

成品海蜇的铝残留问题与解决思路

李学渊¹, 陈建文^{1*}, 张凤梅², 徐恒骞³

(1. 日照市疾病预防控制中心, 日照 276826; 2. 山东理工大学医院, 淄博 255049;
3. 山东理工大学生命科学学院, 淄博 255049)

摘要: 本文阐述了铝对健康的影响及相关标准对海蜇中铝残留量的限制, 指出了相关标准中对铝限量规定的不足, 提出了更科学、更易操作的建议, 并指出在现阶段海蜇中铝残留量超标现象具有普遍性, 是食品工作者不可回避的问题; 近年来该问题一直没有从根本上解决, 是制约海蜇产业发展的重要瓶颈。同时为当前成品海蜇中存在大量铝残留的问题提出了解决思路, 指出通过对明矾替代品和脱矾(铝)工艺方法的深入研究, 有望为海蜇产业寻找大幅度降低成品海蜇中铝残留、并可使成品海蜇铝含量达到食品安全标准的方法。

关键词: 海蜇; 铝残留; 食品安全标准; 解决思路

Problems and solving thoughts of aluminum residue in finished jellyfish

LI Xue-Yuan¹, CHEN Jian-Wen^{1*}, ZHANG Feng-Mei², XU Heng-Jian³

(1. Rizhao City Center Disease Control and Prevention, Rizhao 276826, China; 2. Shandong University of Technology Hospital, Zibo 255049, China; 3. College of Life Science, Shandong University of Technology, Zibo 255049, China)

ABSTRACT: This paper described the effects of aluminum on health and limits of the amount of residual aluminum in jellyfish by related standards, pointed out the deficiency of aluminum limit specified in related standards, and put forward suggestion more scientific and easier to operate. It is pointed out that residual aluminum of jellyfish exceeded the standard scope was a common phenomenon in the present stage, which could not be avoided by food workers, this issue had not been fundamentally resolved and was still an important bottleneck in development of jellyfish industrial in recent years. It put forward the solution to existing problems of a large number of aluminum residues in current finished jellyfish. It also pointed out that the solution was expected to greatly reduce residual aluminum in jellyfish products for jellyfish industry, and could make the content of aluminum in jellyfish products to reach the food safety standards by further researches of alum substitutes and removal of alum (aluminum) process.

KEY WORDS: jellyfish; residual aluminum; food security standard; solving thoughts

1 引言

海蜇不仅含有丰富的蛋白质、糖类、多种维生素、多种微量元素, 而且还含有多种生物活性成分^[1-6], 具有很高的营养价值和药用价值^[7,8], 是我国传统饮食文化中的一道美食,

深受广大消费者的喜爱。但由于海蜇含水量高、易分解和自溶等特点, 在腌制海蜇的加工过程中使用了大量的食盐和明矾^[9,10], 引起了铝元素的大量残留^[11,12]。近年来, 随着公众对铝含量引起的食品安全问题日益关注, 解决食品中铝残留的问题摆在了食品生产者与食品安全管理者的面前。

*通讯作者: 陈建文, 副主任技师, 主要研究方向为卫生理化检验与食品安全风险监测及评估。E-mail: rzdccejw@126.com

*Corresponding author: CHEN Jian-Wen, Associate Chief Technologist, Rizhao Center for Disease Control and Prevention, No.136, Beijing Road, Donggang District, Rizhao 276826, China. E-mail: rzdccejw@126.com

2 铝对健康的影响

铝是土壤中含量最多的金属元素,占地壳质量的8%左右。铝在人体内总量约100 mg,约占人体质量的0.0001%。早期,人们认为铝不被人体肠胃吸收,也无毒性。近年来铝对人体的潜在危害引起了广泛关注^[13-15],研究证明,人的肠壁对铝的屏障作用并不完全,摄入过多的铝以后,体内吸收及滞留的铝增多,血清铝含量增高^[16]。长期过量摄入含铝食物,大量铝被人体吸收并蓄积于各个器官。过量的铝积累于人脑组织及神经细胞内可干扰人脑的记忆功能,使长期记忆减退,严重者可造成老年痴呆症、唐氏综合症等疾病^[17-19]。神经系统是铝作用的主要靶器官,有研究表明^[20],铝的过量接触和蓄积可能是导致老年性痴呆原因之一。

铝的大量摄入还会干扰人体对磷的吸收及破坏钙磷平衡,导致骨质软化、骨营养不良等骨科疾病。近几年又有铝对生殖系统、胚胎生长发育的毒性的文献报道^[21]。铝对人体健康影响的致毒机制主要是:铝可与磷、钙、镁等元素产生生物化学作用,从而对人体造成毒害^[22]。铝还对免疫功能有明显的抑制作用,韦小敏等^[23]对体外培养人T、B淋巴细胞的研究发现,铝对机体的T、B淋巴细胞生长密度有明显的抑制作用,对T、B淋巴细胞合成分泌的细胞因子TNF也有明显的抑制作用。

3 海蜇相关标准对铝(明矾)含量的要求

有关海蜇的标准^[24-29]不同对铝残留的限制也有所不

同,具体情况见表1。

SC/T 3210-2001、NY 5171-2002 是国家《食品安全法》颁布前农业部发布的标准,已由农业部进行清理。两者均为推荐性标准,推荐性标准就是自愿采用,但不管推荐标准如何,必须符合国家食品安全标准,如有相抵触,推荐性标准中的相应条款将自动失效。在铝含量的要求中,曾执行GB 2760-2011 国家食品安全标准,在执行该标准时中存在着如何以海蜇“干样品”计的尴尬。DB37/T 426-2004、NY/T 1515-2007 中铝含量要求严于GB 2760-2011 中铝的残留量的规定,前者对明矾(铝)的要求,海蜇经特殊的加工处理后可以达到,但无法指导生产实践,也已废止。而后者明确规定明矾不得检出,其含量不得高于0.003%,以铝计为1.7 mg/kg,该规定则有些过于严厉,除非是鲜海蜇食品,一般盐渍加工海蜇产品及其后续产品难以满足该要求^[30]。

在SC/T 3210-2001 中5.4 明矾的测定要求中,样品前处理存在着原则上的错误。其中5.4.3 叙述“称取20 g 混匀捣碎的样品,放入烧杯内加水煮沸,过滤于500 mL 容量瓶中,冷却至室温后,用水稀释至刻度”,然后便是吸取样品溶液,在酸性条件下滴定定量。在样品前处理中采用水煮方式,Al³⁺在中性条件下易转化生成胶状的Al(OH)₃,具有很强的吸附能力,容易吸附在海蜇残渣上,使测定结果出现明显的偏低^[31]。在执行GB 2760-2011 铝的残留量100 mg/kg(干样品,以铝Al计)的规定时,食品安全风险监测中推荐采用的分析方法有:电感耦合等离子体发射光谱法、

表 1 海蜇相关标准对铝残留的规定
Table 1 Provisions of aluminum residue in jellyfish related standards

标准代号	标准名称	对明矾(铝)的要求	以铝(Al)计(mg/kg)	对铝(明矾)的检测规定	备注
SC/T 3210-2001	中华人民共和国水产行业标准 盐渍海蜇皮和盐渍海蜇头	明矾 1.2%~2.2%	683~1252	按SC/T 3210-2001 中5.4 的规定执行。	2015年5月1日起废止
NY 5171-2002	中华人民共和国农业行业标准 无公害食品 海蜇	明矾 2.2%	1252	按SC/T 3210-2001 中5.4 的规定执行。	2014年1月1日起废止
DB37/T 426-2004	山东省地方标准 即食海蜇	明矾 0.1%	57	按SC/T 3210-2001 中5.4 的规定执行。	2014年9月1日起废止
NY/T 1515-2007	中华人民共和国农业行业标准 绿色食品 海蜇及制品	明矾不得检出(<0.003%)	<1.7	按SC/T 3210-2001 中5.4 的规定执行。	现行有效
GB 2760-2011	中华人民共和国国家标准 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准		铝的残留量 100(干样品,以Al计)	对检测方法未做具体要求。	2015年5月24日起废止
GB 2760-2014	中华人民共和国国家标准 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准		铝的残留量 500(以即食海蜇中Al计)	对检测方法未做具体要求。	现行有效。按生产需要适量使用

注:明矾中铝的含量为5.69%(26.98/474.2)。

分光光度法、石墨炉原子吸收光谱法^[32],对于海蜇中铝含量的测定而言,分光光度法^[33]更适用于我国现阶段基层检测机构与加工生产企业对海蜇中铝含量的监测需要。

在规定 GB 2760-2011 铝残留量时,强调“干样品”,在海蜇中铝含量检测中,难以操作,也完全没有必要。海蜇没有干制品,我国绝大多数海蜇制品为盐渍海蜇或即食海蜇制品,含水分在 80%~95%以上。以其干品设置和检测海蜇制品中铝的残留量不科学。建议检测海蜇食品中铝残留量时,应以湿重计^[34],同时就海蜇“湿重”的概念,应该给出界定。在海蜇样品取样称重时,做到如下要求即可,海蜇样品如果是即食样品,用滤纸吸干表面水珠称样;如果海蜇是需再加工食用的,应按食用习惯将海蜇表面洗净用蒸馏水适当浸泡后吸干表面水分再称样^[35]。在 GB 2760-2014 腌制水产品(仅限海蜇)的铝残留量的要求中,又要求以即食海蜇中 Al 计,应理解为以海蜇“湿重”来计,而对市场上出售的盐渍海蜇、散装海蜇,应如何以即食海蜇中 Al 计仍没有明确规定。

从海蜇产品的相关标准来看,对海蜇产品的管理仍处于混乱之中,需要对海蜇的分类、铝残留及检测方法(特别是其称样方法)做出进一步界定,以便对海蜇铝残留量的监控与管理,同时也有利于海蜇产业的健康发展^[36]。

4 当前海蜇中铝残留现状

日照市 2011~2012 年在食品安全风险监测调查中,测定海蜇 26 份,铝残留在 184.3~1254.6 mg/kg,平均值为 458.6 mg/kg,中位数为 502.5 mg/kg^[11];广东省 2008~2009 年采集袋装即食海蜇和散装海蜇皮样品共 34 份,铝含量范围 164~2572 mg/kg,均值 1203 mg/kg±605 mg/kg(以湿重计)^[37];2009 年 5 月香港特别行政区政府食物环境卫生署食物安全中心发布,15 份海蜇(可即食的)铝含量平均值为 1200 mg/kg,铝含量范围为 400~1800 mg/kg^[38]。叶湖等^[39]的调查研究中,51 批次海蜇中,即食海蜇铝残留量范围为 520~1498 mg/kg,平均值为 904.3 mg/kg;非即食海蜇铝残留量范围为 491~1735 mg/kg,平均值为 1035.8 mg/kg。由此看来,海蜇中铝残留量超标现象具有普遍性,是食品工作者不可回避的问题。近年来海蜇中铝残留量问题一直没有从根本上解决,成为制约海蜇产业发展的重要瓶颈。

5 解决海蜇中铝残留问题的思路

海蜇中铝残留来源于海蜇的加工过程,尽管未加工的新鲜海蜇中也含有铝元素,但含量极少,与外加的铝元素相差较大,海蜇产品中的铝元素来源主要为加工过程的添加^[40]。降低成品海蜇中铝残留量,不能不寻找海蜇加工中明矾的替代品,或在海蜇加工工艺中增加脱矾(铝)工艺技术^[11]。

5.1 寻找海蜇加工中明矾的替代品

近期公布一项发明^[41],在传统盐渍海蜇皮三矾加工工艺的基础上,以硫酸锌替代部分明矾,来降低产品中铝残留量,可提高了产品安全性,同时获得与传统工艺基本一致加工效果。从明矾在海蜇加工中所起的强烈收敛、干燥和脱水作用考虑,该发明在生产实践能否推广运用,还需要实践的检验。该发明为食品工作者提供了一个降低海蜇中铝残留量的具体方法。

5.2 在海蜇加工过程中增加脱矾(铝)工艺

如果海蜇加工过程中,明矾的加入是无法替代的,那么在其加工过程中增加脱矾(铝)工艺就显得非常重要。寻找合适的脱矾(铝)方法对海蜇产业与海蜇中铝的风险评估将有着重要意义。在当前食品安全监管下,不少海蜇加工企业已意识到铝残留量过高所带来的超标风险,在积极寻找降低海蜇产品中铝残留的方法。用大量的清水浸泡,清除海蜇表面的附着明矾(铝)、杂质与大量的盐外,无法从根本上降低海蜇中铝残留量,叶湖等^[39]用水浸泡海蜇除矾结果不成功的结论也验证了这一点。可推断,海蜇中铝元素不是以简单的铝离子形式存在。

作为在海蜇加工过程中可以按照生产需要适量使用的明矾(硫酸铝钾、硫酸铝铵)是以无机铝的形式物理性加入的,但在发挥其脱水性与收敛性的同时,与海蜇有机大分子形成相对稳定的结合体,在 pH 7 左右的环境中,主要以羟基络合物 AlOH^{2+} 、 $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_4$ 等形式存在^[42],并以分子间力与电荷之间的引力维系着这一相对稳定的结合。这一认识也解释了即食状态的海蜇经大量的清水浸泡后仍然无法降低铝残留量的原因。铝的形态在 pH 4~6 的环境中,易形成 AlOH^{2+} 、 $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ 等,在 pH<4 时,自由 Al^{3+} 占主导地位^[42],这给研究者提醒,在海蜇浸泡过程加入适量的酸有助于降低铝的残留量。陈建文^[43]的发明专利已将这一思路运用于海蜇加工的生产实践中。

6 展望

GB 2760-2014 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准中规定了腌制水产品(仅限海蜇)的铝残留量的要求,以即食海蜇中 Al 计,≤500 mg/kg,可理解为其他非即食状态的海蜇或海蜇半成品不受此标准的限制,此标准是针对加工成即食海蜇的有包装的成品海蜇,在执行此标准时是以“干样品”计还是以“湿重”计、以即食海蜇中 Al 计是否可理解为以“湿重”计,仍需要做出进一步的界定。在以即食海蜇中 Al 计理解为以“湿重”计的情况下,大量的监测数据显示,这一要求在现有海蜇加工技术的状态下,对海蜇产业而言仍是一个无法逾越的瓶颈。从保护广大消费者健康角度出发,改善现有的海蜇加工工艺,特别是即食海蜇成品的加工工艺,是海蜇产业发展的当务之急。加工即食海蜇

成品的过程中在不影响海蜇传统口感的前提下适当加入合适的酸是降低海蜇中铝残留量的有效方法,但加入什么样的酸、加入多大量才能达到既符合食品安全国家标准又能保持海蜇的传统口感,是食品生产者需要深入研究的课题。

参考文献

- [1] 任国艳, 邵征, 郭金英, 等. 海蜇糖蛋白 JGP-III2 的结构及其免疫活性研究[J]. 现代食品科技, 2015, 31(9): 7-13.
Ren GY, Shao Z, Cao L, *et al.* Study on structure and immune activity of jellyfish glycoprotein JGP-III2 [J]. *Mod Food Sci Technol*, 2015, 31(9): 7-13.
- [2] 石晓梅, 孙美玲, 车丽辉, 等. 海蜇生殖腺酶解肽的抗氧化活性和 ACE 抑制活性研究[J]. 食品工业科技, 2016, 37(1): 66-70,75.
Shi XM, Sun ML, Che LH, *et al.* Jellyfish gonad enzyme solution peptide antioxidant activity and ACE inhibitory activity [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2016, 37(1): 66-70,75.
- [3] 任国艳, 邵征, 曹力, 等. 海蜇糖蛋白对小鼠脾脏细胞因子 mRNA 表达的影响[J]. 食品科学, 2013, 34(23): 305-308.
Ren GY, Shao Z, Cao L, *et al.* Effects of a glycoprotein from jellyfish on cytokine mRNA expression in BALB/c mice [J]. *Food Sci*, 2013, 34(23): 305-308.
- [4] Li CP, Li PC, Feng JH, *et al.* Cytotoxicity of the venom from the nematocysts of jellyfish *cyanea nozakii* kishinouye [J]. *Toxicol Ind Health*, 2012, 28(2): 186-192.
- [5] Fan J, Zhuang YL, Li BF. Effects of collagen and collagen hydrolysate from jellyfish umbrella on histological and immunity changes of mice photoaging [J]. *Nutrients*, 2013, 5(1): 223-233.
- [6] Ding JF, Li YY, Xu JJ, *et al.* Study on effect of jellyfish collagen hydrolysate on anti-fatigue and anti-oxidation [J]. *Food Hydrocolloid*, 2011, 25(5): 1350-1353.
- [7] 刘云国, 李八方, 汪东风, 等. 海洋生物活性肽研究进展[J]. 中国海洋药物杂志, 2005, 24(3): 53-56.
Liu YG, Li BF, Wang DF, *et al.* Research progress of marine bioactive peptides [J]. *Chin J Marine Drugs*, 2005, 24(3): 53-56.
- [8] 金晓石, 吴红棉, 钟敏, 等. 海蜇糖胺聚糖提取、纯化及其降血脂作用的研究[J]. 中国海洋药物杂志, 2007, 26(4): 41-44.
Jin XS, Wu HM, Zhong M, *et al.* Study on extraction, purification and hypolipidemic effect of Glycosaminoglycan from jelly fish [J]. *Chin J Marine Drugs*, 2007, 26(4): 41-44.
- [9] 张锡佳, 魏潇, 刘政海, 等. 海蜇的加工技术与方法[J]. 齐鲁渔业, 2007, (3): 46-47.
Zhang XJ, Wei X, Liu ZH, *et al.* Technologies and methods in processing of Jelly fish products [J]. *Qilu Fish*, 2007, 24(3): 46-47.
- [10] 杨贤庆, 李来好, 吴燕燕, 等. 即食海蜇丝加工技术及其调味配方的研究[J]. 南方水产, 2005, 1(2): 46-50.
Yang XQ, Li LH, Wu YY, *et al.* Study on the processing technology of instant jellyfish silk and seasoning formula [J]. *South China Fish Sci*, 2005, 1(2): 46-50.
- [11] 陈建文, 李慧, 王红玲. 日照市 2011—2012 年市售食品中铝含量的调查分析[J]. 食品质量安全检测学报, 2013, 4(2): 541-543.
Chen JW, Li H, Wang HL. Investigation and analysis of aluminum content in commercial foods in Rizhao city during 2011-2012 [J]. *J Food Saf Qual*, 2013, 4(2): 540-543.
- [12] 岑剑伟, 李来好, 杨贤庆, 等. 微波消解-铬天青 S 光度法测定海蜇产品中的明矾含量[J]. 食品与发酵工业, 2009, 35(2): 151-155.
Cen JW, Li LH Yang XQ, *et al.* Determination of alum content in Jellyfish products by microwave digestion-chrome azurol S spectrophotometric [J]. *Food Ferment Ind*, 2009, 35(2): 151-155.
- [13] 吴时敏. 煎炸用油和油炸食品的质量安全问题及对策[J]. 食品科学技术学报, 2015, 33(1): 6-12.
Wu SM. Quality and safety issues and countermeasures for frying oils and fried foods [J]. *J Food Sci Technol*, 2015, 33(1): 6-12.
- [14] 王玉明, 薛利新. 甘肃农村不同年龄段人群主要食物中铝的暴露量研究[J]. 疾病预防控制通报, 2014, 29(1): 44-46.
Wang YM, Xue LX. Exposure of aluminum in the main foods of different age groups in rural areas of Gansu [J]. *Bull Dis Control Prev*, 2014, 29(1): 44-46.
- [15] 李青, 刘思洁, 方赤光. 食品中铝含量及其危害研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7(1): 14-19.
Li Q, Liu SJ, Fang CG. Research progress on the content and harm of aluminum in food [J]. *J Food Saf Qual*, 2016, 7(1): 14-19.
- [16] 孙增荣, 刘凤贞. 环境铝暴露条件下慢性肾功能不全人群机体铝负荷的研究[J]. 环境与健康杂志, 1994, 11(3): 100-102.
Sun ZR, Liu FZ. Study on the body of the body of chronic renal insufficiency in the condition of environmental exposure to aluminum [J]. *Environ Health J*, 1994, 11(3): 100-102.
- [17] 梁峰. 铝与人类疾病研究现状[J]. 微量元素与健康研究, 2006, 23(1): 64-66.
Liang F. Research status of aluminum and human diseases [J]. *Study Trace Element Health*, 2006, 23(1): 64-66.
- [18] 陈建军, 杨双喜, 杨庆荣, 等. 铝对人类健康的影响及相关食品安全问题研究进展[J]. 中国卫生检验杂志, 2007, 17(7): 1326-1329.
Chen JJ, Yang SX, Yang QR, *et al.* Research progress on effects of aluminum on human health and related food safety issues [J]. *Chin J Health Lab Technol*, 2007, 17(7): 1326-1329.
- [19] 蔡刚, 陈人强, 李书龙, 等. 石墨炉原子吸收测定水中铝的方法探讨[J]. 中国热带医学, 2007, 7(1): 93-94.
Cai G, Chen RQ, Li SL, *et al.* Method for determination of aluminum in water by graphite furnace atomic absorption spectrometry [J]. *J Trop Med*, 2007, 7(1): 93-94.
- [20] Campbell A, Hamai D, Bondy SC. Differential toxicity of aluminum salts in human cell lines of neural origin: implications for neurodegeneration [J]. *Neurotoxicology*, 2001, 22(1): 63-71.
- [21] 盛明纯. 铝对人体健康影响的研究进展综述[J]. 安徽预防医学杂志, 2006, 12(1): 46-48.
Sheng MC. Overview of the research progress of the effect of aluminum on human health [J]. *Anhui J Pre Med*, 2006, 12(1): 46-48.
- [22] 黄德丰. 环境铝的生物化学毒性[J]. 环境科学丛刊, 1992, 13(3): 32-43.
Huang DF. Chemical and biological toxicity of environmental aluminum [J]. *J Environ Sci*, 1992, 13(3): 32-43.
- [23] 韦小敏, 王清海, 陆继培, 等. 铝对体外培养人 T、B 淋巴细胞合成肿瘤坏死因子影响的研究[J]. 中国公共卫生, 2000, 16(12): 1115-1116.
Wei XM, Wang QH, Lu JP, *et al.* Study on the effects of T B lymphocytes on the synthesis of tumor necrosis factor [J]. *Chin J Public Health*, 2000,

- 16 (12): 1115-1116.
- [24] SC/T 3210-2001 盐渍海蜇皮和盐渍海蜇头[S].
SC/T 3210-2001 Salted jellyfish and salted jellyfish head [S].
- [25] NY 5171-2002 无公害食品 海蜇[S].
NY 5171-2002 Pollution-free food Jellyfish [S].
- [26] DB37/T 426-2004 即食海蜇[S].
DB37/T 426-2004 Instant jellyfish [S].
- [27] NY/T 1515-2007 绿色食品 海蜇及制品[S].
NY/T 1515-2007 Green food Jellyfish and products [S].
- [28] GB 2760-2011 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准[S].
GB 2760-2011 Food safety national standards Standards for uses of food additive [S].
- [29] GB 2760-2014 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准[S].
GB 2760-2014 Food safety national standards Standards for uses of food additive [S].
- [30] 游奎, 迟旭朋, 马彩华, 等. 我国海蜇相关标准概况[J]. 中国渔业质量与标准, 2011, 1(3): 17-21.
You K, Chi XP, Ma CH, *et al.* The situation of China's relevant standards of jellyfish [J]. *Chin Fishery Qual Standard*, 2011, 1(3): 17-21.
- [31] 岑剑伟, 李来好, 杨贤庆, 等. 酸煮滴定法测定海蜇产品中的明矾[J]. 食品科学, 2008, 29(9): 481-484.
Cen JW, Li LH, Yang XQ, *et al.* Determination of alum in jellyfish products by titration method after acid boiling [J]. *Food Sci*, 2008, 29(9): 481-484.
- [32] 杨大进, 李宁. 2013 年国家食品污染和有害因素风险工作手册[M]. 北京: 中国质检出版社, 中国标准出版社, 2012: 80-88.
Yang DJ, Li N. 2013 national food pollution and hazardous factors risk manual [M]. Beijing: China Quality Inspection Press, China Standard Press, 2012: 80-88.
- [33] 陈建文, 王红玲, 李慧. 微波消解四元胶束分光光度法测定各类食品中铝含量[J]. 中国卫生检验杂志, 2013, 23(6): 1371-1372, 1377.
Chen JW, Wang HL, Li H. Microwave digestion quaternary micellar spectrophotometric method for determination of aluminum content in various types of food [J]. *Chin J Health Lab Technol*, 2013, 23(6): 1371-1372, 1377.
- [34] 舟山市出口水产行业协会. 转发农业部办公厅“关于调整硫酸铝钾 13 种含铝食品添加剂使用规定意见的函”[EB/OL]. <http://www.zsea.cn/jingshi/info.asp?id=1105>.
Fisheries Industry Association of Zhoushan City. Forward the general office of the Ministry of agriculture "Opinion letter of the adjustment of aluminum potassium sulfate 13 containing aluminum food additives" [EB/OL]. <http://www.zsea.cn/jingshi/info.asp?id=1105>.
- [35] 王竹天, 杨大进. 食品中化学污染物及有害因素监测技术手册[M]. 北京: 中国标准出版社, 2011: 87.
Wang ZT, Yang DJ. Monitoring technical manual for chemical contaminants and harmful factors in food [M]. Beijing: China Standard Press, 2011.
- [36] 吴则业, 杨贤庆, 岑剑伟, 等. 海蜇中铝残留检测方法及其安全性的研究进展[J]. 食品工业科技, 2014, 35(11): 376-380.
Wu ZY, Yang XQ, Cen JW *et al.* Research advancement on detection method and safety of aluminum residue in jellyfish [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2014, 35(11): 376-380.
- [37] 梁春穗, 胡曙光, 王晶, 等. 食品中铝的分析方法改进及在风险监测中的应用[J]. 中国食品卫生杂志, 2012, 24(2): 97-101.
Liang CS, Hu SG, Wong J, *et al.* Analysis methods for the improvement of aluminum in food and its application in risk monitoring [J]. *Chin J Food Hyg*, 2012, 24(2): 97-101.
- [38] 香港特别行政区政府食物安全中心. 风险评估研究第三十五号报告书 [EB/OL].
http://www.cfs.gov.hk/sc_chi/programme/programme_rafs/programme_raf_s_fa_01_06_ra35.html
Government food safety center of the Hongkong Special Administrative Region. Risk assessment study of thirty-fifth [EB/OL]. http://www.cfs.gov.hk/sc_chi/programme/programme_rafs/programme_raf_s_fa_01_06_ra35.html
- [39] 叶湖, 陈英, 赵晓峰, 等. 海蜇中铝限量标准探讨及安全食用建议[J]. 中国食品卫生杂志, 2013, 25(3): 268-271.
Ye H, Chen Y, Zhao XF, *et al.* Aluminum limited standard jellyfish and recommendations of food safety [J]. *Chin J Food Hyg*, 2013, 25(3): 268-271.
- [40] 岑剑伟, 李来好, 杨贤庆, 等. 海蜇中明矾(铝)质量分数 4 种测定方法的比较[J]. 南方水产, 2010, 6(3): 7-11.
Cen JW, Li LH, Yang XQ, *et al.* Comparison of 4 determination methods of alum (aluminum) in jellyfish [J]. *South China Fish Sci*, 2010, 6(3): 7-11.
- [41] 曹荣, 刘淇, 殷邦忠, 等. 一种盐渍海蜇皮加工方法: 中国, 201110276543.2 [P]. 2011.9.7.
Cao R, Liu Q, Yin BZ, *et al.* A processing method of salted jellyfish: China, 201110276543.2 [P]. 2011.9.7.
- [42] 杨小弟, 章福平, 王先龙, 等. 环境与生物体系中铝形态分析技术的新进展[J]. 分析化学, 2003, 31(9): 1131-1138.
Yang XD, Zhang FP, Wang XL, *et al.* New advances in the technology of aluminum speciation analysis in environmental and biological systems [J]. *Chin J Anal Chem*, 2003, 31(9): 1131-1138.
- [43] 陈建文. 一种用于海蜇加工中脱铝的工艺方法: 中国, 201310267184.3 [P]. 2013.6.30.
Chen JW. A processing method for removal of aluminum in jellyfish: China, 201310267184.3 [P]. 2013.6.30

(责任编辑: 白洪健)

作者简介



李学渊, 主管护士, 主要研究方向为卫生相关专业研究与管理。
E-mail: lxy042669@163.com



陈建文, 副主任技师, 主要研究方向为卫生理化检验与食品安全风险监测及评估。
E-mail: rzcdccjw@126.com