

# 食源性过敏原标签管理及检测现状综述

金萍<sup>1</sup>, 叶湖<sup>2</sup>, 陆俊<sup>1</sup>, 金琦<sup>1</sup>, 陈玲<sup>1</sup>, 汪仕韬<sup>3</sup>, 方志娟<sup>2</sup>, 纪丽君<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>苏州市产品质量监督检验院, 江苏 苏州

<sup>2</sup>苏州市食品安全检验检测中心, 江苏 苏州

<sup>3</sup>江阴市食品安全检测中心, 江苏 江阴

收稿日期: 2021年9月12日; 录用日期: 2021年11月11日; 发布日期: 2021年11月18日

## 摘要

食源性过敏原的快速检测方案是当前重点研究问题之一, 本文介绍了食源性过敏原的种类, 各国的安全管理措施, 以及常见检测技术及其存在的局限性, 并阐述相关的研究方向。

## 关键词

食源性过敏原, 种类, 标签管理, 检测现状

# Review of Food Allergen Label Management and Detection

Ping Jin<sup>1</sup>, Hu Ye<sup>2</sup>, Jun Lu<sup>1</sup>, Qi Jin<sup>1</sup>, Ling Chen<sup>1</sup>, Shitao Wang<sup>3</sup>, Zhijuan Fang<sup>2</sup>, Lijun Ji<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Suzhou Product Quality Supervision and Inspection Institute, Suzhou Jiangsu

<sup>2</sup>Suzhou Food Safety Inspection and Testing Center, Suzhou Jiangsu

<sup>3</sup>Jiangyin Food Safety Inspection and Testing Center, Suzhou Jiangsu

Received: Sep. 12<sup>th</sup>, 2021; accepted: Nov. 11<sup>th</sup>, 2021; published: Nov. 18<sup>th</sup>, 2021

## Abstract

This paper introduces the types of foodborne allergens, safety management measures in various countries, common detection techniques and their limitations, and expounds the relevant research directions.

## Keywords

Foodborne Allergens, Types, Label Management, Detection Status

\*通讯作者。

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

食源性过敏是指人体在食用某些食物后机体产生的一些不良反应，症状轻的有皮肤红斑出疹、胃肠道不适，严重的会发生哮喘、过敏性休克等，威胁生命安全。过敏患者通常无法治愈，只能通过避免食用过敏原来预防过敏的产生。随着人们对食品过敏的重视程度增加，食源性过敏现已成为关注度极高的食品安全问题。同时，全球贸易一体化，食源性过敏原的管理不当会成为进出口贸易的壁垒。因此，食源性过敏原的快速检测方案是当前重点研究问题之一。

## 2. 食源性过敏原的种类

根据 WHO 的调查数据显示，全球有 22%~25% 的人都患有过敏性疾病，并且这一数据在逐年递增，过敏性疾病中以食源性过敏占绝大多数，到目前为止被确定具有过敏原性的食品及原料约有 160 种[1]。当然，由于文化和饮食习惯等方面的差异，各国的过敏情况不尽相同[2]，联合国粮农组织(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)规定了“八大类”致敏食品[3]，包括含麸质的谷物、奶及奶制品、坚果、花生、甲壳类、鱼类、蛋类以及大豆，这些食物或食物类别代表了 90% 的食物过敏原[4]。

### 2.1. 植物性食品过敏原

植物性的食源性过敏原主要有坚果类及其制品、蔬菜及其制品等，其中花生、榛子、腰果、核桃、开心果、杏仁等坚果类食源性过敏原在所有食源性过敏原中占了接近 90%。据研究报道，花生过敏占比最大，占 10%~47% [5]。15% 的过敏体质儿童对核桃过敏[6]，全世界人口有将近 0.5% 对大豆过敏[7]，大约 25% 的食物过敏者会对胡萝卜产生过敏反应[8]。芝麻等过敏患者也可能出现多种不良反应[9]。

### 2.2. 动物性食物过敏原

动物性食物过敏原主要有蛋、奶、鱼虾和甲壳类等。在对一项儿童支气管哮喘过敏原分析的调查中，牛肉、鸡蛋白、牛奶在食源性过敏原阳性率排前 3 [10]。牛奶过敏是婴儿最常见的食物过敏之一，在欧美发达国家，婴儿牛奶过敏发生率约 2%~7.5%，50% 牛奶过敏婴儿可能对其他食物也产生过敏[11]。鸡蛋是儿童食物过敏反应最常见的原因之一，其阳性率在儿童食物过敏中达 35%，而成人过敏也高达 12% [12]。随着动物性水产品受到越来越多人的青睐，这类食物过敏反应的报道也逐渐增多。潘剑蓉等[13]人在 2016~2017 年间对无锡市 3858 名儿童进行了食物过敏问卷调查，其中食源性过敏原中鱼虾的自我报告率最高，为 2.85%。

### 2.3. 转基因食品过敏原

转基因食品的过敏性可能是因为转入基因所表达的新蛋白，有些可能是致敏原，有些蛋白质在胃肠道内消化后的片段也可能有致敏性，形成新的致敏原[14]。

### 2.4. 食品添加剂过敏原

亚硫酸盐残留量超过 10 mg/kg 时(以 SO<sub>2</sub> 计)，在欧盟、韩国、澳大利亚以及香港等地被定义为过敏原。

### 3. 食源性过敏原标签管理

过敏症状目前没有有效的根治手段，通常是无法治愈的，只有避免摄入过敏原才能预防。婴幼儿以及儿童是食源性过敏的高发人群，食源性过敏是婴幼儿及其儿童继发性营养不良的原因之一。在一项针对欧洲十国 8000 多名儿童食物过敏的问卷调查显示，2~3 岁儿童多发食物过敏，各国儿童食物过敏的发病率从 1.7% 到 11.7% 不等，75.7% 的食物过敏发病儿童需要就医[15]。因此，包括我国在内各国都出台了相应的政策。

不同的国家或者地区主要食源性过敏原不同，食品标签中需要标注的过敏原成分的要求是有一定差距的。《澳新食品标准法典》规定，当食品中含有这些过敏原物质时，必须在标签上以特定的格式和位置进行过敏原声明。2020 年 12 月 15 日，澳新食品标准局(FSANZ)就曾发布通告，召回 Aust Aria Pty Ltd.生产的一款名为“Naderi Traditional cookie”的曲奇饼干，原因是该产品含有未申报的花生过敏原。2015 年 2 月 25 日时澳大利亚一家公司曾宣布对中国老干妈辣椒酱实施召回，原因也是因为未标注过敏原(花生)。国际食品法典委员会(Codex Alimentarius Commission, CAC)在《预包装食品通用标签标准》中明确规定，对已知的导致过敏反映的食品和配料应始终加以说明；美国自 2006 年起已开始实施新的《食物过敏原标识和消费者保护法案》，法案要求所有可能含有过敏原的食品成分都必须在食品标签上进行标明，对于交叉污染的情况，生产商可以自愿在食品包装上贴注建议性或预防性标签声明，以便消费者知悉食品过敏原情况。虾、蟹、小麦、荞麦、鸡蛋、牛奶、花生过敏原成分在日本是强制性要求标注在标签上的。据报道，2014 年 10 月 24 日美国 FDA 曾发布召回通报，称伦德伯格家庭农场在美加拿两国销售的一款未标注乳品过敏原的大米片。2016 年 1 月，加拿大也曾召回冷冻海鲜食品，因含有鸡蛋过敏原而实际未标注等。

我国一直在不断加深对食源性过敏原的管理，2009 年原国家质检总局颁布了 GB/T 23779-2009《预包装食品中的致敏原成分》，参照国际食品法典标准列出了八类致敏物质，2011 年颁布 GB7718-2011《预包装食品标签通则》国家标准，鼓励企业自愿标注食品过敏原信息，更好的履行社会责任[16]，这是首次正式将食源性过敏原的标识问题纳入标签管理，2018 年 11 月《食品安全国家标准 预包装食品标签通则(征求意见稿)》拟将八类食品过敏原纳入强制性标识范畴。

### 4. 食源性过敏原常见检测方法

食源性过敏原的检测技术按其原理可成为两大阵营，一类基于过敏蛋白，另一类主要基于所含有过敏原蛋白基因。

#### 4.1. 基于蛋白的检测方法

食源性过敏原成分基本都属于蛋白质，如胡桃的 jug r1 过敏蛋白质、大豆的  $\beta$ -伴大豆球蛋白、牛乳  $\alpha$ -乳白蛋白及  $\beta$ -乳球蛋白等，因此针对蛋白进行检测的免疫学相关技术是检测食源性过敏原的重要手段。主要有利用抗原抗体特异性结合原理的 ELISA 方法[17][18]、胶体金试纸条方法[19]、免疫印迹法[20]、免疫传感器技术[21][22]以及蛋白芯片[23]等。以 ELISA 法为核心的免疫方法灵敏度高，如谈超等创建了绿豆过敏原的 ELISA 检测方法，检测灵敏度可达 4.99n g/mL，且适合批量操作，市场应用也比较成熟，有很多商业化的试剂盒产品。然而，ELISA 法、免疫印迹法等均只能检测单一的过敏蛋白，而加工生产线可能涉及多种原料，近期蛋白芯片的研究就是为了解决多重过敏原检测的目的，如张轶群等[24]研制了适用于南美白对虾、杂色蛤、鲑鱼、等常见水产品同步检测的过敏原免疫芯片，翟康乐等[25]建立了一种蛋白质芯片，可同时检测血清中 3 种桃过敏原抗体组分。

然而，食品加工中的复杂程序以及食品检测中过敏原蛋白的提取过程对此类方法的发展产生了一定的不利影响，因为加工过程和提取过程可能使过敏原蛋白质产生变性，影响抗体的特异性结合，从而使

得检测值偏低甚至是假阴性结果[26] [27]。

另一方面, 基于蛋白的非免疫检测技术还包括 HPLC [28]、毛细管电泳[29] [30]等技术, 但由于分离度不佳、无商品化标准品、灵敏度差等问题, 一直无法应用于过敏原的检测工作中。

## 4.2. 基于核酸的检测方法

基于核酸的检测方法主要原理是通过食品中的过敏原蛋白基因判断是否存在过敏原。核酸相较于蛋白, 热稳定性强, 基于核酸的检测方法在加工食品检测中更有优势[31] [32] [33]。基于 DNA 检测的方法是经典的 PCR 法[34] [35]、荧光 PCR [36]、多重 PCR [37]、环介导等温扩增技术[38]等, 如关潇等[34]基于  $\alpha$ -乳白蛋白基因序列对牛奶进行了过敏原的 PCR 检测, Hird H 等[36]人则采用实时荧光 PCR 技术检测食品中的花生过敏原成分, 李一鸣等[38]人分别采用环介导等温扩增技术(LAMP)技术检测食品过敏原芹菜及花生。程芳等[33]人则运用多重 PCR 建立了榛子、花生、小麦、山核桃等十种常见食品过敏原的复合 PCR 检测方法。

然而, 普通 PCR 和实时荧光 PCR 只能针对单一基因进行检测, 而食品中存在的过敏原种类繁多, 再加之生产中交叉污染的情况, 这就需要同时对大多数常见食品过敏原进行高通量地检测, 单重检测在实际应用中存在一定的局限。多重 PCR 虽可同时扩增多重靶标, 但后续需要电泳进行分离, 大小相近的片段比较难于区分。

## 4.3. 基因芯片技术

基因芯片技术来源于核酸序列间的相互配对, 基因芯片技术将许多不连续的样品分析过程集成在一个芯片上, 实现了集成化和微量化。通过大量科研人员的不断研究, 基因芯片技术趋于成熟。王磊[39]等人将芹菜 MTD 基因、鸡线粒体 DNA、鱼的线粒体 16S、花生的 Arah1 基因、芝麻的 Sal 基因、大豆的 Lectin 基因、小麦的 GAG56D 基因以及杏仁的 Prudul 基因上选取的 DNA 片段作为探针固定于固相载体, 利用序列间的相互配对, 发明了一种基因芯片, 可同时检测这 8 种食品过敏原的基因。陈颖等人[40]在芯片基质表面上布局针对过敏原蛋白序列的多个特异性探针, 结合多重 PCR 扩增技术, 制备一种检测多种食品过敏原的可视薄膜传感器芯片。Tortajada-Genaro 等[41]则结合 PCR 技术和 DVD 技术, 实现了食源性过敏原的多重 DNA 检测, 检测灵敏度可达  $1 \mu\text{g/g}$ , 同时抗干扰性能强。

由于核酸的高热稳定性, 源于核酸的检测技术发展迅速, 基因芯片更是具备高通量的优势, 是目前研究的热点之一, 但此类也并非没有缺陷。食品加工过程中的一些脱敏手段可以使得原有的过敏蛋白失去致敏性, 因此过敏原基因的存在不一定说明该食品存在致敏性, 检测存在假阳性的风险。同时该技术研发难度相对较大, 设备投入比较昂贵, 对操作者的技能要求也相对较高。

## 5. 结语

随着人们饮食结构的多元化, 食物过敏的发生率日渐升高。食物过敏没有治愈的方法, 只能通过避免食用过敏原进行预防, 因此, 食品过敏原的标签管理愈引起各国的重视, 包括我国在内各国都出台了相应的政策。而发展食源性过敏原的检测技术亦十分重要, 可以有效减少消费者发生过敏反应, 食源性过敏原的检测技术主要包括基于蛋白的检测方法和基于核酸的检测方法, 相比较而言, 基于核酸的检测方法更具有优势。

## 致 谢

首先, 感谢江苏省市场监督管理局给予的经费支持, 保障了课题的顺利开展; 其次, 在本科课题研究

过程中得到了苏州市产品质量监督检验院各位领导和同志们的大力支持和关怀。课题组全体人员分工合作,认真查阅文献和资料,潜心进行科学研究,为完成课题付出了很大的工作,在此表示衷心的感谢。

## 基金项目

江苏省市场监督管理局科技项目(KJ21125075)。

## 参考文献

- [1] Chapman, J.A., Bernstein, I.L., Lee, R.E., Oppenheimer, J., Nicklas, R.A., Portnoy, J.M., *et al.* (2006) Food Allergy: A Practice Parameter. *Annals of Allergy Asthma & Immunology*, **96**, S1-S68. [https://doi.org/10.1016/S1081-1206\(10\)60926-X](https://doi.org/10.1016/S1081-1206(10)60926-X)
- [2] 吕相征, 刘秀梅, 杨晓光. 健康人群食物过敏状况的初步调查[J]. 中国食品卫生杂志, 2005, 17(2): 119-121.
- [3] Food and Agriculture Organization of the United Nations (1995) FAO Technical Consultation on Food Allergens. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- [4] 赵婷婷. 简述食品过敏原的管控[J]. 食品安全导刊, 2020(22): 46-48
- [5] 王通, 梁炫强, 李玲. 花生致敏原的研究进展[J]. 中国油料作物学报, 2007, 29(3):353-358.
- [6] 姜松松, 赵博, 毕源, 车会莲. 核桃过敏原分子特征与检测方法研究进展[J]. 农业生物技术学报, 2016, 24(12): 1935-1962.
- [7] Foucard, T. and Malmheden Yman, I. (1999) A Study on Severe Food Reactions in Sweden: Soy Protein an Underestimated Cause of Food Anaphylaxis? *Allergy*, **54**, 261-265. <https://doi.org/10.1034/j.1398-9995.1999.00924.x>
- [8] 孙敏, 梁成珠, 徐彪, 高宏伟, 林超, 刘彩霞. 实时荧光 PCR 法检测食品和饮料中胡萝卜成分的研究[J]. 食品科技, 2011, 36(11): 275-278.
- [9] 张文举, 许庆金, 邓志瑞, 陈沁. 芝麻过敏原 PCR 检测方法[J]. 食品与机械, 2012, 28(2):52-55, 65.
- [10] 陈艳萍. 牛奶过敏: 预防与治疗[J]. 父母必读, 2009(7): 58-59.
- [11] 蔡幸生, 林丽爱, 黄育涛, 等. 儿童支气管哮喘 112 例过敏原分析[J]. 广东医学, 2016, 37(9): 1360-1361.
- [12] 唐瑞莉. 浅析食品过敏原检测中免疫学技术的应用[J]. 技术与市场, 2016, 23(4): 126-126.
- [13] 潘剑蓉, 李羚. 无锡地区儿童食物过敏情况分析[J]. 现代预防医学, 2020, 47(17): 3121-3124,
- [14] 林忠平, 倪挺. 转基因食品的过敏特性评估——食物过敏原数据库的建立[J]. 生物技术通报, 2001(6): 46-47.
- [15] Florsheim, E.B., Sullivan, Z.A., Khoury-Hanold, W. and Medzhitov, R. (2021) Food Allergy as a Biological Food Quality Control System. *Cell*, **184**, 1440-1454. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.12.007>
- [16] 金莹, 房保海. 食品过敏原的分类及安全管理[J]. 食品安全质量检测学报, 2012, 3(4):240-244.
- [17] Walczyk, N.E., Smith, P.M.C., Tovey, E.R. and Roberts, T.H. (2017) Peanut Protein Extraction Conditions Strongly Influence Yield of Allergens Ara h 1 and 2 and Sensitivity of Immunoassays. *Food Chemistry*, **221**, 335-344. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.063>
- [18] Luis, A., Gonzalez, I., Garcia, T. and Martín, R. (2008) Determination of Food Authenticity by Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA). *Food Control*, **19**, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.02.010>
- [19] Ben Rejeb, S., Abbott, M., Davies, D., Cléroux, C. and Delahaut, P. (2005) Multi-Allergen Screening Immunoassay for the Detection of Protein Markers of Peanut and Four Tree Nuts in Chocolate. *Food Additives & Contaminants*, **22**, 709-715. <https://doi.org/10.1080/02652030500158450>
- [20] 吴兴达. 中华绒螯蟹主要致敏原的分离纯化与免疫学鉴定[D]: [硕士学位论文]. 无锡: 江南大学, 2009.
- [21] 宁炜. 花生、河虾过敏原抗体的制备及压电免疫传感同步检测[D]: [硕士学位论文]. 无锡: 江南大学, 2009.
- [22] Pollet, J., Delport, F., Janssen, K.P.F., Tran, D.T., Wouters, J., Verbiest, T., *et al.* (2011) Fast and Accurate Peanut Allergen Detection with Nanobead Enhanced Optical Fiber SPR Biosensor. *Talanta*, **83**, 1436-1441. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2010.11.032>
- [23] 付冉. 食物过敏原液相悬液芯片检测方法的研究[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津科技大学, 2015.
- [24] 张轶群. 海产品过敏原免疫芯片检测方法的研究[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 中国海洋大学, 2009.
- [25] 翟康乐, 周俊雄, 李新新, 等. 桃过敏原组分检测蛋白质芯片的制备及验证[J]. 基础医学与临床, 2017, 37(11): 1507-1512.

- [26] Cucu, T., De Meulenaer, B., Kerkaert, B., Vandenberghe, I. and Devreese, B. (2012) MALDI Based Identification of Whey Protein Derived Tryptic Marker Peptides That Resist Protein Glycation. *Food Research International*, **47**, 23-30. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.12.010>
- [27] Koppdman, S.J. and Helle, S.L. (2006) *Detecting Allergens in Food*. Woodhead Publishing Ltd and CRC Press LLC, Cambridge.
- [28] 邹丽. 牛乳过敏原  $\beta$ -乳球蛋白制备, 中试生产设计及其致敏性的细胞学评估[D]: [硕士学位论文]. 南昌: 南昌大学, 2016.
- [29] Garcia-Ruiz, C., Torre, M. and Marina, M.L. (2009) Analysis of Bovine Whey Proteins in Soybean Dairy-Like Products by Capillary Electrophoresis. *Journal of Chromatography A*, **859**, 77-86. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(99\)00838-9](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(99)00838-9)
- [30] 徐双双, 王尉, 陈尔凝, 贺天雨, 赵新颖. 电泳法在食品过敏原检测中的应用[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(11): 3436-3443.
- [31] Sivaguru, M., Baluška, F., Volkmann, D., Felle, H.H. and Horst, W.J. (2009) Impacts of Aluminum on the Cytoskeleton of the Maize Root Apex. Short-Term Effects on the Distal Part of the Transition Zone. *Plant Physiology*, **119**, 1073-1082. <https://doi.org/10.1104/pp.119.3.1073>
- [32] Samac, D.A. and Tesfaye, M. (2003) Plant Improvement for Tolerance to Aluminum in Acid Soils—A Review. *Plant Cell, Tissue & Organ Culture*, **75**, 189-207. <https://doi.org/10.1023/A:1025843829545>
- [33] Samuels, T.D., Kucukakyuz, K., Rincon-Zachary, M. (2007) Al Partitioning Patterns and Root Growth as Related to Al Sensitivity and Al Tolerance in Wheat. *Plant Physiology*, **113**, 527-534. <https://doi.org/10.1104/pp.113.2.527>
- [34] 关潇, 蔡琴, 陈沁. 基于  $\alpha$ -乳白蛋白基因序列的牛奶过敏原 PCR 检测[J]. 乳业科学与技术, 2013, 36(4): 19-22.
- [35] Holzhauser, T., Wangorsch, A. and Vieths, S. (2000) Polymerase Chain Reaction (PCR) for Detection of Potentially Allergenic Hazelnut Residues in Complex Food Matrixes. *European Food Research & Technology*, **211**, 360-365. <https://doi.org/10.1007/s002170000152>
- [36] Hird, H., Lloyd, J., Goodier, R., Brown, J. and Reece, P. (2005) Detection of Peanut Using Real-Time Polymerase Chain Reaction. *European Food Research & Technology*, **220**, 238. <https://doi.org/10.1007/s00217-004-1110-3>
- [37] 程芳. 十种常见食品过敏原基因复合 PCR 检测方法的建立和不同玉米品种代谢组学差异分析[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海师范大学, 2013.
- [38] 李一鸣, 王宇珂, 叶宇鑫, 闫鹤, 石磊. 环介导等温扩增技术检测花生过敏原[J]. 现代食品科技, 2012, 28(1): 126-130.
- [39] 王磊, 曹勃阳, 刘向前, 陈敏, 冯露. 检测常见食品过敏原的基因芯片及检测试剂盒[P]. 中国专利, CN201310019254.3. 2013-04-24.
- [40] 陈颖, 王玮, 吴亚君, 杨海荣, 袁飞. 一种基于可视芯片的检测食品过敏原的方法[P]. 中国专利, CN201010588394.9. 2011-06-29.
- [41] Tortajadagenaro, L.A., Santiagofelipe, S., Morais, S., Gabaldón, J.A., Puchades, R. and Maquieira, Á. (2012) Multiplex DNA Detection of Food Allergens on a Digital Versatile Disk. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, **60**, 36-43. <https://doi.org/10.1021/jf2037032>