻温度下的熟翠玉瓜和菜汤

45. 在冷冻温度下，熟翠玉瓜和菜汤在存放 78 小时的整段期间均检测不到亚硝酸盐，硝酸盐含量则一直相对稳定(图 5)。存放在冷冻温度下的熟翠玉瓜和菜汤的硝酸盐和亚硝酸盐含量载列于附件 V 及附件 VI。

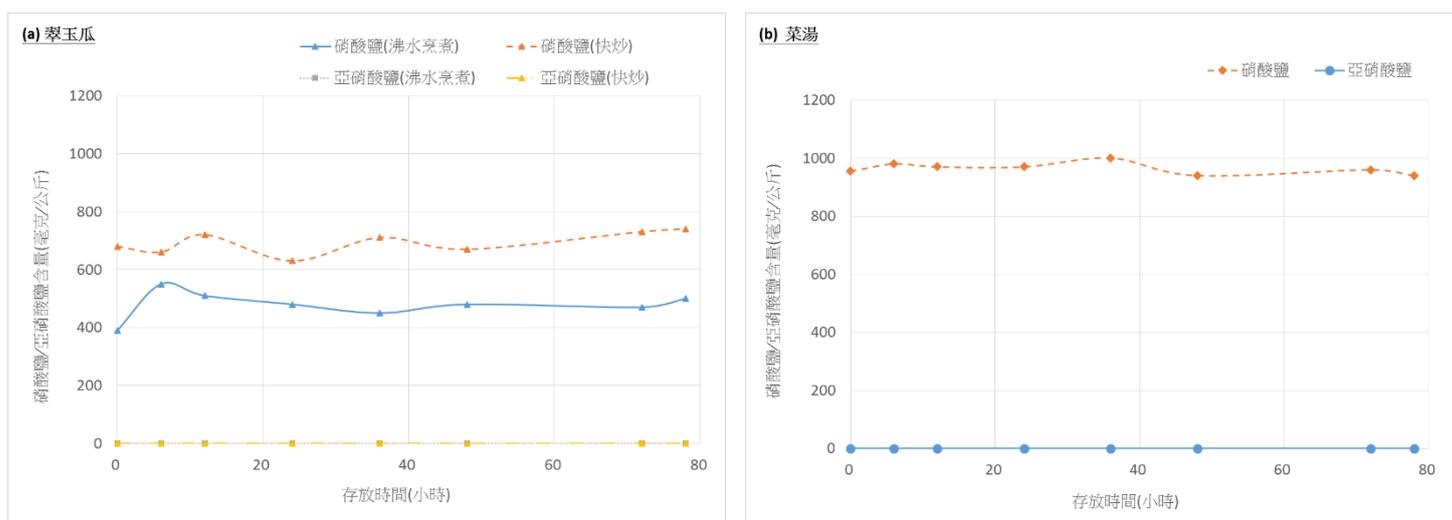


图 5 存放在冷冻温度下的(a)熟翠玉瓜和(b)菜汤的硝酸盐和亚硝酸盐含量。

## 讨论

46. 蔬菜中的硝酸盐可经由两种途径转化为亚硝酸盐，分别是经植物细胞中的硝酸盐还原酶转化，以及经环境中的硝酸盐还原细菌转化<sup>3</sup>。在这项研究中，所有蔬菜样本(即叶菜、翠玉瓜和菜汤)在刚烹煮后均检测不到亚硝酸盐。烹煮时，高温令植物细胞中的硝酸盐还原酶失去活性，不能在存放期间把硝酸盐转化为亚硝酸盐。因此，熟菜在存放一段时间后会产亚硝酸盐，相信是环境中的硝酸盐还原细菌发生作用所致。

47. 细菌在环境中无处不在。在厨房处理熟菜时，即使遵照良好的卫生守则，熟菜仍不免会受空气中和汤匙、碗等餐具上的细菌(包括硝酸盐还原细菌)所污染。细菌进入新环境(例如这次研究中的熟菜)之后，需要一段时间(即迟滞期<sup>a</sup>)来适应新的生长条件，方可迅速滋长<sup>27</sup>。在迟滞期，细菌生长缓慢甚或停止生长。温度对细菌的迟滞期和世代时间<sup>b</sup>大有影响<sup>27、28</sup>。细菌处于最适宜生长的温度，迟滞期会较短，温度若下降，迟滞期则会延长<sup>29</sup>。在低温下(例如摄氏 0 至 4 度)，一些细菌(即嗜温细菌)无法生长，另一些细菌(即嗜冷细菌)则可能需要较长时间来适应新的生长条件，才开始滋长繁殖<sup>27</sup>(表 2)。举例说，荧光假单胞菌是一种污染食物的腐败细菌兼硝酸盐还原细菌，常见于环境之中。这种细菌能在冷冻温度下缓慢生长(即嗜冷细菌)<sup>30-32</sup>。一项研究发现，新培养基中的荧光假单胞菌在摄氏 20 度下的迟滞期为 1 天，如温度为摄氏 5 度、0 度和零下 3 度，迟滞期会分别增至 3 天、4 天和 6 天<sup>33</sup>。

表 2. 食物中常见细菌的生长温度范围

细菌类别	温度(摄氏)		
	最低	最适中	最高
(a)嗜温细菌(不能在冷冻温度下生长的细菌)	5 至 15 度	30 至 45 度	35 至 47 度
(b)嗜冷细菌(能在冷冻温度下缓慢生长的细菌)	-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. 在这项研究中，一些熟菜样本在室温下存放 12 小时后，开始出现亚硝酸盐，显示样本含有硝酸盐还原细菌，这些细菌把熟菜中的硝酸盐转化为亚硝酸盐。这个发现与近期一项研究的结果(沸水烹煮菠菜和快炒椰菜在室温下存放的首 12 小时内，亚硝酸盐含量并无变化)吻合<sup>34</sup>。

49. 当熟菜存放于冷冻温度下，低温延长了细菌的迟滞期、减慢了硝酸盐还原细菌的生长速度，并降低细菌把硝酸盐转化为亚硝酸盐的活性，因此推迟了亚硝酸盐的形成。在这项研究中，只有部分熟菜样本在烹煮完再存放 72 小时后才检测到微量的亚硝酸盐。内地有关机关亦曾进行熟菜在冷冻温度下存放 24 小时的研究，发现熟菜在冷冻 24 小时后，亚硝酸盐含量仍处于低水平<sup>35-39</sup>。

50. 值得注意的是，存放温度(而非蔬菜的种类)对硝酸盐转化为亚硝酸盐起着重要作用，因为存放温度直接影响细菌的生长和活力。

## 研究的局限

51. 家居配制食物经常用到肉类、食油和调味料(例如盐、胡椒、糖、蒜头)等其他食材，这些食材或会改变菜肴的物理特性(例如盐度、酸碱值、水分活性)，继而影响细菌的迟滞期长短和生长。此外，这项研究在实验室环境下进行，细菌污染的源头和程度可能有别于家居厨房的环境。尽管如此，多项研究指出，就水分活性高、酸碱值近中性的食物而言，温度是影响迟滞期长短的首要环境因素，细菌量对迟滞期的影响不大。在相同的存放温度下，一些并非最适宜细菌生长的条件(例如氯化钠浓度偏高)会导致迟滞期延长，而有关滞后期则可能受细菌量所影响<sup>40、41</sup>。

## 结论及建议

52. 这项研究显示，存放温度对熟菜中硝酸盐转化为亚硝酸盐具有重要的影响。熟菜在雪柜里存放一夜后，亚硝酸盐含量不会增加。事实上，在冷冻温度下，只有部分熟菜样本在存放 72 小时后才检测到微量的亚硝酸盐。

53. 从食品安全角度来看，一些海外当局(包括世卫)建议剩菜应在烹煮后 2 小时内以干净和有盖的浅型容器盛载并贮存于雪柜内，以防

止有害细菌繁殖。不过，即使有害细菌在冷冻温度下大多不能生长，一些腐败细菌仍然能够繁殖<sup>27</sup>，因此建议剩菜应在冷冻后3天内食用<sup>42-48</sup>。

54. 在室温下存放熟菜，总时限为4小时，因为熟菜是有潜在危害的食物，可能含有有害细菌，而且室温通常有利于这些细菌滋长和产生毒素<sup>49、50</sup>。

### 给公众的建议

市民应进食不同种类的蔬菜，每日最少进食3份蔬菜和2份水果，即至少400克水果和蔬菜(约5份)，以预防慢性疾病。

55. 市民亦应遵循以下指引，以确保剩菜(例如熟菜)安全：

- 只准备适量食物，以减少剩菜量。
- 剩菜及用于午餐饭盒的食物应在烹煮后2小时内以干净和有盖的浅型容器盛载，放进雪柜贮存，并在3天内食用。
- 食用前，应把剩菜彻底翻热至中心温度达摄氏75度，并且不应翻热超过一次。
- 如剩菜置于室温超过4小时，便不应食用。

## 参考数据

---

- 1 WHO. Promoting fruit and vegetable consumption. 网址：  
<https://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/activities/technical-support-to-member-states/promoting-fruit-and-vegetable-consumption>
- 2 卫生署卫生防护中心《日日二加三 — 建议的蔬果进食量》。网址：  
<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. 网址：  
<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. 网址：  
<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. 网址：  
[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. 网址：  
<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v50je07.htm>
- 7 US EPA. Integrated Risk Information System – Nitrate; CASRN 14797-55-8. 1991. 网址：  
[https://iris.epa.gov/static/pdfs/0076\\_summary.pdf](https://iris.epa.gov/static/pdfs/0076_summary.pdf)
- 8 魏颖、孙雅文、厉玉婷、刘国红、赫英英及于红霞。〈不同加工方式与存放条件对蔬菜中亚硝酸盐含量的影响〉。《食品与药品》。2015年第17卷第6期。

- 9 梁平。〈探究剩菜中亚硝酸盐含量的变化〉。《生物学通报》。2010 年第 45 卷第 10 期。
- 10 苏州大学公共卫生学院苏州工业园区疾病防治中心。《隔夜菜中亚硝酸盐含量的测定及分析》。2017 年 5 月。
- 11 食物环境卫生署食物安全中心。《本港蔬菜的硝酸盐和亚硝酸盐含量》。2009 年。网址：  
[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. 网址：  
[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. 网址：<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. 网址：  
<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. 网址：  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674205214605487>
- 16 Céline Masclaux-Daubresse, Françoise Daniel-Vedele, Julie Dechorgnat, Fabien Chardon, Laure Gaufichon, and Akira Suzuki. Nitrogen uptake, assimilation and remobilization in plants: challenges for sustainable and productive agriculture. 2010. 网址：  
<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. 网址：  
<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. 网址：  
<https://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v50je06.htm#2.3.1>
- 20 JECFA. Evaluation of certain food additives: fifty-ninth report. 2002. 网址：  
[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. 网址：  
<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4786>
- 22 IPCS. Nitrate. In: Safety evaluation of certain food additives (Food additives Series 35). 1996. 网址：  
<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费量调查报告》。2021年6月。  
网址：  
[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。《香港首个总膳食研究：研究方法》。2011年12月。  
网址：  
[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. 网址：  
<https://nchfp.uga.edu/how/freeze/blanching.html>

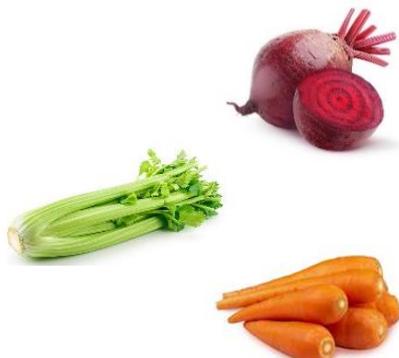
- 26 Hunt for Hope Wellness. Time Table for Perfect Stir-frying. 2015. 网址：  
<https://huntforhopewellness.com/2015/02/06/time-table-for-perfect-stir-frying/>
- 27 Institute of Food Technologists. Evaluation and Definition of Potentially Hazardous Foods. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. — Vol. 2 (Supplement), 2003. 网址：  
<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. 网址：  
<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). 网址：  
<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. 网址：  
<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. 网址：  
<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. 网址：  
<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. 网址：  
<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. 网址：<https://doi.org/10.3390/foods10122953>
- 35 乐山市人民政府。《常吃剩饭剩菜致癌？》。2016年12月6日。网址：  
<https://www.leshan.gov.cn/lsswszf/yqhy/201612/bc22b3e471cd45ac8a7a656750b4e8a5.shtml>
- 36 汕头市卫生健康局(中医药局)。《长期吃隔夜菜，女子患重度贫血》。2021年10月15日。网址：  
[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 四川省卫生健康委员会。《吓人！隔夜菜竟会致癌？那放了多久算隔夜？》。2019年11月15日。网址：  
<http://wsjkw.sc.gov.cn/scwsjkw/jkys/2019/11/15/fbfadcd752f94c309d66f0602b6ebc48.shtml>
- 38 浦江县人民政府。《隔夜的東西究竟哪些能吃？哪些不能吃？》。2021年12月12日。网址：  
[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 中央政府门户网站。《科学生活：隔夜菜究竟能不能吃？》2011年11月16日。网址：  
[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. 网址：  
<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. 网址：

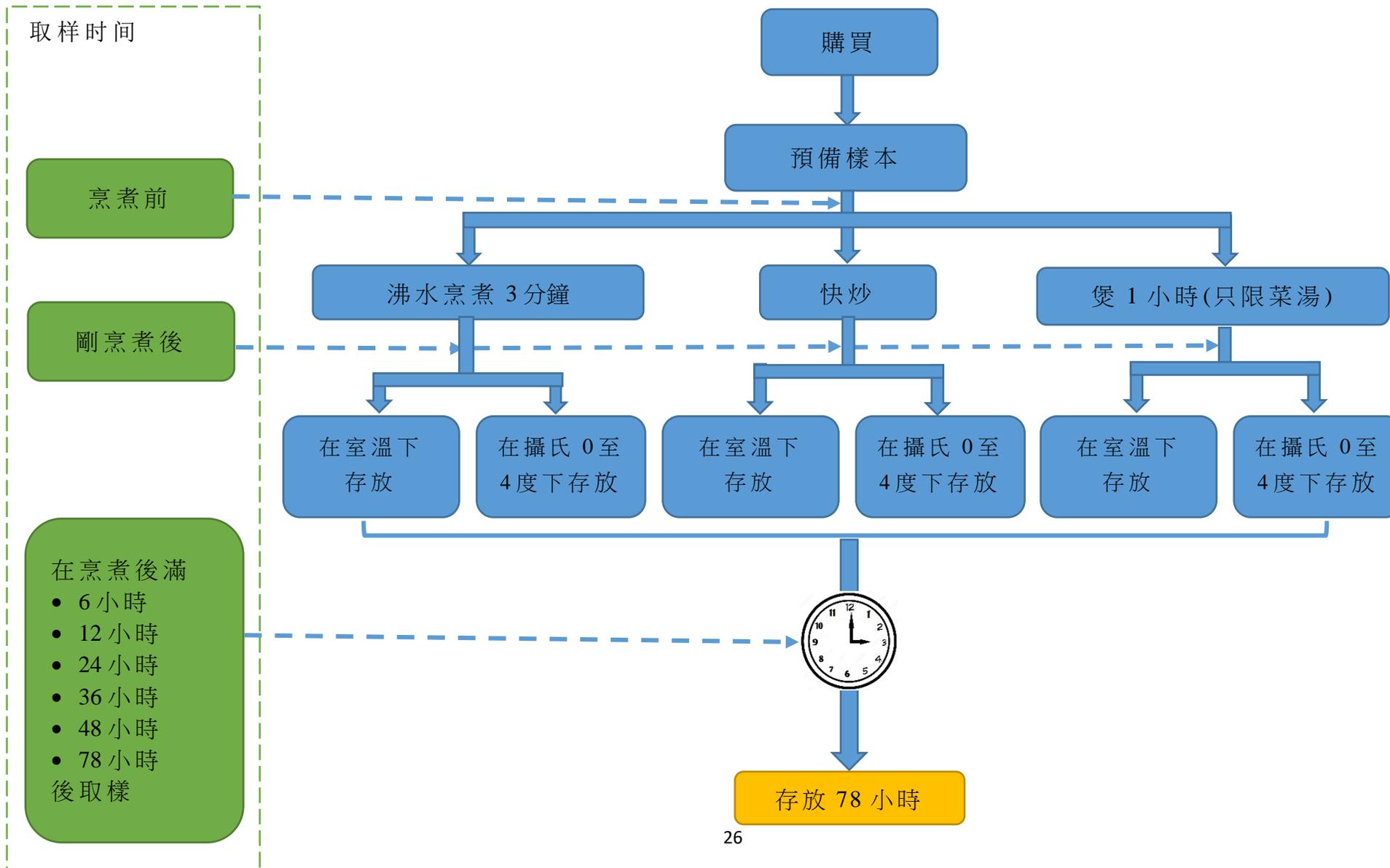
[https://www.researchgate.net/publication/11597554\\_The\\_effect\\_of\\_inoculum\\_size\\_on\\_the\\_lag\\_phase\\_of\\_Listeria\\_monocytogenes](https://www.researchgate.net/publication/11597554_The_effect_of_inoculum_size_on_the_lag_phase_of_Listeria_monocytogenes)

- 42 World Health Organization (WHO). Five Keys To Safer Food Manual. 网址：  
<https://www.who.int/publications/i/item/9789241594639>
- 43 USDA. Kitchen Companion: Your Safe Food Handbook. Revised March 2015. 网址：  
<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. 网址：  
<https://www.foodsafety.gov/keep-food-safe/foodkeeper-app>
- 45 Centers for Disease Control and Prevention. Game Day Food Safety Tips. 网址：  
<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. 网址：  
<https://www.nia.nih.gov/health/food-safety>
- 47 The Government of Canada. Safe food storage. 网址：  
<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. 网址：  
<https://www.fsai.ie/faq/domestic.html>
- 49 Food Standards Australia New Zealand. Safe Food Australia - A guide to the Food Safety Standards. 网址：  
<https://www.foodstandards.gov.au/publications/Pages/safefoodaustralia3rd16.aspx>
- 50 Food and Drug Administration (FDA) (2017). Food Code. 网址：  
<https://www.fda.gov/media/110822/download>

## 分析蔬菜一览表

蔬菜名称	相片
苋菜	
白菜	
菜心	
唐生菜	
翠玉瓜	
<p>含以下汤料的菜汤：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 红菜头</li> <li>• 西芹</li> <li>• 甘笋</li> </ul>	

处理和预备蔬菜样本以便分析的流程图



存放在室温和冷冻温度下的  
沸水烹煮蔬菜的硝酸盐和亚硝酸盐含量

样本	存放环境	含量 (毫克 / 公斤)	存放时间(小时)							
			0	6	12	24	36	48	72	78
苋菜	室温	硝酸盐	3000	3100	3000	2700	2400	1300	190	200
		亚硝酸盐	检测 不到	检测 不到	检测 不到	检测 不到	250	1200	1900	1800
	冷冻温度	硝酸盐	3000	3000	2800	2600	2600	2600	2500	2600
		亚硝酸盐	检测 不到							
白菜	室温	硝酸盐	3000	3100	2900	2900	2800	1700	1700	1700
		亚硝酸盐	检测 不到	检测 不到	检测 不到	2.5	150	670	540	530
	冷冻温度	硝酸盐	3000	2900	2800	2800	2700	2800	2800	2800
		亚硝酸盐	检测 不到							
菜心	室温	硝酸盐	2000	1800	1700	1500	810	260	180	64
		亚硝酸盐	检测 不到	检测 不到	检测 不到	170	530	820	690	650
	冷冻温度	硝酸盐	2000	1800	2000	2100	1900	1800	1700	1700
		亚硝酸盐	检测 不到	检测 不到	检测 不到	检测 不到	检测 不到	检测 不到	6.4	30
唐生菜	室温	硝酸盐	760	780	780	800	720	300	250	260
		亚硝酸盐	检测 不到	检测 不到	检测 不到	1.2	43	130	97	94
	冷冻温度	硝酸盐	760	750	760	760	760	690	670	700
		亚硝酸盐	检测 不到							

存放在室温和冷冻温度下的  
快炒蔬菜的硝酸盐和亚硝酸盐含量

样本	存放环境	含量 (毫克 / 公斤)	存放时间(小时)							
			0	6	12	24	36	48	72	78
苋菜	室温	硝酸盐	3700	3700	3700	3700	3500	2500	1700	1800
		亚硝酸盐	检测 不到	检测 不到	检测 不到	检测 不到	200	730	1200	1100
	冷冻温度	硝酸盐	3700	3700	3400	3700	3700	3400	3300	3500
		亚硝酸盐	检测 不到							
白菜	室温	硝酸盐	3800	3700	3900	3500	2900	1400	1400	1400
		亚硝酸盐	检测 不到	检测 不到	检测 不到	100	590	1300	1100	1000
	冷冻温度	硝酸盐	3800	3900	3800	3500	3700	3700	3700	3600
		亚硝酸盐	检测 不到	检测 不到	检测 不到	检测 不到	检测 不到	检测 不到	3.6	6.0
菜心	室温	硝酸盐	2350	2500	2600	2100	1300	420	300	10
		亚硝酸盐	检测 不到	检测 不到	检测 不到	250	770	1000	690	700
	冷冻温度	硝酸盐	2350	2600	2500	2700	2400	2400	2400	2200
		亚硝酸盐	检测 不到	检测 不到	检测 不到	检测 不到	检测 不到	检测 不到	14	100
唐生菜	室温	硝酸盐	1300	1200	1200	1100	1100	540	580	500
		亚硝酸盐	检测 不到	检测 不到	检测 不到	7.4	27	89	73	60
	冷冻温度	硝酸盐	1300	1200	1200	1200	1100	1100	1100	1100
		亚硝酸盐	检测 不到							

存放在室温和冷冻温度下的  
沸水烹煮翠玉瓜和快炒翠玉瓜的硝酸盐和亚硝酸盐含量

样本	存放环境	含量 (毫克 / 公斤)	存放时间(小时)							
			0	6	12	24	36	48	72	78
白灼 翠玉瓜	室温	硝酸盐	390	280	330	12	1.4	0.88	4.3	3.4
		亚硝酸盐	检测 不到	检测 不到	检测 不到	170	40	0.82	1.0	5.3
	冷冻温度	硝酸盐	390	550	510	480	450	480	470	500
		亚硝酸盐	检测 不到							
炒 翠玉瓜	室温	硝酸盐	680	660	710	320	4.7	2.2	2.1	5.2
		亚硝酸盐	检测 不到	检测 不到	检测 不到	260	300	220	2.8	3.7
	冷冻温度	硝酸盐	680	660	720	630	710	670	730	740
		亚硝酸盐	检测 不到							

存放在室温和冷冻温度下的  
菜汤的硝酸盐和亚硝酸盐含量

样本	存放环境	含量 (毫克/ 公斤)	存放时间(小时)							
			0	6	12	24	36	48	72	78
菜汤	室温	硝酸盐	955	940	930	630	430	180	160	160
		亚硝酸盐	检测 不到	检测 不到	检测 不到	20	110	190	230	230
	冷冻温度	硝酸盐	955	980	970	970	1000	940	960	940
		亚硝酸盐	检测 不到							