

# 食品中亚硫酸盐检测方法研究进展

罗 晓<sup>1</sup>, 郭晓艳<sup>1</sup>, 张晓敏<sup>1</sup>, 王志宏<sup>1\*</sup>, 窦 辉<sup>2</sup>, 姚伟琴<sup>2</sup>

(1. 龙口海关, 龙口 265700; 2. 乌鲁木齐海关, 乌鲁木齐 830001)

**摘 要:** 亚硫酸盐因其具有漂白、防腐、抗氧化、抑制细菌生长、控制酶促反应等作用, 作为食品添加剂被广泛应用于食品工业。随着研究的逐步深入, 亚硫酸盐的安全性问题日益受到人们的关注。本文列举了各国检测标准及常用检测方法, 分析比较了不同方法的优缺点, 探讨了各种方法的局限性和适用范围, 为不同食品中亚硫酸盐的检测提供了一定参考和借鉴。

**关键词:** 亚硫酸盐; 危害; 比较; 适用范围

## Research progress on the determination methods of sulfite in food

LUO Xiao<sup>1</sup>, GUO Xiao-Yan<sup>1</sup>, ZHANG Xiao-Min<sup>1</sup>, WANG Zhi-Hong<sup>1\*</sup>, DOU Hui<sup>2</sup>, YAO Wei-Qin<sup>2</sup>

(1. Longkou Customs, Longkou 265700, China; 2. Urumqi Customs, Urumqi 830001, China)

**ABSTRACT:** Sulfite is widely used in food industry because of its functions of bleaching, anticorrosion, oxidation resistance, inhibition of bacterial growth and control of enzymatic reaction. With further research, the safety of sulfite has been paid more and more attention. This paper listed the test standards and common test methods of sulfite in food of various countries, analyzed and compared the advantages and disadvantages of different methods, and discussed the limitations and application scope of various methods, in order to provide some reference for the detection of sulfite in different food.

**KEY WORDS:** sulfites; harms; comparison; scope of application

## 1 引 言

亚硫酸盐作为一类食品添加剂, 具有漂白、防腐、抗氧化、抑制细菌生长、控制酶促反应等作用, 在食品工业得到了广泛的应用。比较常用的亚硫酸盐类主要有亚硫酸钠、亚硫酸氢钠、低亚硫酸钠、焦亚硫酸钠等。

亚硫酸盐在食品中解离成具有还原性的亚硫酸, 起到漂白、防腐、抑制褐变和抗氧化作用。二氧化硫具有较强的还原性, 可以与食品中的有色物质相结合<sup>[1]</sup>, 从而达到漂白的目的。亚硫酸盐能消耗食品组织中的氧, 抑制好

氧微生物的活性, 并抑制微生物活动所需酶的活性<sup>[2]</sup>, 从而达到食物防腐的目的。亚硫酸盐会抑制酚氧化酶的活性, 防止食品的酶促褐变; 它能有效地抑制由氨基和羰基聚合而引起的非酶褐变<sup>[3]</sup>。

近年来, 随着研究的逐步深入, 亚硫酸盐的安全性问题日益受到人们的关注。研究发现亚硫酸盐可以破坏食品的营养物质, 它能与氨基酸、蛋白质等反应生成双硫键化合物<sup>[4]</sup>; 能与多种维生素结合, 特别是与 B<sub>1</sub> 的反应为不可逆亲核反应<sup>[5]</sup>, 结果使维生素 B<sub>1</sub><sup>[6]</sup>裂解为其他产物而损失; 能够使细胞产生变异; 会诱导不饱和脂肪酸的氧化; 急性

基金项目: 原国家质量监督检验检疫总局科技计划项目(2017IK228)

Fund: Supported by Science and Technology Plan of General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China (2017IK228)

\*通讯作者: 王志宏, 高级工程师, 主要研究方向为食品检验与安全。E-mail: 59880013@qq.com

\*Corresponding author: WANG Zhi-Hong, Senior Engineer, NO.556, Zhenxingzhong Road, Longkou 265700, China. E-mail: 59880013@qq.com

二氧化硫中毒可引起眼、鼻黏膜刺激症状,严重时产生喉头痉挛、喉头水肿、支气管痉挛,大量吸入可引起肺水肿、窒息、昏迷甚至死亡<sup>[7]</sup>。

因此,加强对食品中二氧化硫及亚硫酸盐的监督和检测已成为急需解决的问题,本研究比较分析了不同食品中的亚硫酸盐检测方法的优缺点,为国内市场和进出口食品中亚硫酸盐的准确、快速检测提供参考和依据。

## 2 常用检测方法及其原理

### 2.1 食品中亚硫酸盐的存在形态

食品中亚硫酸盐的存在形式为游离态、可逆结合态和不可逆结合态。在不同的酸度条件下,游离态的亚硫酸盐可在  $\text{HSO}_3^-$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$  和二氧化硫 3 种形态间转化。亚硫酸盐易与食品中的醛类、酮类、己醛糖如葡萄糖、己酮糖如果糖、单糖等形成不可逆结合的亚硫酸盐。由于不可逆结合的亚硫酸盐在生理环境下一般不会解离,对人类的健康不会造成危害,所以,目前对亚硫酸盐用量的限制主要是游离态和可逆结合态部分<sup>[8]</sup>。

由于食品种类的不同,不同检测方法也只适用于部分食品的测定,目前没有一种方法能实现所有产品中亚硫

酸盐的准确、高效检测。不同的检测方法有不同的适用范围,现对不同国家的亚硫酸盐的检测方法进行简单的分析总结(见表 1),以从中剖析出各自的适用范围及优缺点。

### 2.2 常用检测方法

#### 2.2.1 直接滴定法

直接滴定法即直接滴定碘量法,就是指在碱性溶液中,样品中的游离态二氧化硫和化合态二氧化硫均被转化为亚硫酸盐,然后再加入酸使二氧化硫游离出来,用碘标准溶液滴定,根据所消耗的碘标准溶液量计算出样品中的二氧化硫含量。如需测定游离亚硫酸盐,则样品中毋需加碱而是直接酸化用碘滴定。该法操作简单、快速,不需特殊装置,特别适用于测定无色样品中的亚硫酸盐,定量速度快,国标 GB/T 15038-2006<sup>[23]</sup>运用该方法检测葡萄酒中的亚硫酸盐,但在检测红葡萄酒时,滴定终点因颜色干扰无法准确判断。样品中若含有与碘反应的甲醛类物质,会导致检测结果偏高,重现性较差。对于脱水大蒜、姜制品等含有较多挥发性芳香物质的样品,滴定终点的颜色不稳定,易褪色,不能保持 30 s 不消失,因此终点难以判定。

表 1 各国亚硫酸盐检测方法  
Table 1 Test methods of sulfite in various countries

国家	检测标准	检测原理	检测对象
中国	GB 5009.34-2016 <sup>[9]</sup>	蒸馏碘量法	亚硫酸盐总量
	SN/T 2918-2011 <sup>[10]</sup>	离子色谱法	亚硫酸盐总量
日本	日本食品卫生协会方法(A) <sup>[11]</sup>	蒸馏碱滴定法	游离态亚硫酸盐及亚硫酸盐总量
	日本食品卫生协会方法(B) <sup>[11]</sup>	蒸馏比色法	游离态亚硫酸盐及亚硫酸盐总量
韩国	韩国食品药品安全部-Monier-Williams 改良法 <sup>[12]</sup>	蒸馏碱滴定法	亚硫酸盐总量
英国	英国化学会标准 Standard-BS EN 1988-1-1998 Monier-Williams 测试法 <sup>[13]</sup>	蒸馏碱滴定法	亚硫酸盐总量
	英国化学会标准 Standard-BS EN 1988-2-1998 <sup>[14]</sup>	酶催化法	亚硫酸盐总量
法国	法国标准化学会标准 Standard NF V03-060-1-1998 Monier-Williams 测试法 <sup>[15]</sup>	蒸馏碱滴定法	亚硫酸盐总量
	法国化学会标准 Standard NF V03-060-2-1998 <sup>[16]</sup>	酶催化法	亚硫酸盐总量
美国	AOAC Official Method 961.09 <sup>[17]</sup>	蒸馏碱滴定法	亚硫酸盐总量
	AOAC Official Method 987.04 <sup>[18]</sup>	极谱法	亚硫酸盐总量
	AOAC Official Method 990.28 <sup>[19]</sup>	蒸馏碱滴定法	亚硫酸盐总量
	AOAC Official Method 990.31 <sup>[20]</sup>	离子色谱法	亚硫酸盐总量
国际检测机构	ISO5522-1981(E) <sup>[21]</sup> (1)	蒸馏碱滴定法	亚硫酸盐总量
	ISO5522-1981(E)(2)	蒸馏比色法	亚硫酸盐总量
	ISO5522-1981(E)仲裁法	重量法	亚硫酸盐总量
国际葡萄酒总局	国际葡萄酒总局快速检测法 <sup>[22]</sup>	直接滴定碘量法	游离态亚硫酸盐及亚硫酸盐总量
	国际葡萄酒总局常规检测法	蒸馏碱滴定法	游离态亚硫酸盐及亚硫酸盐总量

### 2.2.2 蒸馏-碱滴定法

蒸馏-碱滴定法为最常用的官方标准方法。日本、韩国、英国、欧洲、法国、美国、ISO、国际葡萄酒总局均使用了相同的方法原理,即加热蒸馏酸化后的样品使其产生的游离态二氧化硫,被氮气导出,过量的过氧化氢溶液作为吸收液将导出的二氧化硫氧化成硫酸,再用氢氧化钠标准溶液滴定即可算出样品中亚硫酸盐总量。若测定葡萄酒中的游离态亚硫酸盐,只需在常温下用氮气导出产生的游离态二氧化硫即可。操作中需要脱气水,并且要通入的氮气也需要高纯度;由于某些样品中的有机酸含量高,产生挥发性有机酸,并且在测量过程中产生误差,所以氮气的流速应严格控制在每分钟 0.5~0.6 mL。若流速太低,则回收率低;若流速太高,则对样品中有机酸产生很大影响,导致二氧化硫偏高的检测结果<sup>[24]</sup>。加热蒸馏黑木耳等样品 10~20 min 后,还可以蒸出非二氧化硫的其他含硫成分的物质<sup>[25]</sup>。ISO 5522-1981(E)<sup>[21]</sup>方法考虑了水果和蔬菜样品中存在挥发性有机酸的可能性,因此不仅滴定了吸收液,而且还在附录中提出了通过重量法或光度法来比对滴定方法的测定结果,从而保证样品中二氧化硫含量的准确性。若确证法的结果与滴定法的结果相对误差大于 5%,就要以确证法的结果为准<sup>[26]</sup>。

### 2.2.3 蒸馏碘量法

蒸馏碘量法即蒸馏法的测定方法,利用在密闭容器中对样品进行酸化并加以蒸馏,以释放出其中的  $\text{SO}_2$ , 释放物用乙酸铅溶液吸收。再以碘标准溶液滴定,根据所消耗的碘标准溶液量计算出样品中的  $\text{SO}_2$  含量,因此也称为碘量法,根据国标 GB 5009.34-2016<sup>[9]</sup>,进行实际操作中我们发现存在着以下 3 个方面不足:

(1) 滴定过程中接收液在加入浓盐酸后会快速释放二氧化硫,根本无法及时滴定,造成结果偏低,已有实验数据<sup>[27]</sup>证明该法加标回收率能达到 84%;(2) 蒸馏液体积很大,需要连续滴定,故对操作人员的技术要求很高;(3) 对一些特殊的样品,例如蘑菇等样品被醋酸铅吸收液吸收时,吸收液呈黄褐色。当用碘标准溶液滴定时,首先出现红色,然后变成蓝色,当保持蓝色时,最终会导致滴定过度<sup>[28]</sup>。对此法进行一系列的改进,采用碘吸收滴定法。把滴定管与蒸馏装置组合在一起,边蒸馏边滴定,同时改进法用 0.05% 碘淀粉溶液吸收,蒸馏出来的二氧化硫不易挥发,加标回收率明显提高<sup>[27]</sup>。

### 2.2.4 蒸馏比色法

GB/T 5009.34-2003<sup>[29]</sup>方法中利用亚硫酸盐和四氯汞钠形成稳定的络合物,然后再与甲醛和盐酸副玫瑰苯胺形成紫红色络合物,在 550 nm 波长下测定溶液的吸光度,与标准曲线比较定量。但该方法存在着以下几方面缺点:(1) 在操作过程中使用大量有毒的四氯汞钠溶液会对环境造成汞污染;(2) 检测水不溶性样品所需要耗费的时间长;

(3) 对于某些类型的样品,可能存在干扰络合反应并产生假阳性的干扰物质;(4) 对于一些本身带有红色或玫瑰红色的样品,例如葡萄酒,会在 550 nm 的测量波长处发生干扰,并且偏差没有规则,因此不能扣除干扰。我国现执行的 2016 版国家标准中已经取消该方法。

蒸馏比色法是现行有效的一种比色法。它将样品酸化后在氮气流中加热蒸馏,逸出的二氧化硫与接收液中的氢氧化钠反应得到亚硫酸钠,与显色剂显色并测定吸光度。为了避免颜色过深的样品在测定波长处产生干扰,蒸馏法是一种很有效的前处理方式,适用于对蒸馏-碱滴定法难以检出(浓度为 0.01 mol/L 的标准碱溶液消耗量小于 0.1 mL)的样品中亚硫酸盐的测定<sup>[30]</sup>。对于含量低的样品,尤其要采取多种方式排除干扰因素的影响。

### 2.2.5 重量法

重量法是通过用蒸馏碱滴定,向滴定后的溶液中加入氯化钡,使  $\text{SO}_4^{2-}$  形成硫酸钡沉淀,过滤并称重的一种仲裁法。重量法可以确保测量结果的真实性,标准规定重量法和滴定法之间的误差不应超过 5%。否则,以重量法的结果为准。然而,重量法复杂,并且仅适用于具有高亚硫酸盐含量的样品。

### 2.2.6 电化学法

电化学方法检测亚硫酸盐具有准确度高,灵敏度高,分析速度快的优点。原理是亚硫酸根离子具有强还原性,并且在电极上发生氧化还原反应以确定硫化物含量。极谱法是一种快速检测方法。美国分析化学家协会使用极谱法从氮气中吹出酸性样品中的二氧化硫,将其收集在电解质阱中,然后通过差分脉冲极谱法测量<sup>[18]</sup>。缺点是亚硫酸盐水溶液不稳定,分析时间不宜过长。两个样品应用氮气分离,以除去系统中残留的二氧化硫,否则测量值偏高。郑阿萍等<sup>[31]</sup>利用制备的多金属盐酸盐修饰电极测定焦亚硫酸钠的催化活性,从而确定样品中焦亚硫酸钠的含量,为快速检测焦亚硫酸氢钠提供了理论依据。芦晓芳等<sup>[32]</sup>利用电导滴定法检测食品中二氧化硫残留量,并讨论了温度及过氧化氢浓度对结果的影响。

### 2.2.7 离子色谱法

样品用碱性溶液溶解后,其中结合型的亚硫酸盐被释放出来,与甲醛吸收液生成稳定的羟甲基磺酸,采用配有电导检测器的离子色谱仪进行测定。离子谱法具有操作简单,灵敏度高,稳定性好,人为误差小,实用性强,对人体和环境无污染等特点。它可以检测高基体浓度中的低浓度组分,同时确定多组分并分析不同的价态,从而弥补经典化学方法和其他仪器分析方法的缺点,成为近年来研究的热点。目前采用离子色谱法测定食品如黄花菜<sup>[33]</sup>、米粉类<sup>[34]</sup>、银耳<sup>[35]</sup>和白瓜子等中的亚硫酸盐含量的方法被相继报道,但是用于测定高蛋白高脂肪基体中亚硫酸盐含量的报道较少,主要是因为蛋白质存在严重的基体干扰,甚至

某些基质中的蛋白质、氨基酸的分子本身含有硫的结构,样品前处理过程中会被释放出来,很可能会以亚硫酸盐的形式被检测到,从而使检测结果偏高。

Liao 等<sup>[36]</sup>采用阴离子交换柱和电导检测器设计出了一种能够方便有效地测定食品中亚硫酸盐含量的离子色谱法,并成功检测出干果产品中二氧化硫含量。该方法不需要将亚硫酸盐转化为硫酸盐;样品提取过程中不需要稳定剂,如甲醛等,不会对环境造成危害;亚硫酸盐标准溶液可在室温下稳定存在 10 d 以上,方法检出限为 0.56  $\mu\text{g/mL}$ 。该方法操作简单,准确,环保。Diego 等<sup>[37]</sup>指出采用离子色谱法对亚硫酸盐进行直接分析的方法存在保留时间重现性和峰值分辨率问题,并介绍了一种基于离子色谱和抑制电导率检测的准确、可靠的分析方法,用于鲜肉和虾中亚硫酸盐的定量测定。Wagner 和 McGarrity 使用离子排斥色谱法结合脉冲极谱进行检测,以避免时间过长而引起检测器灵敏度降低<sup>[38]</sup>。

### 2.2.8 荧光法

荧光法通常用于检测样品中荧光化合物的含量,因为它具有灵敏度高,选择性大,线性范围宽,准确快速的特点,而且不受样品中阴离子,阳离子和色素等因素的影响。王金霞等<sup>[39]</sup>就是采用荧光光谱仪来检测葡萄干样品中的亚硫酸盐与 N-(9-吡啶基)马来酰亚胺生成的强荧光衍生产物,线性范围、相关系数及 RSD 均较好。马占玲等<sup>[40]</sup>通过氮气蒸馏法提取豆芽中的亚硫酸盐,然后通过邻苯二甲酸-铵盐-亚硫酸盐荧光法检测。

荧光探针基于亚硫酸盐诱导光学信号变化以进行检测的能力。李东钰等<sup>[41]</sup>总结了光学探针与二氧化硫衍生物的不同反应机理,归纳指出  $\text{SO}_3^{2-}$  和  $\text{HSO}_3^-$  具有良好的亲核特性,能够与多种双键发生加成反应,以及加成与电子转移相结合,这些光学探头的响应时间一般都较短,有的检测可以在 30 s 内完成,检测限很低,痕量的亚硫酸盐也能被检测出,非常适合市场化的快捷操作,但诸如  $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{CN}^-$  等还原性物质也可以与双键反应,对亚硫酸盐的检测造成一定的干扰。吕勇智等<sup>[42]</sup>成功合成了基于羟基半花菁染料的荧光探针 HHC,并应用于复杂样品中  $\text{HSO}_3^-$  的定性和定量分析。结果表明,探针 HHC 不仅可以快速鉴定  $\text{HSO}_3^-$ ,具有高灵敏度和高选择性,还可以实现目视检测的目的。

### 2.2.9 其他方法

徐琴等<sup>[43]</sup>建立了测定脱水蒜粉中亚硫酸盐含量的柱后衍生-反相高效液相色谱分析方法,加标回收率达 86.5%~97.6%。曹凤梅等<sup>[44]</sup>建立的流动注射孔雀石绿褪色法测定食品中的亚硫酸盐,不仅克服了国家标准方法中蒸馏时间长的缺点,而且在流路中添加了钠阳离子交换柱可以消除离子干扰。Edberc<sup>[45]</sup>采用酶促催化,使用烟酰胺腺嘌呤二核苷酸过氧化物酶,烟酰胺腺嘌呤二核苷酸将过氧

化氢还原为水,并产生  $\text{NAD}^+$ ,光度法测定  $\text{NADH}$  量的减少以确定  $\text{SO}_3^{2-}$  的浓度,检出限为 1.2  $\text{mg/kg}$ 。除上述检测方法以外,目前市场上还出现了快速试剂盒法等快速检测方法。Lim 等<sup>[46]</sup>分别用蒸馏-碱定法、比色法、离子色谱法等四种不同方法测定零售食品中的二氧化硫,并据此总结得出了各自适用的检测范围。

## 3 小结

食品中亚硫酸盐的检测方法众多,但不同的方法,会导致检测结果差距较大。而随着生活水平提高和科技的进步,人们逐渐认识到亚硫酸盐对人体的巨大伤害,各国对亚硫酸盐的限制也越来越严格。因此,必须根据样品的特点、方法的适用范围选择合适的检测方法,若方法选用不当,则易出现假阳性及偏高或偏低现象,在这种情况下,应选取不同检测方法来验证结果的准确性。

## 参考文献

- [1] 王丽丽,纪淑娟,李顺.食品中二氧化硫及亚硫酸盐的作用与检测方法[J].食品与药品,2007,9(2A):64-66.  
Wang LL, Ji SJ, Li S. Progress on function and determination of sulfur dioxide and sulphite in foods [J]. Food Drug, 2007, 9(2A): 64-66.
- [2] 万素英,李琳,王慧君.食品防腐与食品防腐剂[M].北京:中国轻工业出版社,1998.  
Wan SY, Li L, Wang HJ. Food antiseptic and food preservative [M]. Beijing: China light Industry Press, 1998.
- [3] 周德庆,张双灵,辛胜昌.亚硫酸盐在食品加工中的作用及其应用[J].食品科学,2004,25(12):198-201.  
Zhou DQ, Zhang SL, Xin SC. Review on the function and application of sulphite in food processing [J]. Food Sci, 2004, 25(12): 198-201.
- [4] 杨剑平.二氧化硫及亚硫酸盐在食品加工中的应用[J].山东罐头科技,1990,(2):14-18.  
Yang JP. Application of sulfur dioxide and sulfite in food processing [J]. Shandong Canned Technol, 1990, (2): 14-18.
- [5] 于杰,于晓婕,王旭,等.食品中亚硫酸盐使用检测方法的研究进展[J].石家庄学院学报,2011,13(3):8-13.  
Yu J, Yu XJ, Wang X, et al. Advances in the application and detection of sulfite in food [J]. J Shijiazhuang Univ, 2011, 13(3): 8-13.
- [6] FDA 食品法规(2001版)[S].北京:中国轻工业出版社,2003.  
Code of federal regulations (2001 edition) [S]. Beijing: China Light Industry Press, 2003.
- [7] 白炜,皇甫浩静.果脯蜜饯中二氧化硫残留的检测与分析[J].甘肃科技纵横,2011,40(2):40-43.  
Bai W, Huangfu HJ. Determination and analysis of sulfur dioxide residue in preserved fruit [J]. Sci Tech Inf Gansu, 2011, 40(2): 40-43.
- [8] 张静,马占玲,汪莹,等.食品中亚硫酸盐的毒性和检测方法综述[J].食品安全质量检测学报,2015,6(8):3211-3216.  
Zhang J, Ma ZL, Wang Y, et al. Review of toxicity and determination method of sulfite in food products [J]. J Food Saf Qual, 2015, 6(8): 3211-3216.
- [9] GB 5009.34-2016 食品国家安全标准 食品中二氧化硫的测定[S].

- GB 5009.34-2016 National food safety standard-Determination of sulfur dioxide in food [S].
- [10] SN/T 2918-2011 出口食品中亚硫酸盐的检测方法 离子色谱法[S].  
SN/T 2918-2011 Detection method of sulfites in exported foods-Ion chromatography [S].
- [11] 日本食品卫生协会. 食品卫生检验手册(食品添加剂分册)[M]. 天津: 天津科技翻译出版公司, 1993.  
Japan Food Hygiene Association. Food hygiene inspection manual (Food additives volume) [M]. Tianjin: Tianjin Science and Technology Translation Publishing Company, 1993.
- [12] Korea Food Industry Association. Korea ministry of food and drug safety: 2011b. Korea food code [S].
- [13] Standard-BS EN 1988-1-1998 Foodstuffs-Determination of sulfite-Part1: Optimized monier-williams method [S].
- [14] Standard-BS EN 1988-2-1998 Foodstuffs-Determination of sulfite-Part2: Enzymatic method [S].
- [15] Standard NF V03-060-1-1998 Foodstuffs. Determination of sulfite. Part 1: Optimized monier-Williams method [S].
- [16] Standard NF V03-060-2-1998 Foodstuffs. Determination of sulfite. Part 2: Enzymatic method [S].
- [17] AOAC Official Method 961. 09 Sulfites in meats qualitative test [S].
- [18] AOAC Official Method 987. 04 Sulfites(total) in foods differential pulse polarographic method [S].
- [19] AOAC Official Method 990. 28 Sulfites in foods optimized monier-Williams method [S].
- [20] AOAC Official Method 990. 31 Sulfites in foods and beverages ion exclusion chromatographic method [S].
- [21] ISO 5522-1981(E) Fruits, vegetables and derived products-Determination of total sulphur dioxide content, 1981-09-01 [S].
- [22] 华茜倩, 俞旭峰. 食品中亚硫酸盐的测定方法[J]. 食品与机械, 2003, (4): 39-40.  
Hua HQ, Yu XF. The determination method for sulphite in foods [J]. Food Mach, 2003, (4): 39-40.
- [23] GB/T 15038-2006 葡萄酒、果酒通用分析方法[S].  
GB/T 15038-2006 Analytical methods of wine and fruit wine [S].
- [24] 李宏彦, 王二梅, 邓跃伟. 食品添加剂二氧化硫的质量检测方法研究[J]. 河南科技, 2011, 7: 55.  
Li HY, Wang EM, Deng YW. Study on the quality detection method of sulfur dioxide as food additive [J]. Henan Sci Technol, 2011, 7: 55.
- [25] 吴敏, 张志刚, 王根芳, 等. 进出口食品中亚硫酸盐测定方法的探讨[J]. 福建分析测试, 2003, 12(1): 1708-1711.  
Wu M, Zhang ZG, Wang GF, *et al.* Discussion of the detections for the sulfite in the food for entry exit [J]. Fujian Anal Test, 2003, 12(1): 1708-1711.
- [26] 褚庆华. 测定食品土产品中亚硫酸盐方法的现状[EB/OL]. [2019-01-02]. <http://bbs.foodmate.net/thread-11914-2-1.html>.  
Chu QH. Determination of sulfite in food and soilproducts [EB/OL]. [2019-01-02]. <http://bbs.foodmate.net/thread-11914-2-1.html>.
- [27] 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, 22(3): 142-143, 153.  
He HM, Xue ZY, CaoXY. Titration determination of sulfur dioxide residues in foods employing iodine solution absorbing [J]. Food Mach, 2006, 22(3): 142-143, 153.
- [28] 刘芸, 李志全. 香菇、干茵香、干花椒亚硫酸盐检测方法比较[J]. 中国卫生检验杂志, 2018, 28(4): 510-512.  
LiuY, Li ZQ. Comparison of sulfite detection methods for lentinus edodes, dried fennel and dried prickly ash [J]. Chin J Health Lab Technol, 2018, 28(4): 510-512.
- [29] GB/T 5009-34-2003 食品中亚硫酸盐的测定[S].  
GB/T 5009-34-2003 Determination of sulphite in foods [S].
- [30] 杨娟, 张丽, 朱万燕, 等. 食品中亚硫酸盐检测方法的对比分析[J]. 食品与药品, 2014, 16(2): 140-144.  
Yang J, Zhang L, Zhu WY, *et al.* Analysis of determination methods of sulfite in food [J]. Food Drug, 2014, 16(2): 140-144.
- [31] 郑阿萍, 翁凌, 安冬, 等. 电化学检测饼干中的焦亚硫酸钠[J]. 食品研究与开发, 2014, 35(9): 96-99.  
Zheng AP, Weng L, An D, *et al.* Electrochemical detection of sodium metabisulphite in the biscuit [J]. Food Res Dev, 2014, 35(9): 96-99.
- [32] 芦晓芳, 王颖莉, 杜慧玲, 等. 电导滴定法测定食品中二氧化硫残留量[J]. 现代食品科技, 2010, 26(11): 1289-1292.  
Lu XF, Wang YL, Du HL, *et al.* Determination of Sulfur dioxide residue in food by conductance titration [J]. Mod Food Sci Technol, 2010, 26(11): 1289-1292.
- [33] 郭丽萍, 莫海涛, 卢家炯, 等. 离子色谱法测定黄花菜中的亚硫酸盐[J]. 食品科技, 2006, (5): 106-110.  
Guo LP, Mo HT, Lu JJ, *et al.* Measurement of sulfite in hemerocallis citrina baroni by ion chromatography [J]. Food Sci Technol, 2006, (5): 106-110.
- [34] 武金良, 卢家炯, 杜玉兰, 等. 离子色谱法测定米粉、米线、河粉、粉丝中的亚硫酸盐 [J]. 广西轻工业, 2008, (3): 3-4.  
Wu JL, Lu JJ, Du YL, *et al.* Determination of sulfite in rice flour, rice noodles, rice noodles and vermicelli by ion chromatography [J]. Guangxi J Light Ind, 2008, (3): 3-4.
- [35] 冯斌超, 代茹, 卢家炯. 离子色谱法检测银耳中亚硫酸盐含量的研究[J]. 食品与药品, 2008, 10(5): 50-52.  
Feng BC, Dai R, LU JJ. Determination of sulfite content in tremella by Ion chromatography [J]. Food Drug, 2008, 10(5): 50-52.
- [36] Liao BS, Sram JC, Files DJ. Determination of free sulfites (SO<sub>3</sub>-2) in dried fruits processed with sulfur dioxide by ion chromatography through anion exchange column and conductivity detection [J]. J Aoac Int, 2013, 96(5): 1103-1108.
- [37] Diego C, Marco I, Aurelia DT, *et al.* Development of a new analytical method for the determination of sulphites in fresh meats and shrimps by ion exchange chromatography with conductivity detection, 4th International Symposium on Recent Advance in Food Analysis, November 4-6, 2009 [C]. Prague, Czech Republic.
- [38] Luis F. Guido. Sulfites in beer: reviewing regulation, analysis and role [J]. Sci Agric, 2016, 73(2): 189-197.
- [39] 王金霞, 林江丽, 鹿毅, 等. 荧光衍生化法测定新疆特色葡萄干中总亚硫酸盐含量[J]. 食品科学, 2016, 37(4): 212-215.  
Wang JX, Lin JL, Lu Y, *et al.* Determination of total sulfite in xinjiang specialty raisin by fluorescence derivatization [J]. Food Sci, 2016, 37(4): 212-215.
- [40] 马占玲, 张静, 励建荣, 等. 充氮蒸馏-邻苯二甲酰荧光法测定绿豆芽中的亚硫酸盐含量[J]. 现代食品科技, 2016, 32(7): 243-248.  
Ma ZL, Zhang J, Li JR, *et al.* Analysis of sulfite content in mung bean

- sprouts using the distillation (with a nitrogenflow)-ortho-phthalaldehyde fluorescence method [J]. *Mod Food Sci Technol*, 2016, 32(7): 243-248.
- [41] 李东钰, 李照, 杨兴斌, 等. 二氧化硫衍生物荧光探针的研究进展[J]. *中国科学: 化学*, 2018, 48(1): 45-57.
- Li DY, Li Z, Yang XB, *et al.* Progress in fluorescent probes for sulfur dioxide derivatives [J]. *Sci China: Chem*, 2018, 48(1): 45-57.
- [42] 吕勇智, 李宏达, 邹宁, 等. 新型荧光探针法检测食品中的亚硫酸盐含量[J]. *中国科学院学报*, 2016, (1): 77-80.
- Lu YZ, Li HD, Zou N, *et al.* Detection of sulfite content in food by new fluorescent probe method [J]. *J Chin Acad Sci*, 2016, (1): 77-80.
- [43] 徐琴, 王凤美, 牟志春, 等. 固相萃取-柱后衍生-反相高效液相色谱法测定蒜粉中的亚硫酸盐[J]. *分析实验室*, 2009, (10): 120-122.
- Xu Q, Wang FM, Mu ZC, *et al.* Determination of sulfite in garlic powder by solid phase extraction - post - column derivatization - reversed-phase high performance liquid chromatography [J]. *Chin J Anal Lab*, 2009, (10): 120-122.
- [44] 曹凤梅, 张新申, 赵欢欢, 等. 流动注射褪色法测定食品中的亚硫酸盐[J]. *皮革科学与工程*, 2011, 21(2): 56-59.
- Cao FM, Zhang XS, Zhao HH, *et al.* Determination of food sulfite by flow-injection analysis with color-fading spectrometric method [J]. *Leather Sci Eng*, 2011, 21(2): 56-59.
- [45] Edberg U. Enzymatic determination of sulfite in foods: NMKL interlaboratory study [J]. *AoAC Int*, 1993, 76(1): 53-58.
- [46] Lim HS, Park SK, Kim SH, *et al.* Comparison of four different methods for the determination of sulfites in foods marketed in south Korea [J]. *Food Addit Contami: Part A*, 2014, 31(2): 187-196.

(责任编辑: 韩晓红)

## 作者简介

罗 晓, 中级工程师, 主要研究方向为食品检验。

E-mail: lkjw001@163.com

王志宏, 高级工程师, 主要研究方向为食品检验与安全。

E-mail: 59880013@qq.com

## “食品化学与营养”专题征稿函

食品中成分相当复杂, 有些成分是动、植物体内原有的; 有些是在加工过程、储藏期间新产生的; 有些是人为添加的; 有些是原料生产、加工或储藏期间所污染的; 还有的是包装材料带来的。食品营养是指人体从食品中所能获得的满足自身生理需要的必要的生物学过程, 而食品营养学是研究食物、营养与人体生长发育和健康的科学以及提高食品营养价值的措施。食品化学就是从化学的角度和分子水平上研究食品中化学成分的结构、理化性质、营养作用、安全性及可享受性, 以及各种成分在食品生产、食品加工和储藏期间的变化及其对食品营养性、享受性和安全性影响的科学, 为改善食品品质、开发食品新资源、革新食品加工工艺和储运技术、科学调整膳食结构、改进食品包装、加强食品质量与安全控制及提高食品原料加工和综合利用水平奠定理论基础。

鉴于此, 本刊特别策划了“食品化学与营养”专题, 由天津科技大学食品工程与生物技术学院院长 **张民 教授** 担任专题主编, 围绕 **食品中的营养成分、微量及添加成分、生理活性成分及以上各成分在食品加工、储藏过程中的次生物质的分离与分析, 食品加工、储藏和运销过程对食品化学成分的影响, 营养与膳食平衡、能量平衡、疾病防治的关系, 食品的营养素强化与功能性食品等方面**或您认为本领域有意义的问题进行论述, 计划在2019年**7月份出版**。

鉴于您在该领域的成就, 本刊主编 **吴永宁 研究员** 及专题主编 **张民 教授** 特邀请您为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。综述、实验报告、研究论文均可, 请在**2019年6月01日**前通过网站或E-mail投稿。我们将快速处理并优先发表。

感谢您的参与与支持!

投稿方式:

网站: [www.chinafoodj.com](http://www.chinafoodj.com)(请选择**食品化学与营养**专题)

E-mail: [jfoodsq@126.com](mailto:jfoodsq@126.com)(请注明**食品化学与营养**文章)

《食品安全质量检测学报》编辑部