

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。