

杨若婷, 戴智勇, 潘丽娜, 等. 食物过敏原检测标准及标识现状 [J]. 食品工业科技, 2022, 43(11): 1-10. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021120149

YANG Ruoting, DAI Zhiyong, PAN Lina, et al. Food Allergen Testing Standards and Labeling Status[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(11): 1-10. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021120149

· 青年编委专栏—食品及相关产品质量安全及法规标准 (客座主编: 兰韬、田明) ·

食物过敏原检测标准及标识现状

杨若婷^{1,2}, 戴智勇³, 潘丽娜³, 彭小雨³, 李欣^{1,2,*}, 陈红兵^{1,4}

(1.南昌大学食品科学与技术国家重点实验室, 江西南昌 330047;

2.南昌大学食品学院, 江西南昌 330047;

3.澳优乳业(中国)有限公司, 湖南长沙 410005;

4.南昌大学中德联合研究院, 江西南昌 330047)

摘要:随着人们生活水平和健康意识的不断提高, 对食品安全越来越重视, 随之而来的是对食物过敏原种类和标识的研究和管理的监管要求越来越严格。文章综述了我国在食物过敏原检测方法标准方面的现状, 以及对中国、食品法典委员会、美国、欧盟、加拿大和日本在食物过敏原种类标识方面进行了系统的总结。通过对各国和各地区在食物过敏原上的标识管理进行系统的综述, 期望为我国在食物过敏原标识管理上提供借鉴, 并不断地完善我国在食物过敏原检测方法以及标识方面的标准。

关键词:食物过敏原, 检测方法, 标准, 标识, 法规

中图分类号: TS207.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2022)11-0001-10

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2021120149



本文网刊:

Food Allergen Testing Standards and Labeling Status

YANG Ruoting^{1,2}, DAI Zhiyong³, PAN Lina³, PENG Xiaoyu³, LI Xin^{1,2,*}, CHEN Hongbing^{1,4}

(1.State Key Laboratory of Food Science and Technology, Nanchang University, Nanchang 330047, China;

2.School of Food Engineering, Nanchang University, Nanchang 330047, China;

3.Ausuntria Dairy(China) Corporation, Changsha 410005, China;

4.Sino-German Joint Research Institute, Nanchang University, Nanchang 330047, China)

Abstract: With the continuous improvement of people's living standards and health awareness, more and more attention has been paid to food safety. It follows that the research and management of the types and labels of food allergens also need to be more and more strict. Therefore, the regulation of food allergens needs to be more and more stringent. This summary reviews the current status of food allergen testing methods and standards in China. Also, the labelling of food allergen types in China, the Codex Alimentarius Commission, the United States, the European Union, Canada and Japan is systematically summarized. By systematically reviewing the labeling management of food allergens in various countries and regions, it is hoped to provide reference for Chinese food allergen labeling management, and to continuously improve our country's food allergen detection methods and labeling standards.

Key words: food allergy; testing method; standard; labeling; regulations

近年来, 食物过敏的发生率逐年增长, 其症状也越来越严重, 大大影响了过敏人群的生活质量。食物过敏已被 FAO/WHO 认定为全球性的食品安全和严重的公共卫生问题, 目前, 对于食物过敏的治疗, 现在还没有完备的治疗方案, 只能通过避免接触食物过敏

原来减少食物过敏的发生。在现代的饮食模式中, 加工类食品已成为食品中的主体消耗品, 不同的食物过敏原就可能“隐藏”其中, 给食物过敏患者带来更多的风险。制定规范的食物过敏原检测标准和标识法规是避免过敏患者食物过敏的有效途径, 本文介绍了

收稿日期: 2021-12-14

基金项目: 科技部重点研发计划(2018YFC1604205); 国家自然科学基金项目(31760431; 32072241); 湖南省创新平台与人才计划(2019TP2066)。

作者简介: 杨若婷(1999-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 牛乳过敏, E-mail: 1143151609@qq.com。

* 通信作者: 李欣(1980-), 女, 博士, 教授, 研究方向: 牛乳过敏, E-mail: zhizilixin@ncu.edu.cn。

国内过敏原检测标准和标识的研究现状,并与国外相关标准和标识进行对比,为促进国内食物过敏原检测相关标准和标识的制定提供借鉴。

1 食物过敏

食物过敏是指人体摄入食物中的某种成分(变应原或过敏原)后,机体对其产生的异常免疫反应,导致机体生理功能的紊乱或组织损伤,从而引发一系列的临床症状^[1]。据报道,食物过敏对全球人口影响高达10%^[2];在欧洲,有2%~37%的人自我诊断对食物过敏^[3];有研究表明,美国约有8%的儿童患有食物过敏,其中,2.4%的儿童患有多种食物过敏^[4]。在我国的一项调查中,对全国31个城市共337560名0~14岁儿童进行问卷调查,结果显示总的食物过敏反应机率为5.83%,华东地区和东北地区的食物过敏率最高,分别为7.38%和7.03%,西北地区最低,为4.35%^[5]。近年来,食物过敏的患病率在全球范围内逐渐上升,严重过敏反应的发生频率也越来越高^[6]。随着生活水平的不断提高和人们的健康意识不断加强,食物过敏逐渐受到人们的重视,目前,食物过敏已经被视为一种严重的公共营养卫生问题^[7]。

1.1 食物过敏的危害

食物过敏分为免疫球蛋白E(Immunoglobulin E, IgE)介导的过敏反应、非IgE介导的过敏反应和混合(IgE和非IgE介导)介导的过敏反应^[8]。IgE介导的反应是即时的,几分钟到1~2h内即可出现明显的过敏症状,包括呼吸系统不适(例如呼吸困难、喘息、支气管痉挛等),并伴有皮肤和粘膜变化(例如荨麻疹、黏膜肿胀等)或胃肠道反应(例如恶心呕吐、腹泻、血便等)^[9-10]。在严重情况下还可能导致过敏性休克的心血管症状和严重的全身性过敏反应,涉及一个或多个靶器官/系统,危及生命^[11-12]。非IgE介导的过敏反应发生的过程相对迟缓,这些免疫反应主要影响胃肠道,常引起食物蛋白诱导性小肠结肠炎综合征(Food protein-induced enterocolitis, FPIES)、食物蛋白诱导性直肠结肠炎(Food protein-induced allergic proctocolitis, FPIAP)和食物蛋白性肠病(Food protein-induced enteropathy, FPE)^[8, 13]。混合介导的食物过敏,常引起与过敏相关的特应性皮炎和嗜酸性胃肠道疾病,如嗜酸性粒细胞性食管炎^[14]。

1.2 食物过敏原的种类

1995年,联合国粮食与农业组织(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)和世界卫生组织(World Health Organization, WHO)公布了八大类常见过敏食物,包括小麦、鸡蛋、花生、大豆、牛奶、坚果、甲壳类和鱼类,90%以上的食物过敏反应都是由这八类食物引起^[15],其中,小麦过敏或乳糜泻患者需要避免摄入麸质,麸质是谷物中的一种蛋白质,乳糜泻在世界不同地区的人口中,乳糜泻的总体流行率估计为0.5%~1%,但在生活中,麸质蛋白存在许多加工食品中,包括面包、披萨等日常常见

食品,所以大多数国家和地区在制定标识时会重点对麸质进行标识规定^[16]。到2016年4月为止,国际免疫学联合会(International Union of Immunological Societies, IUIS)和WHO认定并且命名的食物过敏原种类共计297种^[17]。其中,62种植物源性食品中含有205种过敏原,根据结构和功能上的差异,植物源性过敏蛋白主要分为四大类家族或超家族,包括谷醇溶蛋白超家族, cupin 家族, 组装抑制蛋白超家族和 Betv1 相关蛋白家族^[18-19]。而40种动物源性食品中含有92种过敏原,过敏原蛋白主要集中于原肌球蛋白家族、钙离子结合蛋白家族和酪蛋白家族^[20-21]。在各个国家和地区进行过敏原标识时,一般都是对八大类常见过敏食物进行标识。

2 国内食品过敏原标识现状

我国对于食品过敏原标识研究相较于其他国家开始的较晚,2008年北京市出台的地方标准DB 11/Z521-2008《奥运会食品安全 食品过敏原标识标注》,是我国最早的对于食品过敏原标识的法规,在奥运会结束后废止。后在2011年4月颁布的GB 7718-2011《预包装食品标签通则》中,首次提出了过敏原标注要求,参考食品法典委员会制定的《预包装食品标识通用标准》,制定了过敏原标识的法规。我国在GB 7718-2011《预包装食品标签通则》中规定,食品及其制品若可能导致过敏反应,无论是用作配料还是在加工过程中直接带入这些食品及其制品,都需要进行标注。若用作配料,需要在配料表中易辨识的名称或者在配料表的临近位置进行提示;加工中带入这些食品及其制品,则需要在配料表的临近位置加以提示^[22]。需要标识的过敏原见表1,这些需要标识的食物均属于FAO/WHO规定的八大类“过敏食物”。

3 国内食品过敏原检测方法标准化现状

进行过敏原标识的先决条件是对产品是否含有过敏原进行检测,标准规范的检测方法是进行过敏原标识的第一步,国外对于过敏原的检测标准目前可查证的比较少,现有的标识法规中,主要是酶联免疫吸附检测(ELISA)和聚合酶链式反应(PCR)这两种方法。我国对食物过敏的认识较晚,对于食物过敏原的检测标准,从研究到食物过敏原检测标准的制定方面我国还处于起步的阶段,目前,主要有三大类,国家标准、进出口行业标准和行业标准。

3.1 国家标准

中国现有的关于食物过敏原检测的国家标准仅有三项,分别为农业部1485号公告-18-2010《转基因生物及其产品食用安全检测外源蛋白质过敏性生物学分析方法》、GB/T 38163-2019《常见过敏蛋白的测定 液相色谱-串联质谱法》和GB/T 38578-2020《水产源致敏性蛋白快速检测 毛细管电泳法》。农业部1485号公告-18-2010《转基因生物及其产品食用安全检测外源蛋白质过敏性生物学分析方法》中是通

表 1 各国、各地区过敏原标识种类
Table 1 Types of allergen labels in countries and regions

国家或地区	过敏原	来源
食品法典委员会	含有麸质的谷物(小麦、黑麦、大麦、燕麦、斯佩耳特小麦或其杂交品种及其制品)、甲壳类及其制品、蛋类及其制品、鱼类及其制品、花生、大豆及其制品、奶类及其制品(包括乳糖)、树生坚果及其制品和浓度大于 10 mg/kg 的亚硫酸盐	《预包装食品标识通用标准》(CXS 1-1985)
美国	牛奶、蛋类、鱼类、甲壳贝类、树生坚果、小麦、花生和大豆	《食品过敏原标识和消费者保护法案》(FALCPA)
欧盟	含麸质蛋白的谷物及其制品;甲壳类动物及其产品;蛋类及其制品;鱼类及其产品;花生及其制品;大豆及其制品;乳类及其制品(包括乳糖);树生坚果及其制品;芹菜及其制品;芥末及其制品;芝麻及其制品;浓度超过 10 或 10 mg/mL 的二氧化硫和亚硫酸盐,且以 SO ₂ 表示;羽扇豆及其制品;软体动物及其制品	(EU)No《新食物标识法》1169/2011
加拿大	花生、鸡蛋、奶类、树生坚果、小麦、大豆、芝麻、海产品(鱼、甲壳类和贝类)、浓度大于等于 10 ppm 的亚硫酸盐、芥末等	《食品过敏原标签计划》
日本	强制性标注食物:鸡蛋、牛奶、花生、小麦、荞麦、虾/龙虾和螃蟹;自愿性标注食品:橙子、猕猴桃、桃子、苹果、香蕉、山药、松茸蘑菇、腰果、胡桃、芝麻、大豆、鲍鱼、墨鱼、鲑鱼卵、鲑鱼、鲭鱼、牛肉、鸡肉、猪肉、明胶	《食品卫生法》
中国	含有麸质的谷物及其制品、甲壳纲类动物及其制品、鱼类及其制品、蛋类及其制品、花生及其制品、大豆及其制品、乳及乳制品和坚果及其果仁类制品	《预包装食品标签通则》

过转基因生物及其产品中外源蛋白质与过敏原数据库中过敏原序列和结构的比对,确定其与已知过敏原同源性的高低,判断该蛋白质是否具有潜在过敏性^[23]。这项标准中主要瞄准的是转基因生物中可能涉及的外源蛋白的过敏问题,属于对转基因食品的安全性评价,并未包含常见食物过敏原生物学分析方法,且该标准仅仅从序列的同源性高低和结构来确定其致敏性,这种基于序列和结构的同源性来预测过敏原,对导致发生过敏反应有局限性,且过敏原的含量对其致敏作用也有着直接的影响,因此该标准适用范围较窄。

另一项是 GB/T 38163-2019《常见过敏蛋白的测定 液相色谱-串联质谱法》,主要是对食物中的已知过敏蛋白进行液相色谱-串联质谱的定性定量检测方法。该标准适用于小麦粉、燕麦粉、腰果、可可粉等固态食品基质中,含有牛奶、鸡蛋、大豆、花生、榛子和核桃过敏蛋白,通过液相色谱-串联质谱进行标准检测,得到食品中含有的过敏原含量。在该标准中规定了牛奶过敏原的检出限是 1 mg/kg,定量限为 5 mg/kg,鸡蛋、大豆、花生、榛子、杏仁、核桃的检出限为 2.5 mg/kg,定量限为 10 mg/kg^[24]。这项标准是通过检测特征肽来确定是否含有该类过敏原,若其他产品中含有标准中未规定检测的过敏蛋白,也会存在检测不出产品中存在过敏原的状况,因此该标准存在局限性。

GB/T 38578-2020《水产源致敏性蛋白快速检测毛细管电泳法》是通过毛细管电泳法对食物中的甲壳类原肌球蛋白、甲壳类精氨酸激酶和鱼类小清蛋白含量的快速定量检测^[25]。毛细管电泳法具有操作时间短、分离效率高、样品用量少等特点,但在该标准中,要对水产源样本中的致敏性蛋白进行蛋白提取液提取和阴离子交换层析纯化的前处理,检测过程会略微复杂,且该标准仅测试三种参数,但是水产源致敏性蛋白不仅仅这三种,还需更多的检测标准,或通用的检测标准以应对过敏原标识的要求。

3.2 进出口行业标准

进出口行业标准主要是由中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局发布,是针对出入境的食品进行检测。关于食品过敏原的进出口行业检测标准大致分四大部分,分别是 SN/T 5276-2020《出口食品中多种过敏原的测定 液相色谱-质谱/质谱法》、SN/T 4417-2016《常见食品过敏原可视芯片检测方法》、SN/T 1961《出口食品过敏原成分检测》和 SN/T 4419《出口食品常见过敏原 LAMP 系列检测方法》。

SN/T 5276-2020《出口食品中多种过敏原的测定 液相色谱-质谱/质谱法》中规定了加工食品中牛奶、鸡蛋、大豆、花生和坚果过敏原蛋白的液相色谱-质谱/质谱检测方法,适用于饼干、面包、饮料、早餐谷物等食品中过敏原蛋白定性和定量的测定。该标准中规定了牛奶、鸡蛋的定量限为 5 mg/kg,花生、大豆、榛子、杏仁和核桃的定量限为 10 mg/kg。这项标准是通过 14 种过敏原蛋白的特征肽段来定性过敏原,其中,牛奶四种,鸡蛋一种,大豆三种,花生两种,榛子一种,杏仁两种,核桃一种,但是过敏原蛋白的种类远远不止 14 种,像鸡蛋的主要过敏原蛋白除卵白蛋白,还有卵转铁蛋白等,仅仅检测食品中是否含有这 14 种特征肽段来说明该食品是否含有过敏原是不合理的^[26-27]。另外过敏原之间也有序列的同源性,仅从肽段来判断,其准确性还有待商榷。

SN/T 4417-2016《常见食品过敏原可视芯片检测方法》中主要规定了食品中大豆、花生、小麦、腰果、牛、鱼、鸡、虾等 8 种常见食物过敏原成分的可视芯片检测方法,适用于检测糕点、巧克力等食物中是否含有这些过敏原,并对这些过敏原进行定性检测^[28]。该方法是基于生物信息学的方法进行检测,通过提取 DNA 进行多重 PCR 反应,最后进行可视芯片检测,最终判断是否含有过敏原。该标准中规定的最低检出限为 0.01%(质量分数)。可视芯片检测方法能够快速有效地检测出食品中是否含有过敏原。但是对于一些未知的过敏原,其中的一些过敏蛋白的基因

序列还是未知的,而且标准中的过敏原蛋白的基因序列并不是完整的,像花生的过敏原蛋白除了 Ara h 3,还有 Ara h 2 等,所以对于过敏原的检测还是存在局限性。

SN/T 1961《出口食品过敏原成分检测》共分为 19 部分,由国家认证认可监督管理委员会提出并归口。其中第一部分对花生的酶标仪检测目前已经被废止,该类标准中除了第三部对荞麦蛋白采用酶联免疫吸附法进行检测,其他 17 部分均采用实时荧光 PCR 法进行定性检测食品中是否含有该项过敏原。检测的过敏原包括花生、荞麦蛋白、腰果、开心果、胡桃、胡萝卜、榛果、杏仁、虾/蟹、麸质(大麦、小麦、燕麦、黑麦)、芝麻、小麦、鱼、芹菜、芥末、羽扇豆、大豆^[29-47]。第二部中对过敏原花生的检测方法适用于检测糕点、糖果、冰淇淋等食品中过敏原花生成分,其他食品可参考使用。第三部中采用酶联免疫吸附法对荞麦蛋白进行定量检测,定量检测范围为 0.78~50 ng/mL^[31]。其余标准适用于食品及其原料中该种过敏原的定性检测,规定方法的最低检出限均为 0.01%(质量分数)。这系列标准中除了第三部中采用酶联免疫吸附法进行定量检测,其余均是通过实时定量 PCR 方法进行定性检测,在过敏原的检测中,过敏的阈值是非常重要的,也应该要考虑定量检测。而且标准中对这些过敏原中过敏蛋白序列并不是完整的,这会对是否存在过敏原造成错误判断。

SN/T 4419《出口食品常见过敏原 LAMP 系列检测方法》目前共有 22 部分,均采用 LAMP(环介导等温扩增)检测方法,对食品及其原料中过敏原的定性检测,该标准中所规定的方法的最低检测限(LOD)除胡萝卜过敏原外均为 0.5%(质量分数),食品及其原料中过敏原胡萝卜成分检测方法中的最低检测限(LOD)为 0.1%(质量分数)。该标准中的检测对象为分别为开心果、腰果、胡桃、榛果、杏仁、扁桃仁、巴西坚果、澳洲坚果、栗子(板栗、锥栗)、大豆、羽扇豆、花生、葵花籽、芝麻、大麦、小麦、荞麦、芥末、胡萝卜、芹菜、牛奶、虾^[48-69]。LAMP 检测方法同实时定量 PCR 方法一样,均是基于分子生物学的方法,因此其缺点也在于检测的是基因序列。目前研究发现的过敏原蛋白种类多,而标准里给出的序列是有限的,所以在检测是否存在过敏原上仍然存在限制,且 LAMP 检测方法是仅对过敏原进行定性检测,而在过敏反应中,阈值是能否激发过敏反应的重要标准,且对于并未全部包括八大类食物过敏原,是存在一定局限性的。

进出口行业标准中的检测方法主要分为两大类,一是基于分子生物学检测方法,通过对过敏食物特异性 DNA 进行扩增来实现,像实时 PCR 荧光检测法和 LAMP 检测方法都是基于分子生物学检测方法,这类方法自动化程度高,且较稳定,但是只能检测过敏原蛋白的特定 DNA 片段,不能检测特定的过敏

原蛋白,所以该类方法更适合检测核酸含量高的样品^[70];二是色谱学检测方法,液相色谱-质谱法就是基于过敏原的特征肽段来鉴别食物过敏原^[71]。但是若要更加精确地说明过敏原蛋白是否存在,需要对过敏原蛋白表位进行检测。除了这两种方法,还有一种常见的过敏原检测方法,基于抗原抗体之间的特异性结合,其中酶联免疫吸附法是最常见的^[72]。近年来生物传感器作为一种新兴的检测方法也越来越频繁地应用于食物过敏原的检测^[73]。

3.3 行业标准

目前,仅一部关于过敏原检测的行业标准,是 YY/T 1581-2018《过敏原特异性 IgE 抗体检测试剂盒》,该标准适用于在医学实验室以酶联免疫法、化学发光法、荧光免疫法、胶体金法、免疫印迹法为原理对人血清或血浆中的过敏原特异性 IgE 抗体进行定量/半定量/定性检测的试剂盒。该标准对定量/半定量/定性检测试剂盒的检出限要求应小于或等于 0.35 IU/mL。标准中对试剂盒试验方法、标签和使用说明书、包装、运输和贮存进行了规定,且对试剂盒的生产、运输等也进行了统一规定,有利于对过敏原特异性 IgE 抗体检测试剂盒进行规范化管理^[74]。目前应该是较好的一类过敏原检测标准。

4 国外食品过敏原标识和检测标准现状

4.1 食品法典委员会(Codex Alimentarius Commission, CAC)

CAC 是由联合国粮农组织和世界卫生组织共同组建的,其制定的关于食物过敏原标识方面的相关标准,是重要的国际参考标准之一。目前,在食物过敏原标识方面,CAC 发布了《预包装食品标识通用标准》(CXS 1-1985)和《为麸质不耐受的人准备的特殊膳食用的食品》对食物过敏原的标识作了规定^[75-76]。

1981 年食品法典委员会第 14 届会议通过《预包装食品标识法典通用标准》,经过多次修正,最新版本为 2018 年修正。CAC 在《预包装食品标识法典通用标准》中,规定了应对食品 and 食品配料中会导致高过敏反应的原料进行标识说明,并列出了需要标识的食品,见表 1^[75]。

CAC 在 1979 年颁布了《为麸质不耐受人群的特殊膳食用食品》,并于 2008 年进行了修订,在该标准中对无麸质食品进行了定义、描述了成分特征和标签要求。该标准中规定,若是产品中含有符合标准中定义无麸质食品,则需要产品名称的紧邻处标识上“无麸”字样,但是若经过加工处理后麸质占销售食品的总含量或消费者所消耗的食品的总含量降低到 20~100 mg/kg,则该产品不应标识为“无麸”,它的标签需要反应出食品的真实性质。但因为大部分对麸质不耐受的人群可耐受燕麦,所以该标准中未规定被小麦、黑麦或大麦污染的燕麦的允许量,这由各个国家自行规定。在选择检测麸质的分析方法中,使用的抗体应和对麸质不耐受人群产生毒性的谷物蛋

白片段发生反应,不应和其他谷物蛋白或其他食品或配料的组分发生交叉反应,检测限应达到麸质含量 10 mg/kg 或更低^[76]。CAC 目前发布的这两项标识仅是对过敏食物的标识做了要求,未做具体定量的要求。

4.2 美国

目前,美国对食品过敏原标签管理主要有两个法案,都由美国食品药品监督管理局(Food and Drug Administration, FDA)颁布。2004 年 8 月, FDA 颁布了《食品过敏原标识和消费者保护法案》(FALCPA),要求在食品标签中要对重要食品过敏原的产品进行明确的标识,另外以这些产品为原料进行生产的食品,也要求标注出该成分,在对鱼类、甲壳贝类和树生坚果进行标识时,需要标识出具体的食品名称^[75]。但 FALCPA 中仅是要求食品标签标识中必须标明所有的过敏原,未涉及过敏原含量多少的要求,同时 FALCPA 适用的原料范围有其局限性,由于美国的管理体制, FALCPA 只适用于受 FDA 监管的产品,不适用于受美国农业部监管的肉类、禽类和蛋类制品,对以自然状态销售的新鲜水果和蔬菜也不适用^[76]。而在 2007 年美国 FDA 颁布的《食品标签:食品的无麸质标识》的法案中,规定了使用“无麸质”标签的要求,在该法案中,对“禁用谷物”做了定义,并规定原料中含有“禁用谷物”的食品不得使用无麸质^[77]。相较于 CAC 对无麸质的标识,美国对无麸质的定义更为细致,要求更为严格,但是关于过敏原检测的方法,这两个法案均未提及。

4.3 欧盟

欧盟对食品过敏原标识的管理上比较成熟,主要是由欧盟委员会和欧盟食品安全局两个机构负责,其中,欧盟委员会负责食品中过敏原标识的立法。2003 年,欧盟议会和理事会在发布的指令 2003/89/EC 中首次规定了食物中过敏原的标识标注,列出了 12 类必须进行标识的可能造成食品过敏和不耐受的成分和物质清单^[78]。而后在 2005 年和 2006 年都进行了修订,经过不断修订,目前,欧盟最新的食品过敏原标识法规是 2014 年开始实施的 1169/2011 号指令,规定了食品过敏原的标识要求,共有 14 种能引起过敏的物质在产品中需要标识,见表 1^[79-81]。由于上述这些种类的产品并非都具有致敏性,有的经过加工或其他措施使得其致敏蛋白改性或分解从而失去致敏性。基于此,2005 年欧盟委员会又颁布指令 2005/26/EC,与之前相比在附录 III a 中增加了 8 类可暂时免于强制性标签标识的物质豁免清单。后在指令 2005/63/EC 中,又规定将用于制备类胡萝卜素的鱼胶为豁免物质^[82]。可见欧盟对于过敏食物的清单规定的更为详细,尤其单独列出一些导致过敏的具体食物,且欧盟在食物过敏原标识上经过多次修订和补充,相对于 CAC 和其他国家,欧盟在食物过敏原标识的管理上已经较为成熟。

在 2009 年,欧盟发布了关于主要针对麸质不耐受的人群,对食品成分中含有的麸质成分进行标识的规定。法规(EC)No41/2009 中规定,食品成分标签中应当注明“不含麸质”或“含微量麸质”,法规中规定当食品中只有麸质含量低于 20 mg/kg 时,才允许在其标签上标识“无麸质”,而只有在当食品经过特殊处理去除大量麸质后,麸质的含量低于 100 mg/kg 时,才允许在标签上注明“含微量麸质”的标识^[83]。欧盟的规定中界定了无麸质和微量物质的含量,这样过敏人群在食物标签上可以更准确地把握麸质食品的含量从而可自我判断是否可购买食用,具有重要的借鉴价值。

欧盟在食品过敏原标识管理上相较于其他国家是比较成熟的,经过多年不断的修订,在过敏原标识上尽量符合本国的国情,但过敏原检测方法仍然没有一个比较规范的标准。

4.4 加拿大

加拿大关于包装食品过敏原标签的制度创建于 1994 年,加拿大食品检验局(Canadian Food Inspection Agency, CFIA)制定的《2003 食品标签和广告指南》第二章中对食品包装上过敏原标识作了规定^[84]。而加拿大最新的关于食品过敏原标识管理是 2011 年 2 月 14 号宣布出台的《食品过敏原标签计划》^[85]。在《食品过敏原标签计划》中规定了对食品过敏原进行强制性标识,不论产品中的食品过敏原含量多少,都需要进行标识。该规定中还要求将具体的食物过敏原、麸质来源以及亚硫酸盐标注在配料表中,或者标明“含有:……”^[17]。加拿大对于食品过敏原标识的规定比较简单,参考了 CAC 中对食品过敏原标识的规定,且在食品过敏原的检测方面也没有做统一的规定。

4.5 日本

在日本,食品过敏原的管理机构主要有厚生劳动省、农林水产省和食品安全委员会,在 2000 年 7 月 13 日首次提出在《食品卫生法》中加入对含有过敏原的食品进行标注,2001 年 3 月 21 日签署了关于食品中过敏原标识的食企发第 2 号和食监发第 46 号公告标志着日本开始推行食物过敏原标识管理体系。经过不断的修订,在 2015 年日本整合了《食品卫生法》、《农林物质标准化及质量标志管理法》和《健康增进法》中关于食品标识的内容,于 2015 年 4 月 1 日正式实行新规^[86]。日本关于过敏原的标签标识,分为两种类型,一是强制性标注食物,二是自愿性标注。经过不断的修改和完善,强制性标注食物现在在 7 种,另有 20 种可能引起过敏反应的食物进行自愿性标注^[87]。通过这些需要标识的食物类别可以发现,日本在食物过敏原标识种类上增加了很多不同种类的鱼,这跟其饮食习惯有密切关系。因大量食用鱼类物质,在日本对鱼类过敏的人群在全球范围的比例也是较高的^[88]。

对于过敏原的检测,日本厚生劳动省确立了食物过敏原标签的标注阈值,在阈值范围内,摄入含过敏原食物是不会对身体造成危害的,日本确定的过敏原阈值为 10 $\mu\text{g/g}$ (mL)(过敏原可溶性蛋白的质量/食物的质量)。

相对于 CAC 和其他国家对于食物过敏原的标识现状,日本结合其地理位置和饮食习惯进行过敏食物的选择,且日本明确规定了食物过敏原标注的阈值,对食物过敏原的管理更为规范。

4.6 国外关于食物过敏原检测方法的标准现状

过敏原的准确标识是建立在对其精准检测的基础上,但目前能查证到的过敏原检测方法的法规却很少。CAC 仅仅是在《为麸质不耐受人群的特殊膳食食品》中对麸质食品的过敏原检测方法做了要求,在该标准中,对于麸质的定性分析方法,采用的是酶联免疫吸附法^[76]。日本针对特定过敏原成分建立了两种官方的检测方法,分别是基于蛋白质检测水平的酶联免疫吸附检测(ELISA)和基于 DNA 检测水平的聚合酶链式反应(PCR)。ELISA 主要用于鸡蛋、牛奶中过敏原的检测,最低检出限(LOD)为 0.1~1 $\mu\text{g/g}$, PCR 主要用于小麦、荞麦、大豆、花生、虾类和螃蟹的检测,LOD 为 5 $\mu\text{g/g}$ 左右^[89-90]。

5 展望

食品过敏原问题属于食品安全性范畴,民众对食品过敏也越来越重视。就当前阶段而言,对于食物过敏无特效治疗方法,被认为最有效的方式还是避免接触过敏原。因此,对过敏原进行标识就显得尤为重要,而过敏原的准确标识依赖于过敏的检测方法和相关标准的出台。CAC、欧盟、美国等机构和国家对过敏原的标识相比于我国起步较早,制度更加完善,在过敏原标识管理上有更多的经验,这都可以为我国对食品过敏原标签的管理提供参考。且我国国土面积大,各地都有独特的饮食习惯,而食物过敏的特异性跟地域、种族各地的生存环境和饮食习惯等均有关,因此,对过敏原标识的管理还需要结合我国自身特点,尽快制定符合中国实际情况的食品过敏原标识法规,这在未来可为更多食物过敏患者规避风险。

对于过敏原的检测,我国在这方面的标准主要是针对进出口食品,为了符合国外食品标识规定,在进行出口时,会对食物中是否含有过敏原进行检测,但是对于国内食品过敏原检测标准,现行标准较少且对于过敏原的检测大部分是基于分子生物学水平,这些检测方法还存在一定的局限性。随着我国对过敏原的管理越来越规范,对过敏原检测方法和标准需要提出更多更高的要求,这将有利于监管部门对食品过敏原的监管,也为消费者能够安全食用提供保障。

参考文献

[1] REE R V, POULSEN LARS K, WONG G W, 等. 食物过敏的定义、流行性、诊断及治疗[J]. *中华预防医学杂志*, 2015, 49(1): 87-92. [REE R V, POULSEN LARS K, WONG G W, et al.

Definition, prevalence, diagnosis and treatment of food allergy[J]. *Chinese Journal of Preventive Medicine*, 2015, 49(1): 87-92.]

[2] LOPES J P, SICHERER S. Food allergy: Epidemiology, pathogenesis, diagnosis, prevention, and treatment[J]. *Curr Opin Immunol*, 2020, 66: 57-64.

[3] LYONS S A, BURNEY P G J, BALLMER-WEBER B K, et al. Food allergy in adults: Substantial variation in prevalence and causative foods across europe[J]. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*, 2019, 7(6): 1920-1928.

[4] SICHERER S H, SAMPSON H A. Food allergy: A review and update on epidemiology, pathogenesis, diagnosis, prevention, and management[J]. *J Allergy Clin Immunol*, 2018, 141(1): 41-58.

[5] 解洪丽, 邵明军, 刘传合, 等. 全国 31 城市儿童食物过敏患病情况调查[J]. *国际儿科学杂志*, 2017, 44(9): 637-641. [XIE H L, SHAO M J, LIU C H, et al. Survey on self-report rate of food allergy among children in 31 cities[J]. *International Journal of Pediatrics*, 2017, 44(9): 637-641.]

[6] ALLEN K J, REMINGTON B C, BAUMERT J L, et al. Allergen reference doses for precautionary labeling (VITAL 2.0): Clinical implications[J]. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 2014, 133(1): 156-164.

[7] RENZ H, ALLEN K J, SICHERER S H, et al. Food allergy[J]. *Nature Reviews Disease Primers*, 2018, 4(1): 17098.

[8] SAMPATH V, SINDHER S B, ZHANG W, et al. New treatment directions in food allergy[J]. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 2018, 120(3): 254-262.

[9] A S J. Infant anaphylaxis: Diagnostic and treatment challenges[J]. *Journal of the American Association of Nurse Practitioners*, 2020, 32(2): 176-183.

[10] MIYAZAWA T, ITABASHI K, IMAI T. Retrospective multicenter survey on food-related symptoms suggestive of cow's milk allergy in NICU neonates[J]. *Japanese Society of Allergology*, 2013, 62(1): 85-90.

[11] M P, I O, S V, et al. Advanced DNA- and protein-based methods for the detection and investigation of food allergens[J]. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2016, 56(15): 2511-2542.

[12] VILLA C, COSTA J, OLIVEIRA M, et al. Bovine milk allergens: A comprehensive review[J]. *Compr Rev Food Sci Food Saf*, 2018, 17(1): 137-164.

[13] BOSA L, MARTELOSSI S, TARDINI G, et al. Early onset food protein-induced enterocolitis syndrome in two breastfed newborns masquerading as surgical diseases: Case reports and literature review[J]. *The Journal of Maternal-fetal & Neonatal Medicine*, 2021, 34(3): 390-394.

[14] YU W, FREELAND D M H, NADEAU K C. Food allergy: Immune mechanisms, diagnosis and immunotherapy[J]. *Nature Reviews Immunology*, 2016, 16(12): 751-765.

[15] MONACI L, VISCONTI A. Immunochemical and DNA-based methods in food allergen analysis and quality assurance perspectives[J]. *Trends in Food Science & Technology*, 2010, 21(6): 272-283.

[16] ZUIDMEER L, GOLDBAHNK, RONA R J, et al. The pre-

- valence of plant food allergies: A systematic review[J]. *J Allergy Clin Immunol*, 2008, 121(5): 1210–1218.
- [17] 赵婷婷. 简述食品过敏原的管控[J]. *食品安全导刊*, 2020(22): 46–48. [ZHAO T T. Briefly describe the control of food allergens[J]. *Food Safety Guide*, 2020(22): 46–48.]
- [18] RADAUER C, BREITENEDER H. Evolutionary biology of plant food allergens[J]. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 2007, 120(3): 518–525.
- [19] 陈鹏, 郭彦飞, 闫倩. 植物源过敏蛋白[J]. *生命的化学*, 2011, 31(3): 465–472. [CHEN P, GUO Y F, YAN Q. Plant-derived allergenic protein[J]. *The Chemistry of Life*, 2011, 31(3): 465–472.]
- [20] 徐国强, 倪海东, 杨明, 等. 食物过敏原蛋白家族分类及其结构特点[J]. *检验检疫学报*, 2012, 22(5): 66–70. [XU G Q, NI H D, YANG M, et al. Classification and structural characteristics of food allergen protein family[J]. *Journal of Inspection and Quarantine*, 2012, 22(5): 66–70.]
- [21] IVANCIUC O, GARCIA T, TORRES M, et al. Characteristic motifs for families of allergenic proteins[J]. *Molecular Immunology*, 2009, 46(4): 559–568.
- [22] 国家标准委员会. GB7718-2011 食品安全国家标准预包装食品标签通则[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011. [National Standards Committee. GB7718-2011 National food safety standard-General rules for the labeling of prepackaged foods[S]. Beijing: Standards Press of China, 2011.]
- [23] 国家标准委员会. 农业部 1485 号公告-18-2010 转基因生物及其产品食用安全检测外源蛋白质过敏性生物信息学分析方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010. [National Standards Committee. Ministry of Agriculture Announcement No. 1485-18-2010 Genetically modified organisms and their products edible safety detection foreign protein allergy bioinformatics analysis method[S]. Beijing: Standards Press of China, 2010.]
- [24] 国家标准委员会. GB/T 38163-2019 常见过敏蛋白的测定液相色谱-串联质谱法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2019. [National Standards Committee. GB/T 38163-2019 Determination of common allergic proteins-Liquid chromatography-tandem mass spectrometry[S]. Beijing: Standards Press of China, 2019.]
- [25] 国家标准委员会. GB/T 38578-2020 水产源致敏性蛋白快速检测毛细管电泳法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2020. [National Standards Committee. GB/T 38578-2020 Capillary electrophoresis for rapid detection of allergenic proteins of aquatic origin[S]. Beijing: Standards Press of China, 2020.]
- [26] 中华人民共和国上海海关. SN/T 5276-2020 出口食品中多种过敏原的测定液相色谱-质谱/质谱[S]. 北京: 中国标准出版社, 2020. [Shanghai Customs of the People's Republic of China. SN/T 5276-2020 Determination of multiple allergens in exported food-Liquid chromatography-mass spectrometry/mass spectrometry[S]. Beijing: Standards Press of China, 2020.]
- [27] 罗燕, 佟平, 彭婷婷, 等. 三种蛋清过敏原蛋白的活性及其活性肽的研究进展[J]. *食品工业科技*, 2015, 36(20): 396–399. [LUO Y, TONG P, PENG T T, et al. Research progress on the activity of three egg white allergen proteins and their active peptides[J]. *Food Industry Technology*, 2015, 36(20): 396–399.]
- [28] 中国检验检疫科学研究院. SN/T 4417-2016 常见食品过敏原可视芯片检测方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [Chinese Academy of Inspection and Quarantine. SN/T 4417-2016 Visual chip detection method for common food allergens[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]
- [29] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 1961.1-2007 食品中过敏原成分检测方法第 1 部分: 酶联免疫法检测花生成分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 1961.1-2007 Detection method of allergen ingredients in food Part 1: Enzyme-linked immunoassay for the detection of peanut components[S]. Beijing: Standards Press of China, 2007.]
- [30] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 1961.2-2007 食品中过敏原成分检测方法第 2 部分: 实时荧光 PCR 法检测花生成分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 1961.2-2007 Detection method of allergen ingredients in food Part 2: Real-time fluorescent PCR method for detection of peanut components[S]. Beijing: Standards Press of China, 2007.]
- [31] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 1961.3-2012 食品中过敏原成分检测方法第 3 部分: 酶联免疫吸附法检测荞麦蛋白成分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 1961.3-2012 Detection method of allergen ingredients in food Part 3: Enzyme-linked immunosorbent assay for detection of buckwheat protein components[S]. Beijing: Standards Press of China, 2012.]
- [32] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 1961.4-2013 出口食品过敏原成分检测第 4 部分: 实时荧光 PCR 法检测腰果成分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 1961.4-2013 Export food allergen composition test Part 4: Real-time fluorescence PCR method for the detection of cashew nuts[S]. Beijing: Standards Press of China, 2013.]
- [33] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 1961.5-2013 出口食品过敏原成分检测第 5 部分: 实时荧光 PCR 方法检测开心果成分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 1961.5-2013 Export food allergen composition test Part 5: Real-time fluorescent PCR method for the detection of pistachio components[S]. Beijing: Standards Press of China, 2013.]
- [34] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 1961.6-2013 出口食品过敏原成分检测第 6 部分: 实时荧光 PCR 方法检测胡桃成分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 1961.6-2013 Export food allergen composition test Part 6: Real-time fluorescent PCR method for the detection of walnut ingredients[S]. Beijing: Standards Press of China, 2013.]
- [35] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 1961.7-2013 出口食品过敏原成分检测第 7 部分: 实时荧光 PCR 方法检测胡萝卜成分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 1961.7-2013 Export food allergen composition test Part 7: Real-time fluorescent PCR method for the detection of carrot ingredients[S]. Beijing:

Standards Press of China, 2013.]

[36] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 1961.8-2013 出口食品过敏原成分检测第 8 部分: 实时荧光 PCR 方法检测榛果成分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 1961.8-2013 Export food allergen composition test Part 8: Real-time fluorescent PCR method for the detection of hazelnut ingredients[S]. Beijing: Standards Press of China, 2013.]

[37] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 1961.9-2013 出口食品过敏原成分检测第 9 部分: 实时荧光 PCR 方法检测杏仁成分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 1961.9-2013 Export food allergen composition test Part 9: Real-time fluorescent PCR method for the detection of almond ingredients[S]. Beijing: Standards Press of China, 2013.]

[38] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 1961.10-2013 出口食品过敏原成分检测第 10 部分: 实时荧光 PCR 方法检测虾/蟹成分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 1961.10-2013 Export food allergen composition test part5: Real-time fluorescent PCR method for the detection of shrimp/crab ingredients[S]. Beijing: Standards Press of China, 2013.]

[39] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 1961.11-2013 出口食品过敏原成分检测第 11 部分: 实时荧光 PCR 方法检测麸质成分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 1961.11-2013 Export food allergen composition test part5: Real-time fluorescent PCR method for the detection of gluten ingredients[S]. Beijing: Standards Press of China, 2013.]

[40] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 1961.12-2013 出口食品过敏原成分检测第 12 部分: 实时荧光 PCR 方法检测芝麻成分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 1961.12-2013 Export food allergen composition test part5: Real-time fluorescent PCR method for the detection of sesame ingredients[S]. Beijing: Standards Press of China, 2013.]

[41] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 1961.13-2013 出口食品过敏原成分检测第 13 部分: 实时荧光 PCR 方法检测小麦成分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 1961.13-2013 Export food allergen composition test part5: Real-time fluorescent PCR method for the detection of wheat ingredients[S]. Beijing: Standards Press of China, 2013.]

[42] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 1961.14-2013 出口食品过敏原成分检测第 14 部分: 实时荧光 PCR 方法检测鱼成分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 1961.14-2013 Export food allergen composition test part5: Real-time fluorescent PCR method for the detection of fish ingredients[S]. Beijing: Standards Press of China, 2013.]

[43] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 1961.15-2013 出口食品过敏原成分检测第 15 部分: 实时荧光 PCR 方法检测芹菜成分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013. [General Administration of

Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 1961.15-2013 Export food allergen composition test part5: Real-time fluorescent PCR method for the detection of celery ingredients[S]. Beijing: Standards Press of China, 2013.]

[44] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 1961.16-2013 出口食品过敏原成分检测第 16 部分: 实时荧光 PCR 方法检测芥末成分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 1961.16-2013 Export food allergen composition test part5: Real-time fluorescent PCR method for the detection of mustard ingredients[S]. Beijing: Standards Press of China, 2013.]

[45] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 1961.17-2013 出口食品过敏原成分检测第 17 部分: 实时荧光 PCR 方法检测羽扇豆成分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 1961.17-2013 Export food allergen composition test part5: Real-time fluorescent PCR method for the detection of lupin ingredients[S]. Beijing: Standards Press of China, 2013.]

[46] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 1961.18-2013 出口食品过敏原成分检测第 18 部分: 实时荧光 PCR 方法检测荞麦成分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 1961.18-2013 Export food allergen composition test part5: Real-time fluorescent PCR method for the detection of buckwheat ingredients[S]. Beijing: Standards Press of China, 2013.]

[47] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 1961.19-2013 出口食品过敏原成分检测第 19 部分: 实时荧光 PCR 方法检测大豆成分[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 1961.19-2013 Export food allergen composition test part5: Real-time fluorescent PCR method for the detection of soy ingredients[S]. Beijing: Standards Press of China, 2013.]

[48] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 4419.1-2016 出口食品常见过敏原 LAMP 系列检测方法第 1 部分: 开心果[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 4419.1-2016 LAMP series detection methods for common allergens in exported food Part 1: Pistachio[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]

[49] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 4419.2-2016 出口食品常见过敏原 LAMP 系列检测方法第 2 部分: 腰果[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 4419.2-2016 LAMP series detection methods for common allergens in exported food Part 2: Cashew nuts[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]

[50] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 4419.3-2016 出口食品常见过敏原 LAMP 系列检测方法第 3 部分: 胡桃[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 4419.3-2016 LAMP series detection methods for common allergens in exported food Part 3: Walnut[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]

[51] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 4419.4-2016 出口食品常见过敏原 LAMP 系列检测方法第 4 部分: 榛果[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [General Administration of Quality Supervi-

sion, Inspection and Quarantine. SN/T 4419.4-2016 LAMP series detection methods for common allergens in exported food Part 4: Hazelnut[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]

[52] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 4419.5-2016 出口食品常见过敏原 LAMP 系列检测方法第 5 部分: 杏仁 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 4419.5-2016 LAMP series detection methods for common allergens in exported food Part 5: Almond[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]

[53] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 4419.6-2016 出口食品常见过敏原 LAMP 系列检测方法第 6 部分: 扁桃仁 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 4419.6-2016 LAMP series detection methods for common allergens in exported food Part 6: Almond[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]

[54] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 4419.7-2016 出口食品常见过敏原 LAMP 系列检测方法第 7 部分: 巴西坚果 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 4419.7-2016 LAMP series detection methods for common allergens in exported food Part 7: Brazil nuts[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]

[55] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 4419.8-2016 出口食品常见过敏原 LAMP 系列检测方法第 8 部分: 澳洲坚果 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 4419.8-2016 LAMP series detection methods for common allergens in exported food Part 8: Macadamia[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]

[56] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 4419.9-2016 出口食品常见过敏原 LAMP 系列检测方法第 9 部分: 栗子 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 4419.9-2016 LAMP series detection methods for common allergens in exported food Part 9: Chestnut[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]

[57] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 4419.10-2016 出口食品常见过敏原 LAMP 系列检测方法第 10 部分: 大豆 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 4419.10-2016 LAMP series detection methods for common allergens in exported food Part 10: Soybeans[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]

[58] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 4419.11-2016 出口食品常见过敏原 LAMP 系列检测方法第 11 部分: 羽扇豆 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 4419.11-2016 LAMP series detection methods for common allergens in exported food Part 11: Lupin[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]

[59] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 4419.12-2016 出口食品常见过敏原 LAMP 系列检测方法第 12 部分: 花生 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 4419.12-2016 LAMP series detection methods for common allergens in exported food Part 12: Peanut[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]

[60] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 4419.13-2016 出口食品常见过敏原 LAMP 系列检测方法第 13 部分: 葵花籽 [S]. 北京:

中国标准出版社, 2016. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 4419.13-2016 LAMP series detection methods for common allergens in exported food Part 13: Sunflower seeds[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]

[61] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 4419.14-2016 出口食品常见过敏原 LAMP 系列检测方法第 14 部分: 芝麻 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 4419.14-2016 LAMP series detection methods for common allergens in exported food Part 14: Sesame[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]

[62] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 4419.15-2016 出口食品常见过敏原 LAMP 系列检测方法第 15 部分: 大麦 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 4419.15-2016 LAMP series detection methods for common allergens in exported food Part 15: Barley[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]

[63] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 4419.16-2016 出口食品常见过敏原 LAMP 系列检测方法第 16 部分: 小麦 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 4419.16-2016 LAMP series detection methods for common allergens in exported food Part 16: Wheat[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]

[64] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 4419.17-2016 出口食品常见过敏原 LAMP 系列检测方法第 17 部分: 荞麦 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 4419.17-2016 LAMP series detection methods for common allergens in exported food Part 17: Buckwheat[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]

[65] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 4419.18-2016 出口食品常见过敏原 LAMP 系列检测方法第 18 部分: 芥末 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 4419.18-2016 LAMP series detection methods for common allergens in exported food Part 18: Mustard[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]

[66] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 4419.19-2016 出口食品常见过敏原 LAMP 系列检测方法第 19 部分: 胡萝卜 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 4419.19-2016 LAMP series detection methods for common allergens in exported food Part 19: Carrot[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]

[67] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 4419.20-2016 出口食品常见过敏原 LAMP 系列检测方法第 20 部分: 芹菜 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 4419.20-2016 LAMP series detection methods for common allergens in exported food Part 20: Celery[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]

[68] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 4419.21-2016 出口食品常见过敏原 LAMP 系列检测方法第 21 部分: 牛奶 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 4419.21-2016 LAMP series detection methods for common allergens in exported food Part 21: Milk[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]

[69] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 4419.22-2016 出口食品

- 常见过敏原 LAMP 系列检测方法第 22 部分: 虾 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 4419.22-2016 LAMP series detection methods for common allergens in exported food Part 22: Shrimp[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]
- [70] KIM M, KIM H, KIM J, et al. Rapid on-site detection of shrimp allergen tropomyosin using a novel ultrafast PCR system[J]. *Food Science and Biotechnology*, 2019, 28(2): 591-597.
- [71] GOMAA A, BOYE J. Simultaneous detection of multi-allergens in an incurred food matrix using ELISA, multiplex flow cytometry and liquid chromatography mass spectrometry (LC-MS)[J]. *Food Chemistry*, 2015, 175: 585-592.
- [72] ORCAJO J, LAVILLA M, MARTINEZ-DE-MARANON I. Specific and sensitive ELISA for measurement of IgE-binding variations of milk allergen beta-lactoglobulin in processed foods[J]. *Anal Chim Acta*, 2019, 1052: 163-169.
- [73] 郭颖慧, 霍胜楠, 孟静, 等. 食品过敏原检测技术研究进展 [J]. *食品安全质量检测学报*, 2019, 10(16): 5276-5281. [GUO Y H, HUO S N, MENG J, et al. Research progress of food allergen detection technology[J]. *Journal of Food Safety and Quality Inspection*, 2019, 10(16): 5276-5281.]
- [74] 国家食品药品监督管理总局. YY/T 1581-2018 过敏原特异性 IgE 抗体检测试剂盒 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2018. [State Food and Drug Administration. YY/T 1581-2018 Allergen-specific IgE antibody detection kit[S]. Beijing: Standards Press of China, 2018.]
- [75] Codex Alimentarius Commission. Codex standard for foods for special dietary use for Per_x0002_sions intolerant to gluten[S]. 2015.
- [76] Codex Alimentarius Commission. General standard for the labelling of prepackaged foods (codex stan 1-1985, amendment. 7-2010)[S]. 2010.
- [77] USA. Food allergen labeling and consumer protection act of 2004[S]. 2004.
- [78] USA. Food labeling; gluten-free labeling of foods[S]. 2007.
- [79] European Parliament and of Council. Directive 2003/89/EC of the European Parliament and of the Council amending Directive 2000/13/EC as regards indication of the ingredients present in foodstuffs[J]. *Official Journal of the European Union*, 2003: 15-18.
- [80] European Food Safety Authority. Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the evaluation of lupin for labelling purposes[J]. *The EFSA Journal*, 2005, 302: 1-11.
- [81] European Food Safety Authority. Opinion of the scientific panel on dietetic products, nutrition and allergies on a request from the commission related to the evaluation of molluscs for labelling purposes[J]. *The EFSA Journal*, 2006, 327: 1-25.
- [82] The European Parliament And Council. Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011 on the provision of food information to consumers, amending Regulations (EC) No 1924/2006 and (EC) No 1925/2006 of the European Parliament and of the Council, and repealing Commission Directive 87/250/EEC, Council Directive 90/496/EEC, Commission Directive 1999/10/EC, Directive 2000/13/EC of the European Parliament and of the Council, Commission Directives 2002/67/EC and 2008/5/EC and Commission Regulation (EC) No 608/2004[J]. *Official Journal of the European Union*, 2011: 304-318.
- [83] 王梦娟, 李江华, 郭林宇, 等. 欧盟食品中过敏原标识的管理及对我国的启示[J]. *食品科学*, 2014, 35(1): 261-265. [WANG M J, LI J H, GUO L Y, et al. The management of allergen labeling in EU food and its enlightenment to my country[J]. *Food Science*, 2014, 35(1): 261-265.]
- [84] The European Parliament And Council. Commission Regulation(EC)No 41/2009 of 20 January 2009 concerning the composition and labeling of foodstuffs suitable for people intolerant to gluten[J]. *Official Journal of the European Union*, 2009, L16: 3.
- [85] 朱其太, 刘天鸿. 加拿大食品过敏原标签解读[J]. *中国检验检疫*, 2011(6): 39-40. [ZHU Q T, LIU T H. Interpretation of Canadian food allergen labels[J]. *China Inspection and Quarantine*, 2011(6): 39-40.]
- [86] 龚方, 房保海. 国内外食品过敏原标签管理现状与趋势[J]. *食品安全质量检测学报*, 2012, 3(3): 226-230. [GONG F, FANG B H. Current status and trend of food allergen label management at home and abroad[J]. *Journal of Food Safety and Quality Inspection*, 2012, 3(3): 226-230.]
- [87] 郑颖, 陈曙光, 叶钰, 等. 日本食物过敏原的管理及对我国的启示[J]. *食品科学*, 2016, 37(3): 253-257. [ZHENG Y, CHEN S G, YE Y, et al. Management of food allergens in japan and its enlightenment to my country[J]. *Food Science*, 2016, 37(3): 253-257.]
- [88] 王文枝, 温焕斌, 靳淑敏, 等. 世界各国食品过敏原种类及标识情况概述 [J]. *食品工业科技*, 2011, 32(4): 319-322. [WANG W Z, WEN H B, JIN S M, et al. Overview of the types and labeling of food allergens in various countries in the world[J]. *Food Industry Technology*, 2011, 32(4): 319-322.]
- [89] SHOJI M, ADACHI R, AKIYAMA H. Japanese food allergen labeling regulation: An update[J]. *Journal of Aoac International*, 2018, 101(1): 8-13.
- [90] CREVEL R W R, BALLMER-WEBER B K, HOLZHAUSER T, et al. Thresholds for food allergens and their value to different stakeholders[J]. *Allergy*, 2008, 63(5): 597-609.