

我国水产品质量安全监管技术新动向

林洪*, 李梦哲, 米娜莎

(中国海洋大学 食品科学与工程学院, 青岛 266003)

摘要: 近年来, 我国水产品消费量不断增加, 水产品供应链愈加复杂, 一些新技术在水产品生产中的应用的同时伴随着新的风险产生, 非传统食品安全问题也日益凸显。由此, 水产品质量安全监管面临着更大的挑战。目前, 我国的水产品安全性虽然已经达到可控的状态, 质量检测与控制技术也获得了长足进步, 但新兴问题的出现促使新型水产品质量安全监管技术的发展。本文依据近年来国内外相关研究报道, 对水产品风险监测、原料溯源、危害控制、产品召回以及突发事件的应急评估 5 方面的新型监管技术进行综述, 为水产品监管部门提供技术支撑, 并确保水产品质量安全提供参考。

关键词: 风险监测; 溯源; 危害控制; 召回; 应急评估

Current new trend of aquatic products quality and safety supervision technologies in China

LIN Hong*, LI Meng-Zhe, MI Na-Sha

(College of Food Science and Technology, Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

ABSTRACT: In recent years, the consumption of aquatic products was increasing continuously and the supply chain became more and more complicated. At the same time, new risks originated from new technologies in aquatic products and non-traditional food safety issues became even more serious. As a result, quality and safety supervision of aquatic products was faced with greater challenges. Even though aquatic products safety has been controlled and technologies in detection and control have been developed a lot, new troubles could promote the development of novel aquatic products quality and safety supervision technologies. In this paper, new technologies of risk monitoring, traceability, hazard controlling, products recall and emergency assessment of aquatic products were summarized, which could provide technique supports for regulators of aquatic products.

KEY WORDS: risk monitoring; traceability; hazard control; recall; emergency assessment

1 引言

近些年来, 我国水产品消费量不断增长, 同时随着贸易全球化的发展, 水产品的供应链也更加复杂^[1]。据统计, 2014年1~11月我国水产品来进料加工贸易出口量达到106.3万吨, 同比增长0.9%^[2]。水产企业的全球化、跨境电

商的兴起和发展^[3], 都使得我国对水产品安全的监管面临更大的挑战。同时, 新技术诸如辐照技术^[4]、新型生物制剂^[5]以及转基因技术^[6]等的应用在为消费者提供更多可选择的优质产品的同时, 也对我国水产品质量安全的监管提出了更高的要求。除此之外, 日益突出的非传统食品安全问题也促使我国加强对水产品质量安全的监管^[7], 为消费者提供更

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项资金项目(CARS-50)

Fund: Supported by the Earmarked Fund for China Agriculture Research System (CARS-50)

*通讯作者: 林洪, 博士, 教授, 主要研究方向为水产品质量安全与质量控制方面。E-mail: linhong@ouc.edu.cn

*Corresponding author: LIN Hong, Professor, College of Food Science and Engineering, Ocean University of China, 5 Yushan Rd, Qingdao 266003, China. E-mail: linhong@ouc.edu.cn.

安全、更放心的水产品。本文将从水产品产业链的质量与安全监测、原料追溯、危害因子控制、问题水产品召回以及突发水产品安全事件应急评估5个方面进行技术方法的论述,为水产品质量与安全的监管提供技术支撑。

2 风险监测:发展实时快检技术,突破非定向筛查监测

根据我国《食品安全风险监测管理规定》,食品安全风险监测是通过系统和持续地收集食源性疾病、食品污染以及食品中有害因素的监测数据及相关信息,并进行综合分析和及时通报的活动^[8]。然而在实施监测计划的过程中存在一些亟需改进的技术问题。

随着新兴技术的革新,更多便捷实用的监测或检测装置可应用在水产品全产业链中。水产品中富含蛋白质、脂质等营养物质,易在贮运、销售过程中因控温变化而使其品质劣化甚至腐败变质^[9]。目前,以时间为基础的传统食品标签制度虽然可以提供指示食品腐败程度的保质期,但其受限于反映食品在实际贮运过程中所经历的温度历史,难以精确指示食品的新鲜程度。因此,对于生食或生鲜水产品而言,更为准确而直观地判断水产品新鲜度的方法的确是十分必要的。比如基于酶反应的时间-温度指示器(TTIs)可指示冷冻水产品贮运过程中的温度及品质变化历程,可较准确地反映水产品的鲜度^[10]。另外,生鲜水产品因其新鲜味美、营养价值高而广受消费者喜爱,但其货架期较短,对其进行监管检测的周期会影响其食用质量。因此,快速检测技术因其操作简便而快速、经济又准确的优点^[11]能较好地满足生鲜水产品初筛检测的要求,这也是目前生鲜水产品检测技术的主要发展趋势^[12]。免疫层析技术是广泛认可且适用的快检方法^[13],由于水产品种类繁多、成分复杂、影响因素较多而易造成假阳性结果。目前正在对现有技术进行改进,不断优化胶体金免疫层析法以满足水产品的快检要求。例如改进前处理过程、消除样品的基质效应^[14]、基底材质的优化^[15]、采用辅助的读数设备实现检测结果的半定量和定量^[16]以及建立水产品多残留检测的方法^[17]等,实现水产品快速检测技术的逐步完善和发展。

水产品的风险监测不仅需要排除已知有害因素的风险,更要及时发现并排除未知风险因子的危害。目前我国对于水产品中化学危害物的检测主要以定向检测为主,即已经明确了要检测的目标物,然后按照标准进行检测。然而,现有的监测方法不能实现对未知的潜在危害物的发现和检测,不能有效地预防未知潜在危害物。2008年的“三聚氰胺”事件足以引起我们对于未知危害物监测的重视。吴永宁^[18]在针对“十三五”国家重点研究计划在食品安全部署的工作中介绍,食品化学危害物检测从定向检测向非定向筛查转变,发展食品污染物和恐怖毒物人群健康危害的生物

标志物监测技术。这一监测重点的转移就需要相应技术方法的支持,如色谱^[19]、质谱^[20]、核磁共振^[21]等大型精密设备走进水产品企业,及时、有效地监测潜在危害物是否存在于水产品中,为安全水产品的供给提供保障。

3 原料溯源:革新溯源预警技术,集成安全信息大数据

水产品原料是水产品生产和消费的源头,因此对其进行质量与安全的控制是极其重要的。近些年来,水产品原料的安全性事件时有发生,以低值虹鳟冒充高值三文鱼,使用不适宜食用的油鱼来冒充银鳕鱼,将养殖大黄鱼粉饰冒充野生大黄鱼,将非阳澄湖的大闸蟹标注为原产地阳澄湖,将淡水鱼糜冒充海水鱼糜。这些现象的出现不仅影响了水产品的声誉,有些甚至危害消费者的健康。由此,水产原料物种及真伪鉴别技术成为了水产品质量与安全控制中的新兴研究热点。

水产品原料溯源技术是建立在消费者与生产商、加工商间的重要桥梁。目前可应用于水产品监管的追溯技术研究较为成熟,主要分为4类,包括物理追溯、化学追溯、生物追溯以及感官追溯。其中物理追溯是目前应用较广的技术方法,包括条码、射频识别技术(rapid frequency identification, RFID)等^[22]。以蟹苗种为例,上海已经采用RFID和二维码对其进行唯一识别,并结合GPS和GIS技术,建立了基于Web的中华绒螯蟹种精细养殖物联网智慧服务系统,构建了中华绒螯蟹种质量的全程动态追溯体系^[23];对于消费者而言,感官追溯是最直观的鉴别方法,可以结合水产品的外观、大小、形态、色泽、质地等综合因素^[24],对水产品来源地进行追溯。而以同位素指纹为标志的化学追溯^[25,26]和以不同物种DNA为特征的生物溯源^[27,28]都可为产地溯源提供科学的身份鉴定信息。然而目前溯源预警系统仍较分散,地域性特征较明显,尚未集成涵盖广域水产品的风险预警的大数据系统。因此,将溯源预警从分散趋于统一,整合全国乃至全球水产品资源追溯信息是目前水产品溯源的主要发展方向。例如,建立水产品的生物信息数据库,其中包含水产品的特征信息如红外光谱图谱等,这样可有效解决信息不对称问题,便于消费者对水产品进行鉴真辨伪、追根溯源。

原料溯源可以追溯水产品产业链信息,利于水产品的质量安全监管。另外,一些食源性疾病的爆发更需要通过技术手段对病源进行追溯以防止影响扩大。近些年来,微生物导致的食源性疾病广受关注^[29],然而常用的微生物检测方法仅限于指示已知微生物的种类和数量。微生物的全基因组测序技术成熟后,不仅能快速检测特定、已知的微生物,也可以将未知的微生物一次性筛选出来。这也是“十三五”规划中的既定目标,“微生物诊断溯源由传统技术向下一代全基因组测序转移”^[18],这不仅能够快速诊断由微

生物引起的食源性疾病并进行溯源,而且对新型抗体的识别和制备技术的发展都大有裨益。

4 危害控制:以脆弱性评估引导控制,消减水产品产中产后危害

水产品的质量安全在对危害因子进行监测、溯源的同时,更需要主动地控制,从而减少水产品安全事件的发生,包括对水产品原料、水产品产中及产后的危害因素的控制与消减工作。以冷冻牡蛎为例,近几年,我国出口日本的冷冻牡蛎产品被多次通报检出腹泻性贝毒(DSP),然而调查结果显示,其生物检测方法的结果为假阳性。这是因为牡蛎产品中富含多不饱和脂肪酸酯,在低温贮藏情况下水解酶依然存在活性而产生游离脂肪酸,生物检测法的结果显示其具有较强的毒性而呈假阳性^[30]。对现有传统检测方法存在问题的认识促进更为科学的检测方法的出现和替代,比如质谱、液相等仪器检测的引进;同时也科学地指导了水产品贮运条件的合理控制,确保水产品安全。比如,-25℃贮存温度条件下,贮存时间长达12个月的牡蛎产品中游离脂肪酸含量也未达到临界值,一直处于安全范围内^[30]。这样就可以通过已有的生产技术成果指导安全控制措施,从而确保水产品的安全。

另外,关于水产品安全的控制理念也随近几年安全事件的发生特征而转变。“十三五”规划中提出“食品安全控制理念从HACCP向脆弱性评估为基础全程控制转变”^[18]。HACCP^[31]即危害分析和关键控制点,能够确保食品在消费的生产、加工、制造和食用等过程中的安全,在危害识别、评价和控制方面是一种科学、合理和系统的方法,这对加工贮藏过程中病原微生物的防控^[32],渔药、重金属以及环境污染物等典型危害因子的消减及脱除等^[33]都有重要意义。然而,食品掺假、替代等风险的存在就急需脆弱性评估(BRC评估)^[34]的实施,这一评估方法旨在水产品的生产、贮运、销售以及消费者使用过程中对任何水产原料、辅料掺假、替代风险进行严格分析,从而避免此类现象出现。在水产品监管中该评估方式主要涉及到食物链脆弱性评估、产品真实性溯源、产地污染以及水产品安全控制等技术,将最新的检测仪器和方法应用于水产品全产业链,同时促进水产品现场和在线监管所需的新型技术。

5 产品召回:水产品监管信息化,杜绝问题水产品危害扩散

根据食品召回制度的规定,由食品生产者自己主动、或者经国家有关部门责令,对已经上市销售的不符合食品安全标准的食品,由生产者公开回收并采取相应措施,及时消除或减少食品安全危害的制度。

由于消费者获得水产品质量信息的成本高,供求双方对水产品质量信息掌握的不对称性^[35],导致市场自身对

水产品质量的调节失效。食品安全事件发生后,其召回方式的有效性决定着对消费者的影响范围^[36]。美国泰森食品在遭到消费者针对产品异味和食用产品后有轻微病状的投诉之后召回了相关产品。美国农业部食品安全检验局(FSIS)于2015年11月16日发出通告,要求泰森食品公司召回的鸡翅大概有52486磅,这些鸡翅有异味,涉嫌掺假。目前官方尚未收到消费者食用这些产品后导致不良反应的确认报告^[37]。1998年12月美国沙莉集团召回了近3500万磅的熟食和热狗,但因召回不及时,导致爆发了由李斯特菌引起的全球性疾病,事件导致21人死亡、100余人住院^[38]。由此可见,有效、及时地召回不符合生产标准的产品才能保证食品的质量和安全性。这几个案例给予了水产品召回很好的借鉴。

目前美国农业部食品安全与检验局向公众告知采取产品召回措施主要有两种方式:一是新闻发布;二是召回告知报告。我国国家食品药品监督管理总局发布的《食品召回管理办法》的第三章第十七条也对不安全食品召回方式做了相应要求,规定食品召回公告要通过省级食品药品监督管理部门网站和省级主要媒体发布,并应当与国家食品药品监督管理总局网站链接^[38]。然而,水产企业多而分散,还有一些小型企业未被纳入监管系统,这就给不合格水产品及时召回带来了困难。因此,健全水产品追溯系统,使水产品在整个流通环节中“来源可查、去向可追、责任可究”,既能快速锁定风险源头,又能快速启动产品召回,提高召回效率,这也是水产品监管信息化^[39]的主要要求。水产品“身份证明”不仅可以追溯原料产地及产品信息,也可以完整记录水产品在整个产业链中的流通情况,在水产品货架期内完整保留各项记录信息,为确保水产品质量安全提供保障。

6 应急评估:发展传统评估替代技术,加速应急评估进程

一些突发的水产品安全事件或者可能会影响到水产品安全却缺乏相应评估手段的事件,极易引起消费者的恐慌并有可能威胁消费者的健康^[40]。如2005年11月13日,中石油吉林石化公司双苯厂发生爆炸事故,事故区域排出的污水致使污染物硝基苯和苯对松花江水及江中的生物造成污染,造成该地区渔业生产人员的极大困惑,不知江中的水产品是否还能符合食品安全标准。由此可见,有些水产品安全事件的发生不局限于常规检测项目不合格等引发,对于该类事件需采用相应的应急评估方法预测其风险,进而提出科学的防控手段、消除生产者和消费者的恐慌。

传统的对化学物的安全性评价主要基于动物实验进行,包括急性毒性实验、亚慢性和慢性毒性实验、致突变实验、致癌实验、生殖发育毒性实验以及免疫毒性实验等^[41],通过实验结果来推测化学物对人体造成的危害。但是

通过上述动物实验评估化学物的安全性周期长、通量低^[42],不能满足应急事件发生后短时间内评估危害物的危害程度及特点的要求。因此,寻找有效且快速的评估化学品的毒理学替代方法成为了毒理学方法学研究领域的热点。吴永宁^[18]在“十三五”规划中指出“以动物实验为基础的传统评估技术向人为基础的新型评估技术的转移”。目前实现这项转移的关键技术领域是“突破人源性细胞体外替代毒性实验”。并且美国国家研究委员会(NRC)“21世纪的毒性测试:愿景与策略”这一极具里程碑意义的研究报告的发表^[43],预示着毒理学实验方法将发生革命性的改变。而基于人体细胞的靶向性测试和毒性通路测试将取代以实验动物为中心的传统毒性评价方法成为研究热点^[42]。除此之外,一些新型生物制剂在应用之前也需通过对其安全性进行相应评价,分子生物学技术如PCR^[44]、全基因组测序分析^[45]等方式都可初步推测一些新型微生物的致病因子、毒性情况。这些新技术的引进,不仅可以较为准确地评估新兴风险因子的毒性情况,还可以加速评估进程,快速、及时地向消费者报告危害程度,可有效规避水产品安全事件的发生。

7 结 语

我国水产品质量安全监管技术日益完善,并可充分利用新兴技术严格防控水产品从产前、产中到产后各个环节中可能发生的危害。为避免水产品安全问题的出现,实时监测水产品全产业链中各风险因素的指标,以期及时发现并阻止安全事件的发生成为趋势。与此同时,积极控制并消减水产品产前、产中和产后各个环节中的危害因子,从而实现水产原料可溯源、危害可控制这一目标。当水产品安全事件爆发后,一方面能通过科学、有效的手段及时召回,缩小危害影响范围。另一方面,对于突发的水产品安全事件通过快速有效的应急评估手段给予消费者科学、健康的饮食指导。

参考文献

- [1] 孙琛,沈媛.基于流通渠道视角的我国水产品质量安全问题研究[J].食品工业科技,2014,35(13):275-279.
Sun C, Shen Y. Research of aquatic products quality and safety problem in China based on circulation channel [J]. Sci Technol Food Ind, 2014, 35(13): 275-279.
- [2] 陈述平,吴晨.2014年全国水产品进出口贸易形势及2015年展望[J].科学养鱼,2015(3):4-5.
Chen SP, Wu C. The national aquatic products import and export trade situation and outlook in 2015 [J]. Sci Fish Farm, 2015(3): 4-5.
- [3] 鲁将,靳晓泓,高洁,等.水产品电商的品牌建设研究——以梁子湖螃蟹为例[J].安徽农业科学,2015,43(20):315-316.
Lu J, Jin XH, Gao J, et al. Study on the brand construction of aquatic products electronic business: Take Liangzi Lake crabs as an example [J]. J Anhui Agric Sci, 2015, 43(20): 315-316.
- [4] 张宁波,乔宇,廖涛,等.辐照技术在水产品安全控制中的应用[J].湖北农业科学,2011,50(22):4537-4540.
Zhang NB, Qiao Y, Liao T, et al. Irradiation technology applied in safety control of aquatic products [J]. Hubei Agric Sci, 2011, 50(22): 4537-4540.
- [5] 胥亚夫,林洪,张茜,等.冷藏牙鲆中主要腐败菌卵黄抗体的抑菌性能[J].食品科学,2010,31(23):109-113.
Xu YF, Lin H, Zhang Q, et al. Characterization of chicken egg yolk antibodies against dominant spoilage organisms in *Paralichthys olivaceus* during cold storage [J]. Food Sci, 2010, 31(23): 109-113.
- [6] 柳淑芳,杜永芳,李振,等.海洋生物技术的研究进展与转基因水产品安全性评价[J].中国食品学报,2006,6(1):383-389.
Liu SF, Du YF, Li Z, et al. Advance of marine biotechnology and safety of transgenic aquatic organisms [J]. J Chin Inst Food Sci Technol, 2006, 6(1): 383-389.
- [7] 崔秀华,严莉莉.我国非传统食品安全问题研究[J].安徽农业科学,2014,42(1):221-222.
Cui XH, Yan LL. On the problems of non-traditional food safety in China [J]. J Anhui Agric Sci, 2014, 42(1): 221-222.
- [8] 李宁,杨大进,郭云昌,等.我国食品安全风险监测制度与落实现状分析[J].中国食品学报,2011,11(3):5-8.
Li N, Yang DJ, Guo YC, et al. Current situation analysis of Chinese food safety risk surveillance system and implement [J]. J Chin Inst Food Sci Technol, 2011, 11(3): 5-8.
- [9] 姜兴为,杨究时.水产品腐败菌与保鲜技术研究进展[J].湖南农业科学,2010(15):100-103.
Jiang XW, Yang XS. Study progress of aquatic product's spoilage bacteria and its preservation technology [J]. Hunan Agric Sci, 2010(15): 100-103.
- [10] 葛蕾,李振兴,林洪.基于酶促褐变原理的时间温度指示系统研究[C].第二届中国食品与农产品质量安全检测技术国际论坛暨展览会,北京,2013.
Ge L, Li ZX, Lin H. Study on an enzymatic browning based time-temperature indicator system [C]. The second international forum and exhibition of Chinese food and agricultural products quality and safety testing technology, Beijing, 2013.
- [11] 唐益,周俊.食品微生物检测中快速检测法的应用探究[J].化学工程与装备,2015(10):224-225.
Tang Y, Zhou J. Application of rapid detection method in food microbiological detection [J]. Chem Eng Equip, 2015(10): 224-225.
- [12] 曹立民,隋建新.水产品中化学危害物筛选检测技术的研究应用[J].食品工业科技,2009,30(1):337-340.
Cao LM, Lin H, Sui JX. Research and application of fast screening techniques for chemical pollutants in sea food [J]. Sci Technol Food Ind, 2009, 30(1): 337-340.
- [13] 吴刚,姜瞻梅,霍贵成,等.胶体金免疫层析技术在食品检测中的应用[J].食品工业科技,2007,28(12):216-218.
Wu G, Jiang ZM, Huo GC, et al. Application of colloidal gold immunochromatography in food detection [J]. Sci Technol Food Ind, 2007, 28(12): 216-218.
- [14] 李文玲,庄松娟,林洪,等.海参呋喃唑酮代谢物胶体金免疫层析检测中的基质效应及消除方法[J].中国渔业质量与标准,2015,5(06):35-42.
Li WL, Zhuang SJ, Lin H, et al. Matrix effects of *Apostichopus japonicus* and its elimination methods in colloidal gold immunochromatographic assay for furazolidone metabolite [J]. Chin Fish Qual Stand, 2015, 5(06): 35-42.

- 35-42.
- [15] Du S, Lin H, Sui J, *et al.* Nano-gold capillary immunochromatographic assay for parvalbumin [J]. *Anal Bioanal Chem*, 2014, 406(26): 6637-6646.
- [16] 万宇平. 快速检测技术在食品安全监管中的应用及发展新方向[J]. *北京工商大学学报(自然科学版)*, 2011, 29(04): 1-5.
Wan YP. Applications of rapid detection techniques in food safety monitoring and new development [J]. *J Beijing Technol Bus Univ (Nat Sci Ed)*, 2011, 29(04): 1-5.
- [17] 王媛, 于慧娟, 钱蓓蕾, 等. 胶体金免疫层析法在水产品快速检测中的应用和发展方向[J]. *农产品质量与安全*, 2013(1): 41-43.
Wang Y, Yu HJ, Qian BL, *et al.* Application and development of colloidal gold immuno chromatography in rapid detection of aquatic products [J]. *Qual Saf Agro-Prod*, 2013(1): 41-43.
- [18] 吴永宁. 我国食品安全科学研究现状及“十三五”发展方向[J]. *农产品质量与安全*, 2015(6): 3-6.
Wu YN. The research of present situation of food safety science in China and development direction of 13th Five-Year Plan [J]. *Qual Saf Agro-Prod*, 2015(6): 3-6.
- [19] 李秀勇. 色谱法在食品分析中的应用研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2008.
Li XY. Study on the application of chromatography to food analysis [D]. Lanzhou: Lanzhou University, 2008.
- [20] 吴炜亮, 李晓明, 朱文亮, 等. 飞行时间质谱技术及其在食品安全检测中的应用[J]. *食品与机械*, 2015, 31(3): 236-241.
Wu WL, Li XM, Zhu WL, *et al.* The development of time of flight mass and its applications on food quality and safety detection [J]. *Food Mach*. 2015, 31(3): 236-241.
- [21] 周凝, 刘宝林, 王欣. 核磁共振技术在食品分析检测中的应用[J]. *食品工业科技*, 2011, 32(1): 325-329.
Zhou N, Liu BL, Wang X. Application of nuclear magnetic resonance technology in food analysis and detection [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2011, 32(1): 325-329.
- [22] 夏俊, 凌培亮, 虞丽娟, 等. 水产品全产业链物联网追溯体系研究与实践[J]. *上海海洋大学学报*, 2015, 24(2): 303-313.
Xia J, Ling PL, Yu LJ, *et al.* Research and practice on the aquatic product industry chain traceability system based on IOT [J]. *J Shanghai Ocean Univ*, 2015, 24(2): 303-313.
- [23] 虞丽娟, 杨劲松, 凌培亮, 等. 基于物联网智慧服务的中华绒螯蟹蟹种质量动态追溯系统研究[J]. *水产学报*, 2013, 37(8): 1262-1269.
Yu LJ, Yang JS, Ling PL, *et al.* Research on dynamic quality traceability system of *Eriocheir sinensis* seedling based on IOT smart service [J]. *J Fish Chin*, 2013, 37(8): 1262-1269.
- [24] 赵峰, 周德庆, 丛楠, 等. 水产品的真伪鉴别与评价技术研究进展[J]. *中国农业科技导报*, 2015, 17(6): 111-117.
Zhao F, Zhou DQ, Cong N, *et al.* Research progress on technology for authenticity identification and evaluation of aquatic products [J]. *J Agric Sci Technol*, 2015, 17(6): 111-117.
- [25] 郭波莉, 魏益民, 潘家荣. 同位素指纹分析技术在食品产地溯源中的应用进展[J]. *农业工程学报*, 2007, 23(3): 284-289.
Guo BL, Wei YM, Pan JR. Progress in the application of isotopic fingerprint analysis to food origin traceability [J]. *T CSAE*, 2007, 23(3): 284-289.
- [26] 赵燕, 吕罕, 杨曙明. 稳定同位素技术在农产品溯源领域的研究进展与应用[J]. *农产品质量与安全*, 2015(6): 35-40.
Zhao Y, Lv J, Yang SM. Research progress and application of stable isotope technique in the field of agricultural product traceability [J]. *Qual Saf Agro-Prod*, 2015(6): 35-40.
- [27] 李新光. 基于 DNA 条形码的鱼片(肉)真伪鉴别技术研究[D]. 上海: 上海海洋大学, 2013.
Li XG. Authentic identification techniques for fish fillets or fish based on DNA barcodes [D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2013.
- [28] 李敏, 凌超, 邬琦沁, 等. DNA 条形码技术在食品溯源中的应用[J]. *乳业科学与技术*, 2014, 37(5): 25-30.
Li Min, Ling C, Wu QQ, *et al.* Applications of DNA barcode in food traceability [J]. *J Dairy Sci Technol*, 2014, 37(5): 25-30.
- [29] 郭旦怀, 崔文娟, 郭云昌, 等. 基于大数据的食源性疾病事件探测与风险评估[J]. *系统工程理论与实践*, 2015, 35(10): 2523-2530.
Guo DH, Cui WJ, Guo YC, *et al.* Foodborne disease event detection and risk assessment based on big-data [J]. *Syst Eng-Theory Pract*, 2015, 35(10): 2523-2530.
- [30] 沈志刚. 牡蛎产品腹泻性贝毒检测假阳性结果的产生原因及其控制措施[D]. 北京: 中国农业科学院, 2009.
Shen ZG. The reasons and controlling measures for fake positive of DSP in oyster products [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2009.
- [31] 郝丹. 基于 HACCP 监测的冷冻水产品冷链物流研究[J]. *市场周刊(理论研究)*, 2009(2): 82-83.
Hao D. Research on cold chain logistics of frozen aquatic products based on HACCP monitoring [J]. *Market Weekly (Disq Ed)*, 2009(2): 82-83.
- [32] 张宾, 邓尚贵, 林慧敏, 等. 水产品病原微生物安全控制技术的研究进展[J]. *中国食品卫生杂志*, 2011, 23(6): 581-586.
Zhang B, Deng SG, Lin HM, *et al.* Technological advances on the control of pathogenic microorganisms in aquatic products [J]. *Chin J Food Hyg*, 2011, 23(6): 581-586.
- [33] 林洪, 李萌, 曹立民. 我国水产食品安全与质量控制研究现状和发展趋势[J]. *北京工商大学学报(自然科学版)*, 2012, 30(1): 1-5.
Lin H, Li M, Cao LM. Research situation and developing tendency of aquatic products safety and quality control in China [J]. *J Beijing Technol Bus Univ (Nat Sci Ed)*, 2012, 30(1): 1-5.
- [34] 楼甜甜, 陆柏益, 张星联. 脆弱性评价及其在食用农产品质量安全风险评估中的应用[J]. *食品工业科技*, 2015, 36(24): 352-355.
Lou TT, Lu BY, Zhang XL. Review on vulnerability assessment and its application in quality and safety risk assessment of edible agricultural products [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2015, 36(24): 352-355.
- [35] 郭崇义, 李宁. 水产食品流通环节的食品安全问题及调控[J]. *食品科学技术学报*, 2013, 31(2): 15-20.
Guo CY, Li N. Food Safety and its regulate and control of aquatic products in circulation link [J]. *J Food Sci Technol*, 2013, 31(2): 15-20.
- [36] 王菁, 刘文. 国外食品召回制度的现状与特点以及对我国的启示[J]. *食品科技*, 2007(12): 5-8.
Wang J, Liu W. Situation of overseas products recall and revelation for ours [J]. *Food Sci Technol*, 2007(12): 5-8.
- [37] Johnston GN. Tyson foods inc. recalls chicken product due to possible adulteration[EB/OL]. (2015-11-17)[http://www.fsis.usda.gov/wps/portal/](http://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/recalls-and-public-health-alerts/recall-case-archive/archive/2015/recall-141-2015-release)

- [38] 高秦伟. 美国食品安全监管中的召回方式及其启示[J]. 国家行政学院学报, 2010(1): 112-115.
Gao QW. The recall method of American food safety supervision and its enlightenment [J]. J Chin Acad Gov, 2010(1): 112-115.
- [39] 刘鹏飞, 张立涛. 我国食品安全监管信息化应用体系研究[J]. 中国管理信息化, 2014, 17(6): 30-33.
Liu PF, Zhang LT. Research on informational application system of food safety supervision in China [J]. Chi Manage Inf, 2014, 17(6): 30-33.
- [40] 张亚平. 突发性化学危害事件现场应急检测技术与仪器设备[J]. 中国卫生检验杂志, 2006, 16(3): 370-375.
Zhang YP. Emergency detection technology and equipment for sudden chemical hazard event [J]. Chin J Health Lab Technol, 2006, 16(0): 370-375.
- [41] 戴寅, 陈君石, 李悠慧, 等. 食品安全性毒理学评价程序和方法[J]. 医学研究通讯, 1997, 26(12): 9-10.
Dai Y, Chen JS, Li YH, *et al.* Evaluation procedures and methods of Food safety toxicology [J]. Commun Med Res, 1997, 26(12): 9-10.
- [42] 王磊. 多器官人源细胞系共培养模型的建立与初步应用[D]. 上海: 第二军医大学, 2014.
Wang L. Establishment and primary application of the integrated discrete multiple human originated organ cells co-culture system [D]. Shanghai: Second Military Medical University, 2014.
- [43] Council NR. Committee on toxicity testing, assessment of environmental agents, board on environmental studies, toxicology, institute for laboratory animal research. toxicity testing in the 21st century: a vision and a strategy [Z]. Washington. DC: National Academies Press, 2007.
- [44] Guilbaud C, Morris CE, Barakat M, *et al.* Isolation and identification of *Pseudomonas syringae* facilitated by a PCR targeting the whole *P. syringae* group [J]. FEMS Microbiol Ecol, 2015.
- [45] Kang HW, Kim JW, Jung TS, *et al.* wksl3, a New biocontrol agent for *Salmonella enterica* serovars enteritidis and typhimurium in foods: characterization, application, sequence analysis, and oral acute toxicity study [J]. Appl Environ Microbiol, 2013, 79(6): 1956-1968.

(责任编辑:金延秋)

作者简介



林洪, 博士、教授, 主要研究方向为水产品加工、水产品质量与安全控制。
E-mail: linhong@ouc.edu.cn