

# 水产品中二氧化硫残留量的调查分析

何柳<sup>1,2</sup>, 王联珠<sup>2\*</sup>, 郭莹莹<sup>2</sup>, 朱文嘉<sup>2</sup>, 刘芬<sup>2,3</sup>

(1. 中国海洋大学食品科学与工程学院, 青岛 266003; 2. 中国水产研究员黄海水产研究所, 青岛 266071;  
3. 上海海洋大学食品学院, 上海 201306)

**摘要: 目的** 了解我国市售水产品中二氧化硫(sulfur dioxide, SO<sub>2</sub>)的残留状况, 为制定和完善水产品中 SO<sub>2</sub> 限量标准提供科学依据。**方法** 根据 GB/T5009.34-2016《食品安全国家标准 食品中二氧化硫的测定》中的检测方法, 对山东、浙江、天津 2014~2016 年市售的虾蟹类及其制品 101 例、鱼类及其制品 95 例、贝类及其制品 42 例和头足类及其制品 29 例共 267 例样品进行 SO<sub>2</sub> 残留检测。**结果** 水产品及其制品中 SO<sub>2</sub> 的残留量范围为 ND~3994.38 mg/kg, 平均残留量达到 57.10 mg/kg, 多数处于较低水平。不同种类的水产品及其制品中 SO<sub>2</sub> 的残留量差异有统计学意义( $P<0.05$ ), 其中虾蟹类及其制品中的 SO<sub>2</sub> 的残留量明显高于其他水产品, 其残留量平均值达到 130.93 mg/kg, 其中最大值为 3994.38 mg/kg。**结论** SO<sub>2</sub> 在不同种类的水产品中均有不同程度的存在, 水产品中 SO<sub>2</sub> 残留问题亟需关注。

**关键词:** 二氧化硫残留量; 水产品; 监管

## Investigation and analysis of sulfur dioxide residue in aquatic products

HE Liu<sup>1,2</sup>, WANG Lian-Zhu<sup>2\*</sup>, GUO Ying-Ying<sup>2</sup>, ZHU Wen-Jia<sup>2</sup>, LIU Fen<sup>2,3</sup>

(1. College of Food Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266003, China; 2. Yellow Sea Fishery Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China; 3. College of Food Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

**ABSTRACT: Objective** To investigate the sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) residue in aquatic products in markets in order to provide the basis for formulating and improving relevant standards of aquatic products. **Methods** According to GB/T5009.34-2016 *National food safety standard-Determination of sulfur dioxide in food*, SO<sub>2</sub> residue of a total of 267 samples, including 101 samples of prawn and crab products, 95 samples of fish products, 42 samples of shellfish products and 29 samples of cephalopods products from Shandong, Zhejiang and Tianjin in 2014~2016 was determined. **Results** The concentration of SO<sub>2</sub> residue was ranged in ND~3994.38 mg/kg, and the average residues was 57.10 mg/kg, most of which were in the low level. SO<sub>2</sub> residue in prawn and crab products were statistical significant ( $P<0.05$ ), and the average content and maximum value were 130.93 mg/kg and 3994.38 mg/kg, respectively. **Conclusion** SO<sub>2</sub> residue exists in different kinds of aquatic products in varying degrees, which needs urgent attention.

**KEY WORDS:** sulfur dioxide residue; aquatic products; supervision

基金项目: 农业部 2015 年捕捞水产品质量安全监测项目(捕捞加工品专项) (2130109)

**Fund:** Supported by the Project of Safety and Quality of Fishing Aquatic Products of Ministry of Agriculture in 2015 (Fishing Aquatic Products Special) (2130109)

\*通讯作者: 王联珠, 研究员, 主要研究方向为水产品质量安全和标准化。E-mail: wanglz@ysfri.ac.cn

\*Corresponding author: WANG Lian-Zhu, Professor, Yellow Sea Fishery Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, No. 106, Nanjing Street, Qingdao 266071, China. E-mail: wanglz@ysfri.ac.cn

## 1 引 言

亚硫酸盐通常被认为是一类安全性较高的食品添加剂, 主要是作为防腐剂、漂白剂和抗氧化剂使用。近年来, 随着对亚硫酸盐保鲜机制的了解, 亚硫酸盐类食品添加剂逐渐被允许使用到各类食品中<sup>[1,2]</sup>, 如 GB 2760-2014《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》<sup>[3]</sup>中规定了蔬菜、水果、米面制品等 19 大类食品中亚硫酸盐使用的规定, 限量为 10~400 mg/kg(以 SO<sub>2</sub> 残留量计)。

关于国内水产品中亚硫酸盐的使用, 最早在 SC/T 3113-2002《冻虾》<sup>[4]</sup>中规定冻虾中的 SO<sub>2</sub> 残留量为 100 mg/kg, GB/T 23497-2009《鱿鱼丝》<sup>[5]</sup>、SC/T 3302-2010《烤鱼片》<sup>[6]</sup>等多项水产行业标准及地方标准都依据国际上的相关标准对 SO<sub>2</sub> 限量做出明确规定。但自 2009 年 6 月 1 日我国食品安全法实施之后, 水产品加工过程中使用的添加剂品种和用量均应符合 GB 2760-2004<sup>[3]</sup>的规定, GB 2760-2004 中并未规定水产品中亚硫酸盐的使用限量, 根据食品添加剂的使用说明即不允许在此类食品中添加亚硫酸盐, 至此水产品的 SO<sub>2</sub> 残留量失去相关标准的保障, 在此期间有关水产品中亚硫酸盐检出的食品安全事件频发, 致使多家干制水产品加工企业和大型超市被曝光, 多批产品下架或停售, 同时也严重影响我国的水产品进出口贸易。

2016 年 8 月 3 日, 国家卫生计生委发布了 2016 年第 9 号公告《关于抗坏血酸棕榈酸酯(酶法)等食品添加剂新品种的公告》<sup>[7]</sup>, 并在文件中规定鲜水产和冷冻水产品及其制品(仅限于海水虾蟹类及其制品)中焦亚硫酸钠的最大使用量为 100 mg/kg(以 SO<sub>2</sub> 残留量计), 将海水虾蟹作为第 20 类被允许 SO<sub>2</sub> 检出的食品, 除海水虾蟹外, 其他水产品仍不得检出 SO<sub>2</sub>。相较于国内标准, 国际食品法典以及我国主要贸易国家对水产品中亚硫酸盐类食品添加剂的应用有着详细的规定。

目前关于国内市售水产品及其制品中 SO<sub>2</sub> 的残留量还没有大量的检测数据, 对其本底含量和亚硫酸盐添加量也无法进行合理评估。本研究对山东、浙江、天津等地市售的 267 个水产品及其制品中 SO<sub>2</sub> 的残留量进行了检测分析, 以期为水产品的质量安全及风险监测提供一定的科学依据。

## 2 材料与方 法

### 2.1 样品采集

2013 年 12 月至 2016 年 5 月在青岛、杭州、舟山、天津 4 地选取了 16 家有代表性的超市和农贸市场, 按照随机抽样原则采集水产品及其制品 267 份。

### 2.2 仪器和试剂

拜杰 KF03 研磨机(德清拜杰电器有限公司); 阿诗顿

EF410 料理机(宁波阿诗顿电器有限公司); 电子天平(北京赛多利斯); Miji Gala EI 远红外辐射炉(米技电子电器有限公司); KQ-500DE 数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司); 立式低温保存箱(海尔集团); ZRD-A7080 鼓风干燥箱(上海智试分析仪器制造有限公司); 98-1-C 型数字控温加热套(天津泰斯特仪器有限公司);

盐酸、硫酸(分析纯, 莱阳经济技术开发区精细化工厂); 可溶性淀粉、氢氧化钠、碳酸钠、乙酸铅、硫代硫酸钠、碘、碘化钾(分析纯, 国药集团化学试剂有限公司);

重铬酸钾标准品(优级纯, 500 g/瓶, 国药集团化学试剂有限公司)。

## 2.3 实验方法

### 2.3.1 检测方法

按照 GB/T5009.34-2016《食品安全国家标准 食品中二氧化硫的测定》<sup>[8]</sup>检测样品中的 SO<sub>2</sub> 残留量, 检出限为 3 mg/kg。

### 2.3.2 检测结果判定依据

GB 2760-2014《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》规定, 鲜水产(仅限于海水虾蟹类及其制品)和冷冻水产品及其制品(仅限于海水虾蟹类及其制品)中焦亚硫酸钠的最大使用量为 100 mg/kg(以 SO<sub>2</sub> 残留量计), 其他水产品为不得检出。

### 2.3.3 统计学分析

采用 Excel 2003 进行数据的基本处理, 采用 SPSS 19.0 软件进行非参数检验等统计分析统计。

## 3 结果与分析

### 3.1 检测结果概况

本次调研共抽检水产品样品 267 个, 经检测发现, SO<sub>2</sub> 残留量的总检出率为 87.27%(233/267), 残留量范围为 ND~3994.38 mg/kg, 中位数为 12.41 mg/kg, 平均残留量达到 57.10 mg/kg, 多数处于较低水平(详见表 1)。经 Kruskal-Wallis 多样本非参数检验, 不同种类的水产品及其制品中 SO<sub>2</sub> 的残留量差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。4 类水产品中 SO<sub>2</sub> 残留量以虾蟹类最高, 最大值为 3994.38 mg/kg, 中位数为 15.28 mg/kg, 平均值为 130.93 mg/kg, 均高于其他各类水产品。

### 3.2 虾蟹类产品中 SO<sub>2</sub> 检测概况

实验抽检虾蟹类样品 95 个, 除烤虾外多数处于较低水平(详见表 2)。鲜冻虾的 SO<sub>2</sub> 残留量明显高于其他种类的鲜冻水产品。虾皮中 SO<sub>2</sub> 残留量普遍低于鲜冻虾, 而虾米和虾(蟹)干中 SO<sub>2</sub> 残留量普遍高于鲜冻虾。值得注意的是烤虾产品, 本次检测了 5 个样品, 1 个低于 30 mg/kg, 另外 4 个烤虾的样品 SO<sub>2</sub> 较高, 分别为 633.36、1672.49、2691.9 和 3994.38 mg/kg, 严重超出 100 mg/kg 的残留限量。经 Kruskal-Wallis 多样本非参数检验, 不同虾蟹类产品中 SO<sub>2</sub>

的残留量差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

### 3.3 鱼类产品中 SO<sub>2</sub> 检测概况

实验抽检鱼类样品 101 个, 检测发现 SO<sub>2</sub> 残留量多数处于较低水平(详见表 3)。鲜冻鱼样品共 24 个, 其中 14 个样品是历经运输储藏后的市售鲜冻鱼, SO<sub>2</sub> 残留量均值为 25.03 mg/kg; 另 10 个样品是未添加任何保鲜剂的新鲜捕捞鱼, SO<sub>2</sub> 残留量均值为 20.23 mg/kg。咸鱼中 SO<sub>2</sub> 残留量普遍高于其他类型的鱼产品, 烤鱼片、烤鱼排、香酥鱼、鱼豆腐等即食鱼产品中的 SO<sub>2</sub> 残留量为各类产品中最低。经 Kruskal-Wallis 多样本非参数检验, 不同鱼类产品中 SO<sub>2</sub> 的残留量差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

### 3.4 头贝类产品中 SO<sub>2</sub> 检测概况

实验抽检贝类样品 42 个, 检测发现 SO<sub>2</sub> 残留量的总检出率为 85.71%(36/42), 合格率为 14.29%, 残留量范围为 ND~45.11 mg/kg, 中位数为 15.72 mg/kg, 平均残留量达到 15.32 mg/kg, 多数处于较低水平(详见表 4)。鲜贝样品均为未经长距离运输和储藏的新鲜贝类, 未添加任何保鲜剂。

### 3.5 头足类产品中 SO<sub>2</sub> 检测概况

实验抽检头足类样品 29 个, 检测发现 SO<sub>2</sub> 残留量多数处于较低水平(详见表 5)。即食头足类产品 25 个包括鱿鱼丝、风琴鱿鱼片等休闲食品, 其 SO<sub>2</sub> 残留量普遍高于鲜头足样品, 并普遍低于干头足样品, 其中最大值为墨鱼丝 89.6 mg/kg。

表 1 不同类型水产品中的 SO<sub>2</sub> 残留量( $\bar{x} \pm s$ )  
Table 1 Content of SO<sub>2</sub> in different types of aquatic products ( $\bar{x} \pm s$ )

种类	数量	检出率(%)	合格率(%)	SO <sub>2</sub> 残留量(mg/kg)		
				均值	中位数	含量范围
虾蟹类	95	91.58	89.47	130.98±524.43 <sup>a</sup>	15.28	ND~3994.38
鱼类	101	88.12	11.88	17.76±20.52 <sup>b</sup>	11.18	ND~127.52
头足类	42	72.41	27.59	12.57±18.76 <sup>b</sup>	7.26	ND~89.60
贝类	29	85.71	14.29	15.32±11.51 <sup>b</sup>	15.72	ND~45.11
合计	267	87.27	41.57	57.10±316.91	12.41	ND~3994.38

注: ND 表示未检出; 上标相同小写字母表示在 0.05 水平上, SO<sub>2</sub> 残留量差异不显著, 不同表示差异显著。

表 2 不同虾蟹类产品中 SO<sub>2</sub> 检测情况  
Table 2 Content of SO<sub>2</sub> in different types of prawn and crab products

种类	数量(个)	检出率(%)	合格率(%)	SO <sub>2</sub> 残留量(mg/kg)		
				均值	中位数	含量范围
鲜、冻虾	26	84.62	96.15	30.22±50.98 <sup>c</sup>	15.67	ND~259.78
虾皮	31	96.77	100	15.28±9.39 <sup>c</sup>	13.01	ND~39.56
虾米/虾(蟹)干	33	90.91	84.85	56.64±111.72 <sup>b</sup>	18.71	ND~531.50
烤虾	5	100	20	1862.08±1544.50 <sup>a</sup>	1672.49	13.66~3994.38
合计	95	91.58	89.47	130.98±524.43	15.28	ND~3994.38

表 3 鱼类产品中 SO<sub>2</sub> 检测情况  
Table 3 Content of SO<sub>2</sub> in different types of fish products

种类	数量(个)	检出率(%)	合格率(%)	SO <sub>2</sub> 残留量(mg/kg)		
				均值	中位数	含量范围
鲜、冻鱼	24	87.50	12.50	23.03±29.84 <sup>a</sup>	11.86	ND~127.52
咸鱼	17	100	0	24.15±16.03 <sup>a</sup>	21.63	3.28~64.56
即食鱼类	60	85.00	15.00	13.85±16.08 <sup>b</sup>	8.62	ND~87.39
合计	101	88.12	11.88	17.76±20.52	11.18	ND~127.52

表 4 贝类产品中 SO<sub>2</sub> 检测情况  
Table 4 Content of SO<sub>2</sub> in different types of shellfish products

种类	数量(个)	检出率(%)	合格率(%)	SO <sub>2</sub> 残留量(mg/kg)		
				均值	中位数	含量范围
鲜贝	31	87.10	12.90	15.17±11.03 <sup>a</sup>	12.21	ND~45.11
干贝	11	81.82	18.18	15.75±13.34 <sup>a</sup>	11.96	ND~39.95
合计	42	85.71	14.29	15.32±11.51	15.72	ND~45.11

表 5 头足类产品中 SO<sub>2</sub> 检测情况  
Table 5 Content of SO<sub>2</sub> in different types of cephalopods products

种类	数量(个)	检出率(%)	合格率(%)	SO <sub>2</sub> 残留量(mg/kg)		
				均值	中位数	含量范围
鲜头足类	2	50.00	50.00	3.15±4.45 <sup>a</sup>	3.15	ND~6.29
干头足类	2	100	0	24.17±14.51 <sup>a</sup>	24.17	13.91~34.43
即食头足产品	25	72.00	28.00	12.40±19.55 <sup>a</sup>	7.26	ND~89.60
合计	29	72.41	27.59	12.57±18.76	7.26	ND~89.60

## 4 讨 论

对上述检测结果进行分析, 探讨各类水产品中 SO<sub>2</sub> 的来源, 主要有以下几个方面:

### 4.1 水产品自身的代谢产物

由于水产品富含蛋白质, 特别是含巯基蛋白的水产品在其代谢过程中易产生巯基物质, 存在于水产品体内, 在加工过程中不能消除, 会导致在检测时有 SO<sub>2</sub> 检出<sup>[9]</sup>。通过对 47 个未添加亚硫酸盐的鱼类、头足类和贝类鲜冻品检测发现 SO<sub>2</sub> 检出率为 85.94%, 均值为 21.9 mg/kg。杨文友等<sup>[10]</sup>研究发现, 未经任何方式加工的新鲜动物性食品, SO<sub>2</sub> 残留率达 81.8%, 与实验结果基本相符。不同鲜冻水产品之间的亚硫酸盐本底含量不同, 主要原因如下: (1) 品种差异; (2) 生长环境不同而导致的自身从环境中积累的亚硫酸盐不同; (3) 冷冻储藏时间不同而导致的氨基酸代谢水平不同。

### 4.2 捕捞虾类产品时添加亚硫酸盐作为保鲜剂

应用亚硫酸盐类处理捕捞虾类和蟹类产品防止黑变的做法在国际上非常普及<sup>[11-13]</sup>。若不使用焦亚硫酸钠等防腐剂, 每年大约会致使约 20% 的海捕虾腐败变质, 约 50% 鲜度下降 1~2 个等级, 海捕虾蟹的品质与食用安全也得不到保证<sup>[14,15]</sup>。在我国浙江一带由于海水虾、蟹类捕捞季节一般集中在夏秋季节, 气温较高, 航次时间长, 捕获的虾蟹迅速黑变。渔民捕获虾蟹后, 在船上用焦亚硫酸钠防止

虾蟹黑变。由于渔民操作随意、使用量过大, 导致产品中 SO<sub>2</sub> 过高, 影响了食品的安全性。为此, 浙江省发布地方标准 DB33/451-2003《海捕虾保鲜操作技术要求》<sup>[16]</sup>规范渔民的操作, 以避免过度使用亚硫酸盐, 目前亚硫酸盐的添加方式有喷洒法、浸渍法以及在冰块中融入焦亚硫酸钠 3 种方法<sup>[17]</sup>。本研究发现, 鲜冻虾中的 SO<sub>2</sub> 残留量普遍高于其他种类的鲜冻品, 各类虾蟹加工品中均有 SO<sub>2</sub> 残留量极高的样品检出, 都验证了浦虾类的捕捞运输过程中存在普遍添加亚硫酸盐的情况。

### 4.3 水产品加工过程中辅料带入

在生产烤虾、鱿鱼丝和烤鱼片等各类以水产品为原料的休闲食品时, 生产中使用糖类、味精等调味品及淀粉等配料会将自身携带 SO<sub>2</sub> 的传递至终端产品, 这是产品检测出 SO<sub>2</sub> 的一重要来源。GB 2760-2014《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》中规定食糖、淀粉糖和淀粉中 SO<sub>2</sub> 残留限量分别为 100、40 和 30 mg/kg。

另外, 有文献<sup>[18]</sup>称烤鱼片、鱼糜、鱿鱼丝等鱼类制品使用亚硫酸盐作为防腐剂, 但本研究检测数据并未直观表现。

### 4.4 国内外标准合格率对比

本次检测的 267 个样品, 有 111 个样品符合 GB 2760-2014《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》中的亚硫酸盐限量规定, 合格率为 41.57%。按国际或主要贸易国的标准判定, 结果详见表 6。

表 6 国外对水产品中亚硫酸盐类食品添加剂使用规定及合格率

Table 6 Using rules and percent of pass of SO<sub>2</sub> in different types of aquatic products and pass rate according to the Foreign standards

国家、地区或国际组织	标准名称	适用产品	限量规定 (以 SO <sub>2</sub> 计, mg/kg)	合格率/%
国际食品法典委员会(CAC)	CODEX STAN 192-1995 《食品添加剂通用法典标准》(2014 年修订版) <sup>[19]</sup>	新鲜的软体动物、甲壳类和棘皮类动物; 冷冻的鱼、鱼片和水产加工品, 包括软体动物、甲壳类和棘皮类动物;	100	97.69
		烹调的鱼、软体动物、甲壳类和棘皮类动物; 全保藏的水产加工品, 如罐装或发酵的水产加工品, 包括鱼、软体动物、甲壳类和棘皮类动物	150	95.56
		经烟熏、干制、发酵和/或盐腌的水产加工品	30	79.79
联合国粮农组织(FAO)	CODEX STAN 92-1981 《速冻虾或对虾》 (1995 年修订) <sup>[20]</sup>	速冻虾或对虾	生品: 100	96.15
			熟制品: 30	75.36
联合国粮农组织(FAO)	FAO/WHO 食品添加剂品种名单 <sup>[21]</sup>	虾肉最终产品	熟制品: 30	75.36
美国食品药品监督管理局(FDA)	《食品添加剂使用卫生标准》 <sup>[22]</sup>	所有进口水产品	100, 含量为 10~100 的产品应在食品标签声明	95.88
日本	《日本食品添加剂使用标准》 <sup>[23]</sup>	冷冻带壳螃蟹、带壳对虾	100	94.12
		虾皮、虾干	10	26.56
韩国	《中韩关于进出口水产品卫生管理协议》 <sup>[24]</sup>	进口海蟹、虾干	30	72.73
		其他水产品	100	97.44

## 5 结论

本研究首次对我国多地市售水产品中的 SO<sub>2</sub> 残留量进行了大规模调研, 调查结果发现市售水产品的 SO<sub>2</sub> 残留量均值为 57.10 mg/kg、合格率为 41.57%, 其中虾类产品 SO<sub>2</sub> 残留量的均值为 130.93 mg/kg、合格率为 89.47%, 鱼类、贝类、头足类产品中 SO<sub>2</sub> 残留量均值为 21.9 mg/kg, 合格率为 36.11%。研究发现水产品中天然存在一定量的亚硫酸盐, 虾类产品中普遍存在亚硫酸盐的添加情况, 水产品加工过程因添加调味剂而有 SO<sub>2</sub> 混入。

综合考虑水产品中 SO<sub>2</sub> 的本底含量以及我国水产品捕捞加工产业的实际国情和国际标准接轨的情况, 建议在对水产品中的亚硫酸盐含量进行安全性评估的基础上, 制定统一且对水产品涵盖范围全面、分类明确的国家食品安全限量标准。

### 参考文献

- [1] 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, Xia SC. Review on the function and application of sulphite in food processing [J]. Food Sci, 2004, 25(12): 198-201.
- [2] 白剑英. 食品添加剂亚硫酸盐的研究进展[J]. 环境与职业医学, 2007,

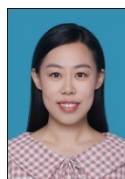
24(4): 431-434.

- [3] Bai JY. Research progress of sulfites as a food additive [J]. J Environ Occup Med, 2007, 24(4): 431-434.
- [3] GB 2760-2014 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准[S].  
GB 2760-2014 National food safety standard-Standard for uses of food additives [S].
- [4] SC/T 3113-2002 冻虾[S].  
SC/T 3113-2002 Frozen prawn [S].
- [5] GB/T 23497-2009 鱿鱼丝[S].  
GB/T 23497-2009 Sherded squid [S].
- [6] SC/T 3302-2010 烤鱼片[S].  
SC/T 3302-2010 Roasted fish fillet [S].
- [7] 关于抗坏血酸棕榈酸酯(酶法)等食品添加剂新品种的公告[EB/OL].  
<http://www.nhfpc.gov.cn/sps/s7890/201608/f06b07409beb4b798fb51e0f3042f99f.shtml>. 2016-08-03  
Supplementary notice about new food additives such as ascorbyl palmitate (enzymatic) [EB/OL]. <http://www.nhfpc.gov.cn/sps/s7890/201608/f06b07409beb4b798fb51e0f3042f99f.shtml>. 2016-08-03
- [8] GB/T 5009. 34-2016 食品安全国家标准 食品中二氧化硫的测定[S].  
GB/T 5009. 34-2016 National food safety standard-Determination of sulfur dioxide in food [S].
- [9] 尹洁, 朱茉莉, 励建荣. 食品中二氧化硫的来源与检测方法[J]. 食品科技, 2009, (11): 292-296.  
Yin J, Zhu JL, Li JR. Origin and determination method of sulfur dioxide in

- foods [J]. Food Sci Technol, 2009, 34(11): 292–296.
- [10] 杨文友, 王汝毅, 刘燕, 等. 鲜动物性可食用组织 SO<sub>2</sub> 残留的初步检测与分析[J]. 动物医学进展, 2010, 31(s1): 78–81.  
Yang WY, Wang RY, Liu Y, *et al.* Preliminary detection and analysis of SO<sub>2</sub> residue in fresh edible animal tissue[J]. Progress in Vet Med, 2010, 31(s1): 78–81.
- [11] 吴燕燕, 李来好, 杨贤庆, 等. 亚硫酸盐在对虾保鲜加工中的残留变化[J]. 广西师范大学学报:自然科学版, 2007, 25(1): 62–65.  
Wu YY, Li LH, Yang XQ, *et al.* Sulfite residue in prawn (*Litopenaeus vannamei*) of preservation processing [J]. J Guangxi Norm Univ: Nat Sci Ed, 2007, 25(1): 62–65.
- [12] 卓华龙, 柳海, 申屠基康. 海捕虾保鲜效果的比较[J]. 中国食品卫生杂志, 2007, 19(3): 228–233.  
Zhuo HL, Liu H, Shentu JK. Comparison of effect of 4 fresh-tress-preserving agents and 3 methods of application on preservation of sea prawn [J]. Chin J Food Hyg, 2007, 19(3): 228–233.
- [13] 谭乐义, 龚方, 林黎明, 等. 亚硫酸盐保鲜剂在对虾保鲜中的应用研究[C]. 食品安全技术与标准国际研讨会暨 AOAC 中国区会议论文集, 2011.  
Tan LY, Gong F, Lin LM, *et al.* Sulfite preservatives in shrimp preservation research [C]. International symposium on technology and food safety standards AOAC Chinese conference proceedings, 2011.
- [14] Bonoa G, Badaluccoa CV, Cusumano S, *et al.* Toward shrimp without chemical additives: A combined freezing-MAP approach[J]. Food Sci Technol, 2012, 1(46): 274–279.
- [15] 胡冬梅, 孙涛, 谢晶南. 美白对虾保鲜剂研究进展[J]. 食品科学, 2011, 32(13): 365–368.  
Hu DM, Sun T, Xie JN. Progress in the shrimp preservative [J]. Food Sci, 2011, 32(13): 365–368.
- [16] DB33/451-2003 海捕虾保鲜操作技术要求[S].  
DB33/451-2003 Preservation technology requirement of sea prawns [S].
- [17] 温岭市局举办拖虾渔民培训班[EB/OL]. <http://www.zjscxh.com/news/show-10256.html>. 2016-07-09.  
A training course for fishermen about catching shrimp was held in Wenling by the oceanic and fishery bureau of Zhejiang province[EB/OL]. <http://www.zjscxh.com/news/show-10256.html>. 2016-07-09.
- [18] 彭福峰. 烤鱼片加工工艺[J]. 食品与药品, 1997, (2): 27–27.  
Peng FF. Processing technology of dried fish fillet [J]. Food Drug, 1997, (2): 27–27
- [19] CODEX STAN 192-1995 食品添加剂通用法典标准(2014 年修订版)[S].  
CODEX STAN 192-1995 General standard for food additives (revised edition in 2014) [S]
- [20] CODEX STAN 92-1981 速冻虾或对虾 (1995 年修订)[S].  
CODEX STAN 92-1981 Standard for quick frozen shrimps or prawns (revised edition in 1995) [S].
- [21] FAO/WHO 食品添加剂品种名单[S].  
FAO/WHO Food additive species list [S].
- [22] FDA. 食品添加剂使用卫生标准[S].  
FDA. Hygienic standards of using food additives [S].
- [23] 日本厚生劳动省. 日本食品添加剂使用标准[S].  
Japan's Health Ministry. The Japanese standards of using food additives [S].
- [24] 中韩关于进出口水产品卫生管理协议[S].  
Health management protocol for import and export of aquatic products between China and South Korea [S].

(责任编辑: 姚 菲)

## 作者简介



何 柳, 硕士, 主要研究方向为水产品质量安全与标准。  
E-mail: 15712766078@163.com

王联珠, 研究员, 主要研究方向为水产品质量安全和标准化。  
E-mail: wanglz@ysfri.ac.cn