

DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20240415001

# 蔬菜烹饪后在不同储藏条件下亚硝酸盐含量的变化分析

赵欣\*, 项海龙, 李建超, 聂陶然

(北京市密云区疾病预防控制中心, 北京 101500)

**摘要:** **目的** 研究不同种类菜肴中亚硝酸盐含量随时间的变化情况。**方法** 购买不同种类的常见市售蔬菜, 模拟常用蔬菜烹饪方法和储存条件, 用盐酸萘乙二胺分光光度法测量新鲜蔬菜中的亚硝酸盐含量。分别在室温(20 °C)及冷藏(4 °C)条件下, 于0~48 h内的不同时间点, 对烹饪后蔬菜中的亚硝酸盐含量进行检测, 比较不同种类蔬菜炒制后亚硝酸盐的变化趋势。**结果** 新鲜蔬菜中的亚硝酸盐含量均远远低于国家标准。常温下放置16~32 h后, 炒制后叶类蔬菜中的亚硝酸盐含量升高, 并有严重超标的情况出现。常温放置48 h的炒油菜中, 亚硝酸盐含量最高, 达到388.34 mg/kg。常温放置的炒胡萝卜也出现了超标情况, 最高点为33.24 mg/kg。低温冷藏可以显著抑制菜肴中亚硝酸盐含量的增加( $P<0.05$ ), 24 h之后的抑制效果尤其明显。**结论** 不同种类蔬菜炒制后, 随着时间的延长, 均伴随着亚硝酸盐含量的增加, 日常生活中, 建议剩菜放入冰箱冷藏, 尤其是叶类蔬菜, 应尽快食用。

**关键词:** 蔬菜; 亚硝酸盐; 菜肴

## Analysis of nitrite content in fried vegetables under different storage conditions

ZHAO Xin\*, XIANG Hai-Long, LI Jian-Chao, NIE Tao-Ran

(Beijing Miyun District Center for Disease Control and Prevention, Beijing 101500, China)

**ABSTRACT: Objective** To investigate the change of nitrite content in different kinds of dishes. **Methods** Different kinds of common vegetables were purchased from popular local markets. Then, the vegetables were cooked and stored by simulating common-used methods in most Chinese families. The content of nitrite in fresh vegetables were detected by naphthalene ethylenediamine hydrochloride spectrophotometry. In the same way, the nitrite content in fried vegetables, stored in room temperature (20 °C) and in low temperature (4 °C), were measured under different storage times within 48 hours. **Results** The nitrite content of fresh vegetables were far below the national standard. The nitrite content of fried leafy vegetables were relatively high after 16–32 hours, and sometimes, seriously exceeded the national standard. The nitrite content reached its highest levels in fried rape that stored in room temperature in 48 hours, up to 388.34 mg/kg. The fried carrots stored at room temperature also exceeded the standard, with the highest point being 33.24 mg/kg. Low temperature could significantly inhibit the increase of nitrite content in most kinds of fried

\*通信作者: 赵欣, 硕士, 主管检验师, 主要研究方向为食品质量与安全检测。E-mail: goforit126@126.com

\*Corresponding author: ZHAO Xin, Master, Supervisor Inspector, Beijing Miyun District Center for Disease Control and Prevention, Xinxin Road, Miyun, Beijing 101500, China. E-mail: goforit126@126.com

vegetables ( $P < 0.05$ ). The inhibition effect were much more obviously after 24 hours. **Conclusion** With the extension of storage time, the content of nitrite in different kinds of fried vegetables increases significantly. In daily life, it is recommended to put dishes in refrigerator and eat them as soon as possible, especially leafy vegetables.

**KEY WORDS:** vegetable; nitrite; dish

## 0 引言

随着生活水平的日益提高和对膳食理论的深入了解, 现代人对健康饮食的重视程度逐年提高。蔬菜因其含有丰富的维生素、矿物质和膳食纤维等, 越来越受到居民的喜爱。但与此同时, 由于土壤本身含有大量的硝酸盐, 现代化种植也常见过量施用氮肥的情况<sup>[1-3]</sup>, 蔬菜又是一种易富集硝酸盐的植物<sup>[4-5]</sup>, 多种因素造成了蔬菜中的硝酸盐含量较高。研究表明, 人体饮食中摄入的硝酸盐有 80% 以上来源于蔬菜<sup>[6-8]</sup>。硝酸盐本身危害性并不大, 但当人体摄入过量的硝酸盐后, 在硝酸还原酶的作用下, 过量的硝酸盐会被还原为亚硝酸盐<sup>[9-11]</sup>, 随着储存时间的延长, 细菌的大量繁殖也会使亚硝酸盐含量明显增加<sup>[12]</sup>。过量的亚硝酸盐被人体吸收后, 会迅速与血红蛋白中的亚铁离子发生氧化还原反应, 将血红蛋白中的低铁氧化成高铁, 而高铁血红蛋白无携氧能力, 从而导致高铁血红蛋白症, 造成血氧含量降低, 使人体组织缺氧<sup>[13-14]</sup>。亚硝酸盐还会与人体内的各类胺结合形成亚硝胺, 会引起核酸代谢紊乱或突变<sup>[15]</sup>, 造成肾、肺、睾丸、胃等部位损伤, 以及诱发人体多种癌症<sup>[16-17]</sup>。2017 年, 世界卫生组织公布的致癌清单中, 在导致内源性亚消化条件下摄入的硝酸盐或亚硝酸盐被列为 2A 类致癌物<sup>[18]</sup>。我国 GB 2762—2022《食品安全国家标准食品中污染物限量》规定, 蔬菜及其制品的亚硝酸盐限量(以  $\text{NaNO}_2$  记)为 20 mg/kg。一般人体摄入 0.3~0.5 g 的亚硝酸盐就会引起中毒, 超过 3 g 可能致死<sup>[19-20]</sup>。

亚硝酸盐的危害性不容忽视, 新鲜蔬菜中的亚硝酸盐含量检测已有大量文献报道, 如邓丽丽等<sup>[21]</sup>研究发现芽苗菜和叶菜类的亚硝酸盐含量较高, 李红等<sup>[22]</sup>研究了蔬菜放置过程中亚硝酸盐的变化情况, 对比常温和低温两种储存方式, 叶菜类蔬菜的变化最为明显, 建议低温放置。李晓红等<sup>[23]</sup>、郭艳等<sup>[24]</sup>关注到了某一种蔬菜在制作成菜肴后, 亚硝酸盐含量变化情况, 监测时间间隔为 24 h, 结果表明, 低温能明显抑制亚硝酸盐含量的增加。张秀凤等<sup>[25]</sup>、曹晓倩等<sup>[26]</sup>以每 24 h 为间隔, 观察了多种叶类蔬菜制成菜肴后的亚硝酸盐含量变化情况, 发现基本上所有叶类蔬菜随着时间的延长含量不断增加, 并建议低温存储叶类蔬菜。应小川等<sup>[27]</sup>和程秀云等<sup>[28]</sup>缩短了监测时间至约每 4 h 一次, 均发现有亚硝酸盐含量先增加再降低的现象。目前尚未见到模拟不同种类蔬菜的日常烹饪方法, 参考常规饮食时间间隔, 讨论不同储存条件下亚硝酸盐的变化情况的报道,

因此, 本研究在已有文献报道的基础上, 从蔬菜种类的选择, 到清洗方式、烹饪方式、储存方式等, 力求最大化模拟百姓日常饮食, 并参考每餐时间间隔选取监测时间点, 研究不同存储方式下亚硝酸盐的含量变化趋势, 以此对百姓的健康饮食起到一定的科学指导作用。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

#### 1.1.1 实验用蔬菜

选取具有代表性的 6 种居民常用蔬菜作为研究对象, 分别为: 茄果类蔬菜(茄子、番茄); 根茎类蔬菜(胡萝卜、马铃薯); 叶类蔬菜(白菜、油菜)。实验所用蔬菜均随机购自当地人流量比较大的菜市场。

#### 1.1.2 标准溶液

亚硝酸钠标准溶液(200  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , 北京海岸鸿蒙标准物质技术有限责任公司)。

#### 1.1.3 试剂

亚铁氰化钾(分析纯, 天津市博迪化工有限公司); 乙酸锌、冰乙酸(分析纯, 天津市大茂化学试剂厂); 硼砂(分析纯, 天津市福晨化学试剂厂); 对氨基苯磺酸、盐酸萘乙二胺(分析纯, 北京化学试剂公司)。

### 1.2 主要仪器

GM 200 刀式研磨仪(德国 Restsch 公司); ML303 电子天平[感量为 0.1 mg, 梅特勒托利多科技(中国)有限公司]; HH-10 数显恒温水浴箱(常州智博瑞仪器); DR 2800 可见分光光度计(美国哈希公司); Milli-Q 去离子水发生器(美国 Millipore 公司)。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 新鲜蔬菜的预处理

新鲜蔬菜用自来水洗净后晾干, 以备后续炒制使用。另取一些可食用部分, 切碎后混合均匀, 用粉碎机制备成匀浆, 以备测量亚硝酸盐含量使用。

#### 1.3.2 炒制蔬菜的烹饪方法

将洗净后的新鲜蔬菜取可食用部分, 模拟家庭炒菜方法处理: 干净的锅中倒入食用油, 放入准备好的蔬菜, 加 2 g 食盐, 炒熟后平分为 2 份(为防止样品基质过于复杂, 未加入过多种类的调味品)。

#### 1.3.3 测定方法

烹饪后的菜肴 1 份室温放置(20  $^{\circ}\text{C}$ ), 另 1 份置于冰箱

中冷藏(4 °C)。2 种储存温度下的样品, 均在第 0、4、8、16、24、32、40 和 48 h 采样。参照 GB 5009.33—2016《食品安全国家标准 食品中亚硝酸盐与硝酸盐的测定》中的分光光度法, 分别取备用的新鲜蔬菜匀浆、不同时间点和温度下放置的炒制蔬菜匀浆, 置于 250 mL 具塞锥形瓶中, 加入 12.5 mL 50 g/L 饱和硼砂溶液和 150 mL 70 °C 左右的水, 于沸水浴中加热 15 min, 取出置冷水浴中冷却, 并放置至室温, 定量转移至 200 mL 容量瓶中, 加入 5 mL 106 g/L 亚铁氰化钾溶液, 摇匀, 再加入 5 mL 220 g/L 乙酸锌溶液, 以沉淀蛋白质。加水至刻度, 摇匀, 放置 30 min, 除去上层脂肪, 上清液用滤纸过滤, 弃去初滤液 30 mL, 滤液于波长 538 nm 处测吸光度, 同时做试剂空白。

#### 1.4 数据处理

数据以“平均值±标准偏差”表示, 采用 Execl 2016 软件进行数据整理并作图。采用 SPSS (Version 25) 软件对数据进行 *T* 检验分析、方差分析, 并用最小显著差异法进行多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 线性范围

精密吸取 0、0.20、0.40、0.60、0.80、1.00、1.50、2.00 和 2.50 mL 亚硝酸钠标准使用液(5.0 μg/mL), 分别转移到 50 mL 带塞比色管中, 用水稀释至刻度, 得到亚硝酸盐标准系列, 质量浓度分别为 0、0.02、0.04、0.06、0.08、0.10、0.15、0.20 和 0.25 μg/mL。参照 GB 5009.33—2016 中的实验方法, 得到如图 1 所示标准曲线, 标准曲线线性方程为:  $Y=0.7639X+0.0002$ ,  $r^2=0.9998$ , 线性关系良好。

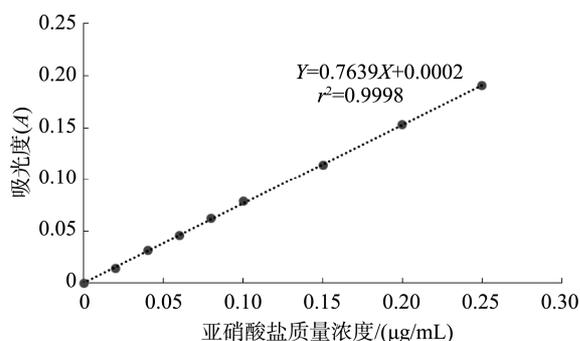


图1 亚硝酸盐标准曲线  
Fig.1 Standard curve of nitrite

### 2.2 不同新鲜蔬菜中亚硝酸盐含量

不同种类的新鲜蔬菜中, 亚硝酸盐含量如图 2 所示。结果显示, 随机购买的新鲜蔬菜中, 亚硝酸盐的含量均远低于 20 mg/kg 的国家标准。含量最高的是茄子, 亚硝酸盐含量为 2.7 mg/kg。

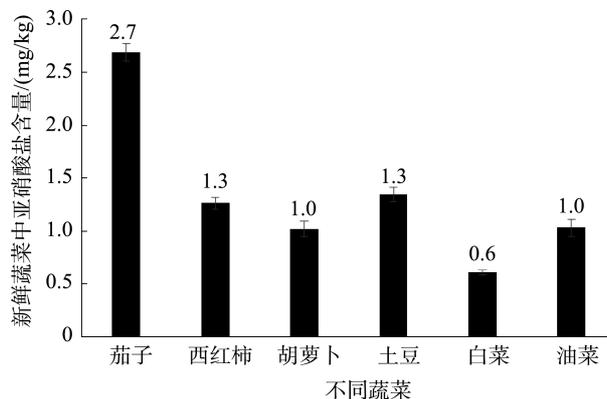


图2 不同新鲜蔬菜中亚硝酸盐的含量  
Fig.2 Nitrite content of different fresh vegetables

### 2.3 不同温度下烹饪后菜肴中亚硝酸盐含量随时间变化情况

按照 1.3.2 中的方法模拟家常炒菜步骤之后, 将炒制的蔬菜分别置于常温(20 °C, 模拟一般室内温度)及冷藏(4 °C, 一般冰箱冷藏温度)条件下。在不同储存时间内, 对不同种类菜肴的亚硝酸盐含量进行监测。本次实验参考日常饮食 2 次就餐的时间间隔, 以及每次实验所需时间, 将考察时间间隔定为 4 h。实验进行过程中, 发现常温放置 48 h 后, 菜肴表现出不同程度的酸腐状态, 因此没有再继续监测。图 3 为每种蔬菜炒制后室温放置和冷藏放置时, 亚硝酸盐含量随时间的变化情况。

测量结果显示, 常温放置时, 不同种类蔬菜炒制后的亚硝酸盐的含量在前 16 h 变化程度不大。但随着时间的延长, 还原酶不断地把硝酸盐还原为亚硝酸盐, 同时随着细菌数量的增加, 也加快了亚硝酸盐的产生。放置 40 h 时, 炒茄子的亚硝酸盐含量达到峰值 11 mg/kg, 炒番茄中的亚硝酸盐含量无明显变化。炒胡萝卜和炒马铃薯的含量高峰期分别为 33.24 mg/kg 和 7.15 mg/kg, 均出现在 32 h, 之后开始下降。炒白菜和炒油菜的亚硝酸盐含量分别从 32 h 和 16 h 开始持续增加, 并在监测时间范围内, 于 48 h 达到峰值, 分别为 32.55 mg/kg 和 388.34 mg/kg。综合来看, 炒胡萝卜、炒白菜和炒油菜均出现了超出国家标准(20 mg/kg)的情况, 而炒油菜约在第 24 h 就已经超出国家标准, 在 48 h 更是接近国标限值的 20 倍。韩桂美等<sup>[29]</sup>研究清炒油菜中亚硝酸盐含量时发现, 常温放置时清炒油菜中的亚硝酸盐含量在前 5 h 变化不明显, 24 h 开始迅速增加, 48 h 达到峰值 512 mg/kg。其变化趋势与本研究较相符。

而同样的监测时间范围内, 由于低温限制了还原酶的活性, 抑制了微生物的生长繁殖, 所以本研究讨论的几种蔬菜在冷藏放置时, 亚硝酸盐的含量均没有出现明显增加, 且都远远低于国家标准。含量最高值为冷藏放置 24 h 的炒茄子, 浓度为 4.82 mg/kg。*T* 检验结果显示, 温度对亚硝酸盐含量的影响具有显著性差异( $P<0.05$ )。

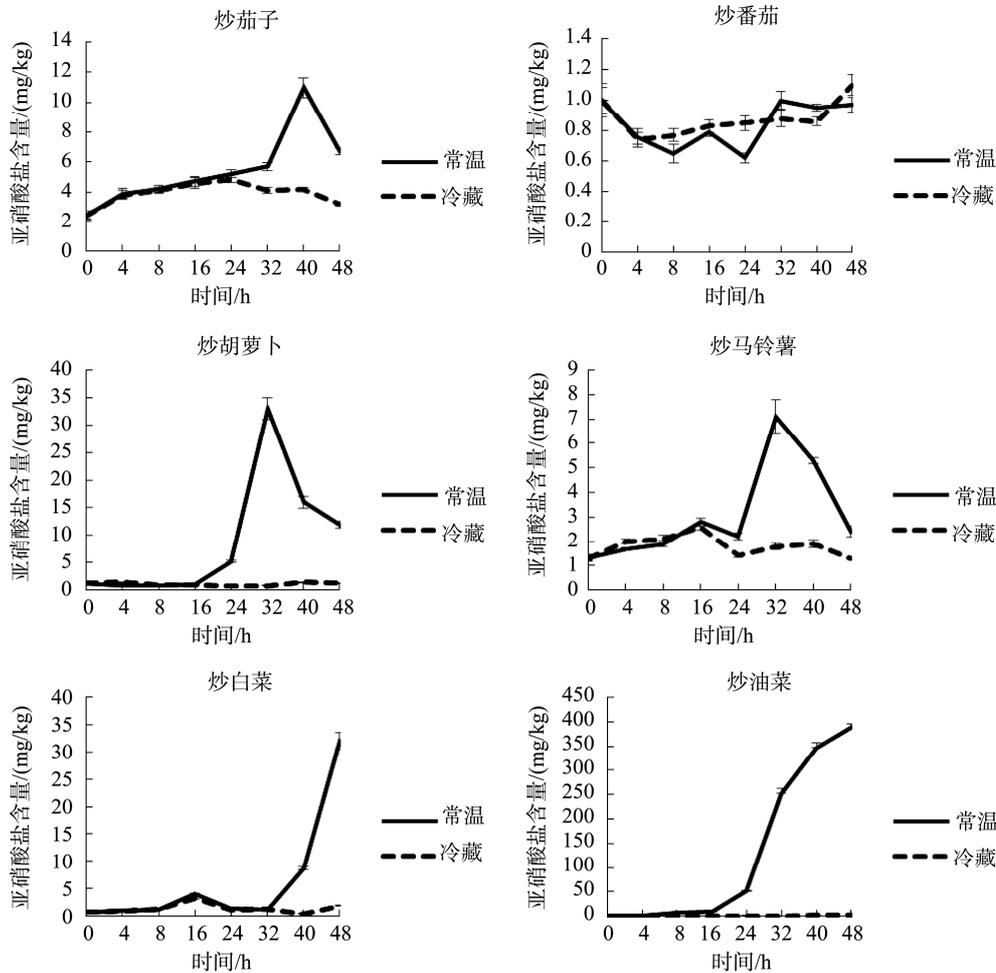


图3 炒制蔬菜在常温和冷藏保存条件下不同时间的亚硝酸盐含量

Fig.3 Nitrite content of fried vegetables stored at room temperature and refrigerated conditions for different periods of time

## 2.4 不同种类蔬菜的亚硝酸盐含量

茄果类、根茎类和叶类蔬菜相比较,由于叶类蔬菜属于硝酸盐富集性蔬菜<sup>[26]</sup>,而植物叶片又是还原硝酸根的主要部位<sup>[30]</sup>,因此叶类蔬菜炒制后的亚硝酸盐含量比其他种类蔬菜更高,出现远远超过国家标准的情况。根茎类和茄果类蔬菜常温存放时偶见超标情况。不同种类蔬菜亚硝酸盐含量的变化区别与黄建飞等<sup>[12]</sup>的研究结果较为一致,即叶类蔬菜的亚硝酸盐含量高于根茎类蔬菜。多重比较结果显示,烹饪后叶类蔬菜与根茎类、茄果类蔬菜中亚硝酸盐含量具有显著性差异( $P < 0.05$ ),根茎类与茄果类蔬菜中亚硝酸盐含量尚未发现显著性差异( $P > 0.05$ )。

## 2.5 食物酸度对亚硝酸盐含量的影响

本研究发现,炒制番茄中的亚硝酸盐含量并未出现大幅度增加,即使在常温放置时,也与冷藏放置没有明显差异。参考何淑玲等<sup>[31]</sup>、凌荣秀等<sup>[32]</sup>的研究结果,考虑番茄本身的酸性抑制了不耐酸杂菌的生长,同时酸性较高的条件下,亚硝酸盐易被分解,这些可能是炒制番茄亚硝酸

盐含量不高的原因。需进一步实验进行验证。

## 3 结论

在全面模拟百姓日常饮食烹饪方法后,检测不同种类蔬菜中亚硝酸盐含量变化情况时,发现绝大多数种类的蔬菜在常温放置的情况下,亚硝酸盐含量随着时间的增加,均发生不同程度的升高,24 h以后尤其明显。其中叶菜类最为严重,常见超出国家标准的情况。而低温对炒制蔬菜中亚硝酸盐含量的增加有明显的抑制作用,建议低温冷藏保存蔬菜,尤其是叶类蔬菜,尽量现炒现吃。常温保存时建议不超过 16 h,否则会明显增加亚硝酸盐含量超标的可能性。对于需要自带午餐的上班族或者在其他没有冷藏条件的情况下,建议选择根茎类和茄果类蔬菜。本研究可以作为居民日常烹饪和储存蔬菜的有效参考。

## 参考文献

- [1] LU M, POWLSON DS, LIANG Y, *et al.* Significant soil degradation is associated with intensive vegetable cropping in a subtropical area: A case

- study in southwestern China [J]. *Soil*, 2021, 7(2): 333–346.
- [2] ZHOU NN, CHEN YJ, WANG JJ, *et al.* Reducing chemical fertilizer application in greenhouse vegetable cultivation under different residual levels of nutrient [J]. *Agriculture*, 2023, 13(6): 1174.
- [3] 刘家友, 杨国宝, 王齐龙, 等. 减氮配施中微量元素肥对冬瓜产量和品质的影响[J]. *土壤*, 2023, 55(1): 30–36.  
LIU JY, YANG GB, WANG QL, *et al.* Effects of combined application of medium and trace fertilizers on yield and quality of wax gourd [J]. *Soils*, 2023, 55(1): 30–36.
- [4] ZEYNEP K, BEDIA EF. Nitrate and nitrites in foods: Worldwide regional distribution in view of their risks and benefits [J]. *J Agric Food Chem*, 2019, 67(26): 7205–7222.
- [5] 冷桃花, 万丽佳, 翁史昱, 等. 蔬菜中亚硝酸盐和硝酸盐检测技术研究进展[J]. *食品安全质量检测学报*, 2020, 11(19): 6970–6976.  
LENG TH, WAN LJ, WENG SY, *et al.* Research progress in the detection technology of nitrite and nitrate in vegetables [J]. *J Food Saf Qual*, 2020, 11(19): 6970–6976.
- [6] WU SH, LIU YH, CUI X, *et al.* Assessment of potential nitrite safety risk of leafy vegetables after domestic cooking [J]. *Foods*, 2021, 10: 2953.
- [7] SANTAMARIA P. Nitrate in vegetables: Toxicity, content, intake and EC regulation [J]. *J Sci Food Agric*, 2006, 86(1): 10–17.
- [8] 陈梦婷, 罗秉俊, 杨芳芳. 食品行业控制硝酸盐及亚硝酸盐含量的重要性及相关研究[J]. *广东化工*, 2022, 49(8): 72–73, 105.  
CHEN MT, LUO BJ, YANG FF. The importance and related research of controlling nitrate and nitrite content in food industry [J]. *Guangdong Chem Ind*, 2022, 49(8): 72–73, 105.
- [9] 唐双庆, 屈雅宁, 陈禅友, 等. 两种发酵工艺豆类亚硝酸盐与硝酸盐代谢规律[J]. *中国调味品*, 2023, 48(8): 70–76.  
TANG SQ, QU YN, CHEN CY, *et al.* Metabolism rule of nitrite and nitrate in beans by 2 fermentation processes [J]. *China Cond*, 2023, 48(8): 70–76.
- [10] 朱卫芳, 占绣萍, 宋佳, 等. 上海某郊区蔬菜硝酸盐和亚硝酸盐含量状况及膳食摄入风险评估[J]. *农产品质量与安全*, 2023(2): 89–93.  
ZHU WF, ZHAN XP, SONG J, *et al.* Nitrate and nitrite content in vegetables and dietary intake risk assessment in a suburb of Shanghai [J]. *Qual Saf Agro-prod*, 2023(2): 89–93.
- [11] 邹沫君. 离子色谱法测定牛奶及奶制品中硝酸盐和亚硝酸盐[J]. *食品工业*, 2023, 44(7): 304–308.  
ZOU MJ. Determination of nitrate and nitrite in milk and dairy products by ion chromatography [J]. *Food Ind*, 2023, 44(7): 304–308.
- [12] 黄建飞, 刘小青, 王晓雯, 等. 不同烹饪方式和贮藏条件下蔬菜中亚硝酸盐含量的变化研究[J]. *现代食品*, 2023, 29(3): 210–213.  
HUANG JF, LIU XQ, WANG XW, *et al.* Changes of nitrite content in vegetables under different cooking methods and storage conditions [J]. *Mod Food*, 2023, 29(3): 210–213.
- [13] 张金泉, 张振文, 谭婉碧, 等. 发酵条件对木薯嫩梢腌制蔬菜营养品质和风味的影响[J]. *食品安全质量检测学报*, 2023, 14(19): 143–154.  
ZHANG JQ, ZHANG ZW, TAN WB, *et al.* Effects of fermentation conditions on nutritional quality and flavor of pickled vegetable with *Manihot esculenta* Crantz tender shoots [J]. *J Food Saf Qual*, 2023, 14(19): 143–154.
- [14] KROUPOVA H, MACHOVA J, SVOBODOVA Z. Nitrite influence on fish: A review [J]. *Vet Med*, 2005, 63(11): 461–471.
- [15] 阿旺达吉, 黄利英, 米玛, 等. 高原环境下设施蔬菜富集硝酸盐能力比较研究[J]. *西藏农业科技*, 2021, 43(3): 49–52.  
AWANG DJ, HUANG LY, MI M, *et al.* Comparative study on the nitrate accumulation ability of greenhouse vegetables in plateau environment [J]. *Tibet J Agric Sci*, 2021, 43(3): 49–52.
- [16] 陈长宏, 张科. 食品中硝酸盐和亚硝酸盐的污染及预防[J]. *现代农业科技*, 2013(7): 327.  
CHEN CH, ZHANG K. Nitrate and nitrite contamination and preventions in food [J]. *Mod Agric Sci Technol*, 2013(7): 327.
- [17] 刘玲, 陈俊秀, 赵香梅, 等. 分光光度法测定肉制品中的亚硝酸盐[J]. *实验室检测*, 2023, 1(1): 12–16.  
LIU L, CHEN JX, ZHAO XM, *et al.* Determination of nitrite in meat products by spectrophotometry [J]. *Lab Test*, 2023, 1(1): 12–16.
- [18] 蒋志维, 陈晔, 莫素青, 等. 两种腌渍蔬菜亚硝酸盐含量变化及常见隔夜蔬菜亚硝酸盐含量的监测[J]. *轻工科技*, 2021, 37(12): 8–9.  
JIANG ZW, CHEN Y, MO SQ, *et al.* Changes in nitrite content in 2 pickled vegetables and monitoring of nitrite content in common overnight vegetables [J]. *Light Ind Sci Technol*, 2021, 37(12): 8–9.
- [19] 王流国, 王雪蒙. 减少食品中亚硝酸盐危害的研究进展[J]. *食品安全质量检测学报*, 2016, 7(4): 1593–1598.  
WANG LG, WANG XM. Research progress of method for reducing nitrite in foods [J]. *J Food Saf Qual*, 2016, 7(4): 1593–1598.
- [20] 赵苗苗. 食品添加剂亚硝酸盐的利弊[J]. *食品安全导刊*, 2017(21): 64.  
ZHAO MM. Advantages and disadvantages of food additive nitrite [J]. *Chin Food Saf Magaz*, 2017(21): 64.
- [21] 邓丽丽, 王晓红, 张卓. 沈阳市市售蔬菜的农药残留、亚硝酸盐及重金属状况调查[J]. *现代食品*, 2019(21): 191–196.  
DENG LL, WANG XH, ZHANG Z. Investigation on pesticide residues, nitrite and heavy metals in vegetables marketed in Shenyang city [J]. *Mod Food*, 2019(21): 191–196.
- [22] 李红, 任乃林. 蔬菜放置中亚硝酸盐的变化[J]. *食品研究与开发*, 2012, 33(3): 205–207.  
LI H, REN NL. The nitrite content changes of vegetables in different storage ways [J]. *Food Res Dev*, 2012, 33(3): 205–207.
- [23] 李晓红, 王辉, 朱建辰, 等. 不同烹调方式和储存方式对萝卜芽苗菜亚硝酸盐含量的影响[J]. *中国果菜*, 2022, 42(9): 44–48.  
LI XH, WANG H, ZHU JC, *et al.* Effects of food processing and storage methods on the nitrite content in radish sprouts [J]. *China Fruit Veget*, 2022, 42(9): 44–48.
- [24] 郭艳, 武钰茹, 李威伟, 等. 不同贮藏温度及时间对3种菜肴中亚硝酸盐含量的影响[J]. *中国酿造*, 2020, 39(4): 181–184.  
GUO Y, WU YR, LI WW, *et al.* Effect of different storage temperature and time on the nitrite content in 3 kinds of dishes [J]. *China Brew*, 2020, 39(4): 181–184.
- [25] 张秀凤, 魏秀妍. 菜肴中亚硝酸盐含量变化的研究[J]. *食品安全导刊*, 2021(25): 102–103, 105.  
ZHANG XF, WEI XY. Study on the change of nitrite content in dishes [J]. *Chin Food Saf Magaz*, 2021(25): 102–103, 105.
- [26] 曹晓倩, 孙涛, 帕尔哈提, 等. 不同处理条件对叶菜类蔬菜亚硝酸盐含

- 量的影响[J]. 中国食物与营养, 2018, 24(2): 33-36.
- CAO XQ, SUN T, PAERHATI, *et al.* Effects of different treatment conditions on nitrite content in leafy vegetables [J]. Food Nutr China, 2018, 24(2): 33-36.
- [27] 应小川, 窦艳君, 刘云飞, 等. 烹饪蔬菜亚硝酸盐含量的比较分析[J]. 农产品加工, 2019(24): 59-61, 68.
- YING XC, DOU YJ, LIU YF, *et al.* Comparative analysis of nitrite content in cooking vegetables [J]. Farm Prod Proc, 2019(24): 59-61, 68.
- [28] 程秀云, 张敏. 几种蔬菜不同条件下亚硝酸盐含量的变化研究[J]. 海峡科学, 2021(1): 42-44, 66.
- CHENG XY, ZHANG M. Study on the changes of nitrite content in several vegetables under different conditions [J]. Straits Sci, 2021(1): 42-44, 66.
- [29] 韩桂美, 曹晓荣, 袁东, 等. 普通烹饪蔬菜在不同储存条件下亚硝酸盐含量变化分析[J]. 山东化工, 2018, 47(3): 58-59.
- HAN GM, CAO XR, YUAN D, *et al.* Analysis of nitrite content in cooking vegetables under different storage conditions [J]. Shandong Chem Ind, 2018, 47(3): 58-59.
- [30] 张卫荣, 刘泽群, 刘文峰, 等. 25种市售蔬菜亚硝酸盐含量检测[J]. 国土与自然资源研究, 2018(2): 73-75.
- ZHANG WR, LIU ZQ, LIU WF, *et al.* Detection of nitrite content in 25 kinds of commercial vegetables [J]. Territ Nat Resour Stud, 2018(2): 73-75.
- [31] 何淑玲, 李博, 籍保平. 泡菜发酵过程中硝酸盐还原酶活性的研究[J]. 食品科技, 2005(1): 94-97.
- HE SL, LI B, JI BP. Study on nitrate reductase activity during the fermentation of pickled vegetable [J]. Food Sci Technol, 2005(1): 94-97.
- [32] 凌荣秀, 樊郁兰, 刘娜, 等. 不同浓度食醋对常见泡菜亚硝酸盐含量的影响探究[J]. 生物学通报, 2018, 53(2): 45-48.
- LING RX, FAN YL, LIU N, *et al.* Effect of vinegar with different concentration on nitrite content in common pickles [J]. Bull Biol, 2018, 53(2): 45-48.

(责任编辑: 于梦娇 蔡世佳)

### 作者简介



赵欣, 硕士, 主管检验师, 主要研究方向为食品质量与安全检测。  
E-mail: goforit126@126.com