

# 买来的果干食材安全吗

作者：王妍，刘雨同，陈俊彭，张澎丽，刘勇烨；Email: 3260460949@qq.com



## 1. 背景

本研究基于家庭场景的可操作性，以常见食材为实验介质，构建两种标准化除硫方案，通过控制变量法验证除硫效率，为消费者提供兼具科学性与实用性的安全处理策略。实验核心原理在于：亚硫酸盐类物质（如亚硫酸钠、焦亚硫酸钠）在酸性条件下易分解生成二氧化硫（ $\text{SO}_2 + 2\text{H}^+ = \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ），在碱性条件下则可转化为稳定性更高的硫酸盐（ $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^- + \text{O}_2 = 2\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ），利用这一化学特性可实现硫残留的定向去除<sup>[1-5]</sup>。

“新买的银耳泡发后有股怪味，是不是硫磺熏过的？”“葡萄干泡出的水发黄，会不会有硫残留？”“果干会不会被商家悄悄处理过？”每次处理干货食材时，类似的疑问总会让消费者食品安全性存在认知困惑与担忧。在食品科学领域，果干凭借脱水加工带来的风味浓缩性与贮藏便利性，成为休闲食品体系中的重要品类。然而，生产过程中为抑制褐变、延长保质期所使用的亚硫酸盐类护色剂，可能导致产品中存在硫残留超标的风险，其代谢产物二氧化硫对人体呼吸道、消化道黏膜具有潜在刺激性，对人体的呼吸系统、生殖系统、消化系统、循环系统、神

经系统和免疫系统都有不同程度的损害，甚至有致癌作用<sup>[6-9]</sup>。因此建立便捷、高效的硫残留检测与去除方法，对保障食品消费安全具有重要实践意义。

## 2. 实验前期准备

了解硫的相对特性及除去的必要性，部分生产企业为改善果干外观品质，过量使用亚硫酸盐（二氧化硫的常见存在形式）；有些果干为了掩盖变质迹象，违规超量添加亚硫酸盐类保鲜剂。这些才是需要警惕的“隐形硫”。这些亚硫酸盐（如亚硫酸钠、亚硫酸氢钠）是二氧化硫的“藏身形式”，它在酸性环境（比如醋）中会分解，释放出二氧化硫气体。二氧化硫有刺激性气味，类似燃烧硫磺的味道，通过观察食材变化，就能初步判断是否含硫。

### 2.1 试验材料

苹果干（选表面有光泽、颜色特别鲜艳的），0.1 mol/L 碘标准溶液，3.5% 乙酸溶液（食品级）、碳酸氢钠（小苏打），透明小碗 4 个、勺子 2 个、温开水（40℃ 左右，不烫手即可），纱布 1 块（或干净的医用纱布）。

### 2.2 硫残留半定量检测

除硫前需先通过碘量法进行硫残留预筛查，避免无残留时除硫操作破坏果干口感与营养，仅

检测超标时开展后续处理。该方法无需专业仪器，基于氧化还原反应原理实现快速判定，让我们快速掌握果干的“硫残留情况”。

#### 2.2.1 实验原理

二氧化硫具有还原性，而碘具有氧化性，两者相遇会发生“氧化还原反应”（ $\text{I}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4$ ）。如果食品中含有二氧化硫，它会和碘液中的碘结合，让原本棕色的碘液褪色；如果不含硫，碘液的棕色会保持不变，呈现特征棕色，通过颜色变化判定残留量<sup>[10]</sup>。

#### 2.2.2 实验步骤

取待检测果干 10 g，用温开水浸泡 20 min（水没过食材即可），期间用勺子搅拌 3 次，让食材中的亚硫酸盐充分溶解到水中；用纱布过滤浸泡后的水，把过滤后的“果干浸泡液”收集到透明小碗中，大约收集 20 mL；向小碗中滴入 3 滴碘液，用勺子轻轻搅拌 5 秒，观察液体颜色变化；做一个“空白对照”：另取一个小碗，倒入 20 mL 温开水，同样滴入 3 滴碘液，搅拌后对比两个碗的颜色，其操作流程如图 1。

#### 2.2.3 实验结果判断

硫含量的一般存在三种情况如图 1 右部分所示，一组是实验组的“待测果干浸泡液 + 碘液”的

混合液，另一组是对照组的“温开水 + 碘液”的混合液，通过两组颜色对比得出硫残留情况。

“待测果干浸泡液 + 碘液”的颜色从棕色变成无色或浅淡黄色，而“温开水 + 碘液”保持棕色，说明食材含硫。

若“待测果干浸泡液 + 碘液”的颜色和“温开水 + 碘液”的颜色都是棕色，且颜色深浅一致，说明食材不含硫。

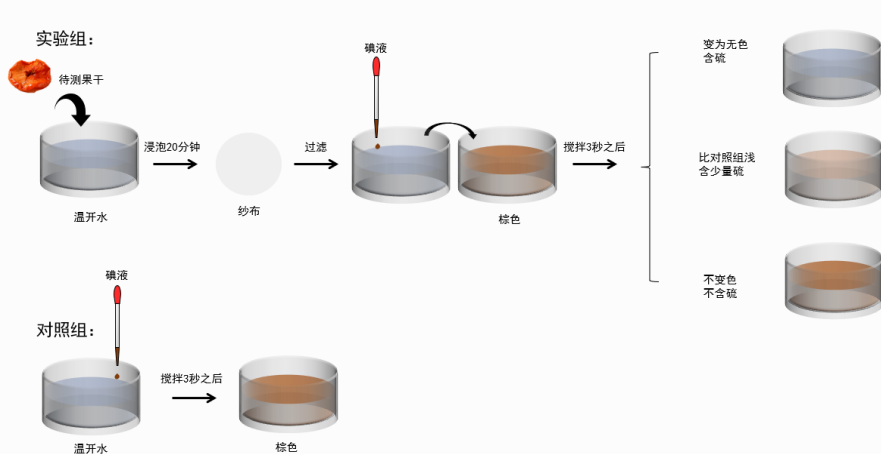
若“待测果干浸泡液 + 碘液”颜色变浅，但没完全褪色，说明食材含硫量较低，大概率在安全范围内。

#### 2.2.4 注意事项

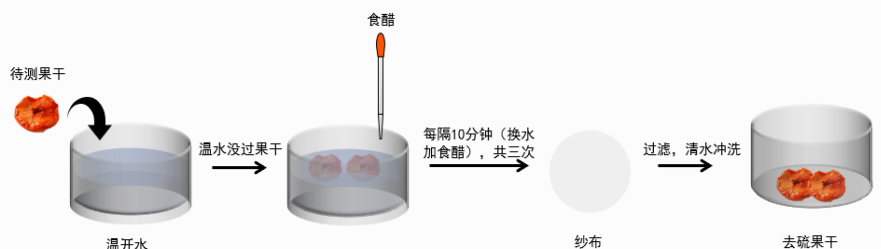
碘液滴加量不能太多，3~4 滴即可，滴多了颜色难褪色，会误判为“不含硫”；浸泡食材的水温不能太高（不超过 50 ℃），高温会让亚硫酸盐分解，导致检测结果不准。

### 3. 硫的高效脱除与净化方法

经碘量法检测确认含硫的果干，其残留组分主要为亚硫酸盐类化合物（如亚硫酸钠、焦亚硫酸钠等），此类物质需通过化学转化实现分离去除。结合家庭场景的易操作性与安全性，推荐采用醋泡除硫法与小苏打除硫法，



①【图 1】检测硫实验流程



①【图 2】醋泡除硫法流程

两种方法均基于酸碱反应原理调控硫残留的化学形态，促使其转化为易溶或易挥发组分，更高效的脱除硫。

#### 3.1 醋泡除硫法

##### 3.1.1 实验原理

食品中的亚硫酸盐 ( $\text{SO}_3^{2-}/\text{HSO}_3^-$ ) 在醋提供的酸性体系 (pH 2.4~3.4) 中发生质子化反应 ( $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$ )， $\text{H}_2\text{SO}_3$  不稳定分解为  $\text{SO}_2$  ( $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ )， $\text{SO}_2$  通过挥发与

水洗分离<sup>[11]</sup>。

##### 3.1.2 实验步骤：

将含硫果干放入玻璃小碗中，加入 200 mL 温水（水量没过果干 2 cm），滴入几滴 3.5% 乙酸溶液，搅拌均匀；每隔 10 min 搅拌 1 次，浸泡 30 min（期间换水 1 次避免  $\text{SO}_2$  再吸收），捞出后用流动清水冲洗 2 次沥干，醋泡除硫法如图 2。

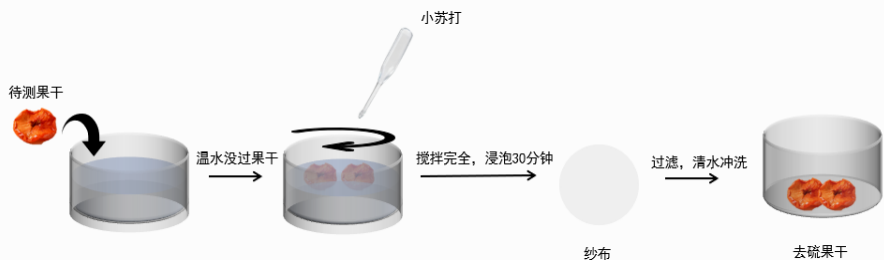
#### 3.2 小苏打除硫法

##### 3.2.1 实验原理

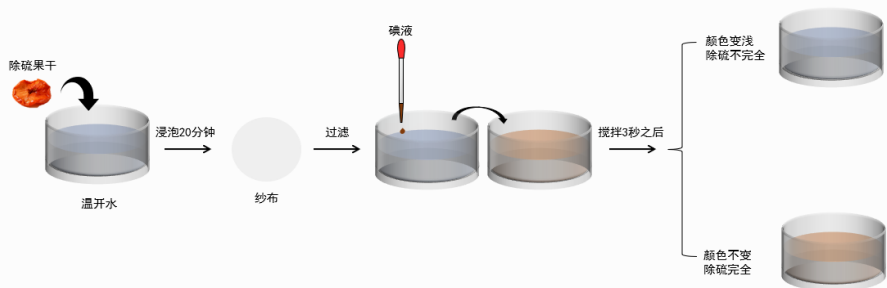
二氧化硫是酸性气体，与碱性的小苏打反应生成可溶盐，酸碱中和反应机制：小苏打( $\text{NaHCO}_3$ )溶于水后，与果干中的亚硫酸盐反应生成易溶性钠盐( $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ )，通过冲洗即可去除，反应方程式如下： $2\text{NaHCO}_3 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}^{[12]}$ 。

### 3.2.2 实验步骤

取果干加入 200 mL 温水，加入 1 g 小苏打（约小半勺），搅拌至小苏打完全溶解；静置 20 min，浸泡后用流动清水反复冲洗 3 次至无碱味，小苏打除硫法如图 3。



①【图 3】小苏打除硫法流程



①【图 4】硫的再次检测流程

## 4. 脱硫后残留硫的检测与验证：是否达到“无迹化”控制标准

除硫操作完成后，我们需要再次检测，确认“硫”是否真的消失了。方法和第一步的检测一致。

### 4.1 实验步骤

取除完硫的果干 10 g，用温开水浸泡 20 min（水没过食材即可），期间用勺子搅拌 3 次；用纱布过滤浸泡后的水，把过滤后的“果干浸泡液”收集到透明小碗中，大约收集 20 mL；向小碗中滴入 3 滴碘液，用勺子轻轻搅拌 3 秒，观察液体颜色变化；与第一步中加碘液的“果干

浸泡液”进行对比，硫的再次检测步骤如图 4。

### 4.2 结果观察

本研究中果干的除硫效果可通过碘液显色实验观察判断，具体结果参照图 4 右半部分的对比展示。实验设置两组样本：一组是经过除硫处理后的“果干浸泡液 + 碘液”，另一组是“温开水 + 碘液”，通过两组颜色对比得出除硫效果结论。

若“果干浸泡液 + 碘液”呈现的颜色，与“温开水 + 碘液”的颜色一致，说明果干中的硫残留

已被完全去除，即除硫彻底。

若“果干浸泡液 + 碘液”的颜色变浅，比如呈现浅棕色或淡黄色，且和“温开水 + 碘液”的棕色对比差异明显，就表明果干中仍有硫残留，需要对果干再次进行除硫处理，确保硫残留完全去除。

## 5. 结论

本研究突破了“食品硫残留检测与处理依赖专业实验室”的认知局限，通过常见食材与简化步骤，为消费者提供了可复制、可验证的安全处理策略。这不仅

|  |  |   |
|--|--|---|
| 为家庭食品安全防护体系的构建提供了技术支撑，更推动了食品消费领域“科学思维大众化”的落地，即面对 | 食品健康风险，无需陷入恐慌或依赖专业设备，通过基于科学原理的简易实验，即可实现对食品质量的主动把 | 控，这既是对食品消费安全的有效守护，也是科研成果转化为民生实用技术的典型体现。 |
|--|--|---|

参考文献

[1] 孟繁龙. 鸡粉香辛料中二氧化硫残留检测及去除技术的研究[J]. 中国食品工业, 2025(15): 83-85.

[2] 吴东慧, 林榛, 许丹鹏. 食品中二氧化硫残留现状和检测方法研究进展[J]. 现代食品, 2024, 30(13): 188-191.

[3] 黄丽, 陈思伊, 庞洁, 等. 食品中二氧化硫残留量检测研究进展[J]. 中国食品添加剂, 2020, 31(8): 123-128.

[4] 林妮, 林起辉, 张建莹, 等. 不同检测方法测定食品中二氧化硫残留量的比较研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2024, 15(21): 64-72.

[5] 顾宇翔, 王丁林, 陈羽菲. 食品中天然存在的食品添加剂成分综述[J]. 食品安全质量检测学报, 2017, 8(6): 2312-2317.

[6] 孟紫强. 二氧化硫毒理学和生理学研究进展[C]. 中国毒理学会、广东省疾病预防控制中心. 中国毒理学会第六届全国毒理学大会论文摘要. 中国毒理学会、广东省疾病预防控制中心：中国毒理学会, 2013: 369.

[7] 刘东奇, 陈华成, 杨雪丽. 二氧化硫对机体各组织器官毒性作用的研究进展[J]. 畜牧兽医杂志, 2008, 27(1): 37-39, 42.

[8] 夏瑾, 秦国华, 桑楠. 二氧化硫及其衍生物对大鼠心肌细胞胶原蛋白表达的影响[J]. 环境科学学报, 2017, 37(4): 1601-1607.

[9] 薄芳芳, 何玉洁, 成要平. 二氧化硫衍生物对雌性大鼠性激素的影响[J]. 中国妇幼保健, 2012, 27(31): 4973-4976.

[10] 何红梅, 薛则尧, 曹小彦. 碘吸收滴定法测定食品中二氧化硫残留量[J]. 食品与机械, 2006(3): 142-143, 153.

[11] 吴文中, 陆燕海, 周学工, 等. 对亚硫酸钠溶液与盐酸反应的探讨[J]. 中学化学教学参考, 2015, (15): 58-60.

[12] Makomere R, Koech L, Rutto H, et al. Exploring the dynamics of natural sodium bicarbonate (Nahcolite), sodium carbonate (Soda ash), and black ash waste in spray dry SO<sub>2</sub> capture †[J]. Engineering Proceedings, 2024, 67(1): 1.