

文章编号: 1674-5566(2012)05-0899-07

水产品中食源性致病微生物风险评估研究现状

赵 勇^{1,2}, 王敬敬^{1,2}, 唐晓阳^{1,2}, 潘迎捷^{1,2}

(1. 上海海洋大学 食品学院, 上海 201306; 2. 上海水产品加工及贮藏工程技术研究中心, 上海 201306)

摘 要: 近年来, 由于我国食品安全问题频发, 使得食品安全风险评估技术的建立及发展越来越受到各界的关注。概述了近几年国内外水产品中食源性致病微生物风险评估研究现状, 其中主要包括了食源性致病微生物风险评估技术在水产品贮藏、运输、销售等环节中的应用, 以及在用于降低食源性致病微生物可能引起风险的杀菌新技术方面等相关领域中的应用。在比较分析了我国国内与国外风险评估研究差距的基础之上, 对未来我国风险评估研究方向和内容提出了几点意见和建议。

研究亮点: 食品安全风险评估是目前我国学术领域研究的热点、前沿问题之一, 本文对国内外食品安全风险评估研究现状进行了概述。通过比较研究现状, 对未来我国食品安全风险评估研究方向及内容提出了一些意见和建议, 希望对完善我国未来食品安全风险评估体系具有一定的参考价值。

关键词: 水产品; 食源性致病微生物; 风险评估; 研究现状

中图分类号: TS 201.6

文献标志码: A

食品安全不仅仅对人民群众的身体健康、日常生活、社会经济发展和社会稳定至关重要, 而且对政府和国家形象的影响同样重要。然而, 近年来我国食品安全问题频发, 既涉及到微生物引起的食物中毒, 也涉及到化学物引起的食物中毒。据报道, 2011 年食品安全权威专家在谈到微生物污染问题时强调“在水产品中更容易发生食源性致病菌事件”, 专家解释说“从 2000 年起, 我国建立了食源性疾病监测网络, 其中对于致病性微生物的监测有沙门氏菌、副溶血性弧菌、大肠杆菌、金葡菌、单增李斯特菌、空肠弯曲菌、阪崎肠杆菌 7 种。其中, 引起食源性疾病爆发最多的是副溶血性弧菌, 一般出现在生食海鲜中^[1]。”因此, 探究水产品中食源性致病微生物风险评估是我国食品安全风险评估体系不可缺少的重要部分。

风险评估是目前世界上很多国家大力推荐使用于建立公共政策时, 探究优先考虑风险因素的分析手段, 是一种已经被广泛地成功应用于多

种风险管理类型(放射物监控、环境以及食品的化学物质污染、饮用水品质评价等)及问题的逻辑方法^[2]。国际社会普遍接受风险分析作为目前最有效地管理食品安全问题的方法, 其为促进食品安全生产, 以及解决日益剧增的食品安全事件等问题提供了系统改进控制体系的方法^[3]。世界卫生组织将风险评估定义为: 食源性危害(化学的、生物的、物理的)对人体健康产生的已知或潜在的不良作用可能性进行的科学评估^[4]。2006 年通过的《中华人民共和国农产品质量安全法》、2009 年通过的《中华人民共和国食品安全法》首次从法律角度确立了食品安全风险评估体系在我国的合法地位^[5]。

风险评估包括 4 个基本步骤: 危害识别、危害描述、暴露评估及风险描述。面对目前持续增加的食品安全问题, 食品安全风险评估是一种强有力的工具, 因为没有任何一种食品可以被认为绝对的安全(零风险), 无论是从“农田到餐桌”体系的各环节, 还是食品原料加工过程的

收稿日期: 2012-07-10 修回日期: 2012-08-01

基金项目: 上海市科学技术委员会部分地方院校能力建设项目(11310501100); 上海市科学技术委员会工程中心建设项目(11DZ2280300); 上海市食品安全风险评估项目(RA2010-19)

作者简介: 赵 勇(1975—), 男, 博士, 副教授, 研究方向为食品安全学。E-mail: yzhao@shou.edu.cn

各步骤均在确保食品安全方面扮演着重要角色^[5]。因此,通过科学的食品安全风险评估,对科学制定或修订食品安全生产、流通等国家标准,确定食品安全监督管理的重点领域、重点品种、重点物质,评价食品安全监督管理措施的效果,及早发现新的可能危害食品安全的因素,客观判断某一因素是否构成食品安全隐患或者某一食品是否安全,从而建立食品安全预警体系^[6]及在促进我国现代经济发展、保障人民生命财产安全,以及维护社会稳定等方面,具有重要的社会意义。

1 国内水产品中食源性致病微生物风险评估发展现状

目前,我国食品安全风险评估处于刚刚起步阶段。1998年,在北京由卫生部食品卫生监督检验所与国际生命科学会及FAO联合举办了风险分析和食品卫生标准国际研讨会。2000年由预防医学科学院和国际生命科学会联合举办了第三届亚洲食品安全与营养研讨会,这两次会议都强调了食品安全风险分析的应用;在FAO资助下,我国于2002年8月在上海举办了水产品风险分析培训班;2005年9月2日至3日,国务院法制办在京召开“食品安全法草案中美专家研讨会”,对食品安全风险评估也作了专题讨论^[7]。直到2011年10月13日,国家食品安全风险评估中心才在北京正式成立(<http://www.moh.gov.cn>)。

近几年,国内专家、学者也进行了一些涉及水产品中致病微生物的风险评估工作,但由于各种条件的限制,使得评估内容及应用价值存在一定的局限性,现分类综述如下,首先表现在评估对象相对单一:邹婉虹^[8]进行了福建省人群食用牡蛎感染副溶血性弧菌的风险评估研究;陈艳等^[9]进行了福州市和厦门市两地温暖月份条件下零售带壳牡蛎中副溶血性弧菌的定量研究工作;再如陈艳和刘秀梅^[10]继续进行了“福建省零售生食牡蛎中副溶血性弧菌的定量危险性评估”研究工作,等等。以上研究内容均以牡蛎、副溶血性弧菌为评估研究对象,涉及的评估对象相对单一,国内开展对其它水产品及相关目标致病微生物进行评估的成果较少;其次,目前国内一些定量风险评估文章依然停留在简单的点估计、区

间估计评估阶段:如“温暖月份零售带壳牡蛎中副溶血性弧菌的定量研究”一文中以牡蛎中副溶血性弧菌检出密度的几何菌数为指标,进行定量分析;徐国进和黄和^[11]对单冻生虾仁中金黄色葡萄球菌进行了风险评估,其以金黄色葡萄球菌污染百分率为指标,监控了虾仁加工前、贮藏前、运输前、蒸煮前和蒸煮后的菌体残存百分比比例等。由于点估计、区间估计往往以平均值结合置信区间、标准差等统计量来描述风险大小,这种方法常常产生“敏感反应却不能够被排除”的结论,给风险决策带来很大障碍,同时参数的变异性及不确定性也不能纳入考虑范围^[12];再次,风险评估内容采用的菌体生长模型参数大多为国外权威机构(如FDA、WHO、FAO)、研究所等研究获得的数据:如陈艳等^[9]、陈艳和刘秀梅^[10]、邵玉芳等^[13]进行国内水产品中微生物生长情况的预测时,均采用了国外研究获得的冈泊茨函数各参数估计值:

$$\sqrt{\mu_m} = \frac{b \times (T - T_{\min}) \times \{1 - \exp[c \times (T - T_{\max})]\}}{\sqrt{\ln 10}} \times \sqrt{(a_w - a_{w,\min}) \times \{1 - \exp[d \times (a_w - a_{w,\max})]\}} \quad (1)$$

式中: μ_m 为最大生长速率; a_w 为水分活度; T 代表温度;国外研究获得的公式参数 b 、 c 、 $T_{\min}$ 、 $T_{\max}$ 、 $a_{w,\min}$ 、 $a_{w,\max}$ 和 d 的值分别为0.035 6、0.34、278.5、319.6、0.921、0.998和263.64。

但是,由于地理位置、气候条件、饮食及风俗习惯等的不同,且国外获得的模型参数值未运用国内相关数据进行验证^[13],因此国外各参数值未必能很好的描述国内环境对微生物生长的影响状况。因此,基于这些局限性的存在,探究相关模型中适合我国国内情况的模型参数等基础研究工作应该成为风险评估工作中的重要部分;最后,由于信息的畅通及国际交流的密切,我国相关学者和专家也正在积极引进先进评估方法和技术,取得了一定的突破:如麻丽丹等^[14]进行了“丹东口岸进口冷冻水产品中携带单核细胞增生性李斯特菌定量危险性评估的初步研究”研究工作,文章利用丹东出入境检验检疫局的检验结果资料,结合危险性分析软件包@Risk4.5和Excel,开展了丹东口岸从朝鲜进口冷冻章鱼、海螺、紫石房蛤、江瑶贝、青柳蛤肉、河螺肉、河虾、蟹子、香螺和其它贝类中携带单核细胞增生性李

斯特菌的定量危险性评估;邵玉芳等^[13]、宁芊等^[15]、刘弘等^[16]运用目前国际上广泛采用的蒙特卡洛模拟技术(monte carlo simulation)对因食用污染了致病微生物的评估对象可能引起的发病概率进行了科学评估,同时利用模拟技术中的敏感度分析,获得了影响致病概率严重程度相关因素的主次顺序,给出了应该优先考虑控制的风险因素。目前,由于种种原因使得国内水产品食源性致病微生物风险评估研究工作存在着一些不足,但专家、学者以往工作的开展及研究成果的获得,正逐渐将我国风险评估技术引向深入,推动着我国现阶段风险评估方式的转变,同时也会对未来我国食品安全风险评估技术的完善起到积极作用。

2 国外水产品中食源性致病微生物风险评估发展现状

国外进行的水产品致病微生物风险评估工作较早,且评估方式、内容、领域等较全面,主要对以下几个方面进行了分类综述:第一,食源性致病微生物生长预测模型的建立。微生物生长预测模型是定量微生物风险评估中有助于微生物暴露评估的一种强有力辅助方法,使用微生物预测模型可以探究及追踪采集、加工、消费等各阶段因温度、pH、水分活度等因素改变,而引起的微生物数量的变化^[17]。因此研究食源性致病微生物生长动力学模型是进行微生物定量风险评估的基础。KARL 和 SUN^[18]对微生物预测模型进行了详细的综述,目前微生物预测模型按照 WHITING 和 BUCHANAN^[19]提出的分类方法主要分为 3 大类:初级、二级和三级预测模型。初级模型描述了微生物的数量与时间变化之间的关系,得出初始菌数,延迟期,生长速率,细菌的最大浓度等;二级模型描述了初级模型的特征如何随不同环境参数(如 pH、温度、 a_w 和防腐剂浓度等)的变化;三级模型通过计算机技术把二级模型结合在起来,给出一个模型系统和应用软件^[20]。微生物生长预测模型是食源性致病微生物风险评估中暴露评估部分极为重要的一部分。

第二,表现为从“农田到餐桌”整个系统过程的风险评估模式。此部分最为典型例子有 2008 年日本学者 AKIO 等^[21]进行的“泰国南部地区血蛤中副溶血性弧菌定量风险评估”研究,研究内

容模拟了血蛤自采集到零售、从零售到烹饪、从烹饪到食用的全过程,利用副溶血性弧菌在不同条件下的生长模型,探究了在整个“农田到餐桌”系统中雪蛤经过贮藏、销售、加工等处理条件后副溶血性弧菌在血蛤中的最终残留量,在人们饮食消费量数据基础上,进行了致病风险的探究。文章评估结果显示在泰国南部地区每人每年因食用血蛤而致病的概率为 5.6×10^{-4} ,灵敏度分析显示食用没有充分煮熟的血蛤是导致疾病的主要因素。该文章是在发展中国家进行的具有代表性的食源性致病微生物风险评估研究,也是在没有历史监控数据的基础上,运用试验模拟方法进行食源性致病微生物风险评估的一个典型例子;2011 年 WHO 和 FAO 完成的微生物风险评估系列报告中有关“水产品中副溶血性弧菌的风险评估”部分也按照“采集→零售→烹饪→消费”(图 1)的模式模拟现实生活场景,分别进行了“生牡蛎中副溶血性弧菌风险评估研究”、“血蛤中副溶血性弧菌风险评估研究”、“长须鲸中副溶血性弧菌风险评估研究”。与上述不同的是,WHO 和 FAO 运用的数据是世界上一些国家政府、机构等提供的权威监测数据,其中其它国家缺失的评估所需数据运用了美国国内监控数据,因此评估结果存在一定的局限性^[22];ARISARA 等^[23]所开展的“南美白对虾中致病性副溶血性弧菌分别处在工厂和实验室条件下对温度反应的研究”,分别在实验室条件和工厂条件下研究了致病性副溶血性弧菌对相似环境温度的反应存活情况,结果表明尽管工厂生产线含有对处理本身更多的影响因素,但是实验室结果与工厂研究结果几乎一致,因此肯定了实验室研究成果能够为工厂生产实践提供一定的指导,从而能够为规避食源性致病微生物引起的致病风险提供一定的指导借鉴作用。

第三,表现为杀菌新技术在食品工业中降低食品安全风险的探究。随着人们生活水平的提高,消费者越来越追求高营养、高品质、色泽优的食品,传统的热杀菌方法往往对食品品质、营养、色泽等方面有一定的破坏作用^[24],在这种情况下新的杀菌技术逐渐凸显出其优势,其中在杀菌方面研究较多的新技术有高密度二氧化碳(DPCD)、超高压(HPP)、脉冲电场(PEF)、电解水(EW)等。目前,国外对杀菌新技术涉及的有

关降低食品安全风险方面的研究领域,大体可以分为3大部分:一是杀菌新技术对微生物致死模型的研究,如NIL和ALI^[25]研究了电解水对大马哈鱼中大肠杆菌O157:H7和单增李斯特菌致死的响应面模型;JU等^[26]同样运用响应面技术探究了超高压和温和热处理共同对芽孢杆菌孢子致死模型,并对获得的杀菌模型进行了验证。二是相关风险评估软件结合微生物致死模型,探究新技术在降低危害风险方面,优先考虑相关因素方面的研究,如FERRER等^[27]运用蒙特卡洛模拟技术结合相关脉冲电场微生物致死模型,探究了脉冲电场在致死大肠杆菌方面脉冲电场强度、菌体初始污染量等因素,对最终菌体残留量影响

的主次顺序及相关模拟参数值。三是杀菌新技术初级暴露评估模型的探究,PINA-PéREEZ等^[28]探究了超高压结合抗菌剂对芽孢杆菌作用的初级暴露评估模型。研究建立在确定性模型的基础之上,运用蒙特卡洛模拟技术探究了更加符合实际情况的芽孢杆菌致死、生长不确定性初级暴露评估模型。上述内容主要概述了杀菌技术在降低食品安全风险方面3个研究分支,而国内目前很少有涉及相关杀菌新技术对特定水产品中微生物致死模型的文献报道,因此探讨新技术的杀菌模型和相关风险评估是未来我国食品安全风险评估领域值得深入探讨的方向之一。

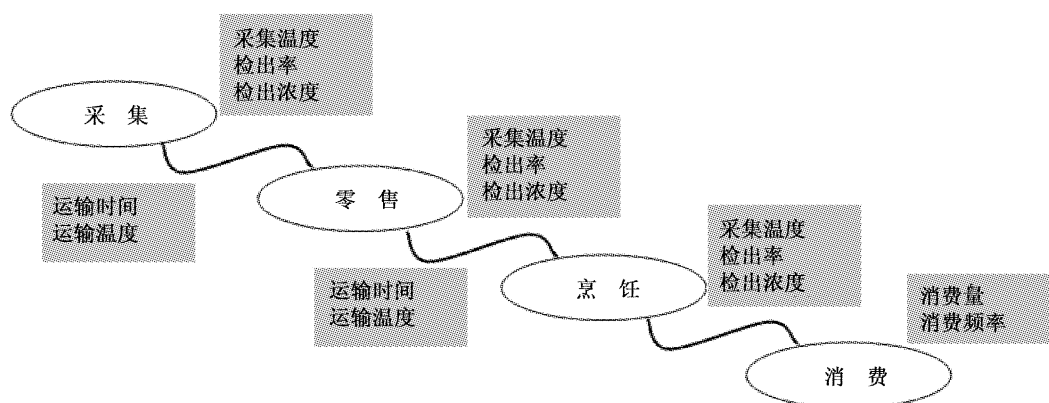


图1 2011年WHO和FAO副溶血性弧菌风险评估模式图

Fig. 1 Schematic framework for risk assessment of *V. parahaemolyticus* used by WHO and FAO in 2011

第四,蒙特卡洛模拟技术在致病微生物风险评估方面的应用。目前对微生物生长预测模型的研究逐渐由以前对初级、二级和三级确定性模型^[29]各参数的探究向对概率模型相关参数的探究转变。传统的确定性模型是将动力学实验数据应用于其中,从而获得确定的模型参数值,却给不出该值在多大概率、可能性下会出现,但是科技工作者和工厂管理者为了能够更好的做出决策,急需评估食品安全风险发生的概率^[28]。在这样的背景下将确定性模型与目前国际上普遍用于风险分析的蒙特卡洛模拟技术相结合,在给定的条件下充分考虑模型参数的变异性、不确定性,最终结果以伴随概率的形式给出风险发生的可能性,从而可以更详细的为决策者做出全面决策提供参考和理论依据。FERRER等^[30]进行了“运用蒙特卡洛技术探究pH、温度和热处理时间

对嗜热芽孢杆菌孢子残留量的影响”研究,作者运用蒙特卡洛技术结合微生物预测数学模型,对嗜热芽孢杆菌在不同pH条件下的热抗性进行了研究,运用蒙特卡洛模拟对模型的参数进行概率分布模拟,计算出来的热处理后的理论微生物残存量与实际试验获得的残存量的准确因子和偏差因子几乎全等于1,验证了蒙特卡洛技术在加工工序中对微生物残存量预测的准确性,并且运用龙卷风图获得了上述三者对微生物最终残存量的影响先后顺序;PINA-PéREEZ等^[24]运用蒙特卡洛技术作为一种方法对超高压技术在影响两株大肠杆菌失活方面的关键性因素进行了研究,文章主要运用蒙特卡洛技术结合建立的微生物预测模型,获得了微生物致死的不确定性模型,在不确定性模型的基础上文章运用灵敏度分析方法探究了影响超高压致死大肠杆菌的关键

因素;SAMPEDRO 等^[31]研究了运用蒙特卡洛技术探究沙门氏菌受脉冲电场影响下致死的不确定性模型,同样在获得的模型基础上进行了相关其它方面的研究;2012 年 PINA-PéREZ 等^[28]进行了超高压和抗菌剂结合情况下对芽孢杆菌致死影响的不确定模型的研究工作,等等。蒙特卡洛模拟技术结合微生物确定性预测模型,综合考虑模型各参数的不确定性、变异性,使获得的概率模型更符合于实际情况,其在研究杀菌新技术降低食源性致病微生物可能引起危害风险方面,正成为国外研究的热点方向之一。

3 展望

中国食品安全风险评估目前存在着起步晚、投入少、发展缓慢等缺点,与国外食品安全风险评估相比较,存在着许多差距。通过上述对我国国内与国外食品安全风险评估的比较综述,可以综合对未来我国水产品食源性致病微生物风险评估工作提出以下几点意见和建议:

3.1 未来评估对象的多元性

(1)目前,我国水产品中微生物风险评估评估对象主要集中于少数几种水产品致病微生物(如,副溶血性弧菌),因此应扩大其它水产品致病微生物(如,单增李斯特菌、沙门氏菌)风险评估范围;(2)应扩大致病微生物侵染载体种类的评估范围,目前国内评估^[8-11,13-16]对象大多为牡蛎,而许多其它水产品(如,虾、田螺)应根据食用时节、地域的不同也应逐渐列入评估的范围;(3)根据自然条件中致病微生物侵染载体种类的不同,评估对象不仅仅只涉及活体动物(鱼类、贝类,等),也应涉及到水生可食用植物(藻类)。

3.2 未来评估角度的多方位性

许多国内相关学者研究目标主要集于微生物在相关水产品中的最终残留量状况,以此为基础开展相关后续研究内容,而国外相关学者目前越来越将目光集中在相关工艺、相关技术用于降低食源性致病微生物可能引起的风险方面,由“对人类健康最终危害性评估”转向“对相关工艺、技术等降低风险可能性方面进行评估”;同时还兼有“菌株异质性对风险评估的影响”、“水生动植物、生长水体及相关生存环境状况对食源性致病微生物引起的风险进行评估”、“适合我国气候、地域等条件下微生物生长预测模型参数的

探究”等等。

3.3 未来评估程度的深入性

如上所述,国内一些评估依然停留在简单点估计、区间估计阶段,研究重点依然聚焦于探究微生物生长确定性模型参数上,而忽略了模型参数的不确定性、变异性,一定程度上偏离了实际情况。因此应综合考虑微生物相关生长、致死模型等参数具有的不确定性、变异性,探究概率模型的建立与验证,使获得的微生物生长、致死模型更接近于微生物实际生长、致死状况。

3.4 与相关加工工艺、技术等方面的关联性

目前国内的微生物风险评估研究重点在于微生物引起的致病概率这一方面,虽然可以大体获得致病概率,但是并未能从源头提出解决问题简便高效、立竿见影的方法。因此,对于这一方面我们致力于评估致病概率的同时,应尝试从可能降低微生物污染的源头做起,评估相关新旧工艺、新旧技术等食品贮藏、加工、生产等过程中对微生物生长及杀灭等产生的影响,及后续可能的风险,从而结合 HACCP、GMP 等措施来更好的从源头控制风险,达到预测风险、降低风险的目的。

参考文献:

- [1] 刘秀梅. 水产品中最易发生食源性致病菌事件 [EB/OL]. [2012-07-26]. <http://www.chinanews.com/life/2011/12-06/3510307.shtml>. (2011-12-06).
- [2] PEGGY M F. Driving predictive modelling on a risk assessment path for enhanced food safety [J]. International Journal of Food Microbiology, 1997, 36(3): 87-95.
- [3] World health organization/food and agriculture organization of the united nations. Food safety risk analysis. A guide for national food safety authorities [M]. Rome: WHO/FAO, 2006; xi.
- [4] Office of research and development U. S. environmental protection agency. Proposed guidelines for carcinogen risk assessment [R]. Washington: USEPA, 1996; 2-3.
- [5] SHAN L, ZHI M X, ZHANG W W, et al. Risk assessment in Chinese food safety [J]. Food Control, 2012, doi:10.1016/j.foodcont.2012.06.038.
- [6] 贲智强. 食品安全风险评估的方法与应用 [J]. 中国农村卫生事业管理, 2010, 30(2): 132-134.
- [7] 褚洋洋. 大豆油流通中质变规律及潜在危害风险评估的研究 [D]. 黑龙江: 八一农垦大学, 2008.
- [8] 邹婉虹. 福建省牡蛎食用中感染副溶血性弧菌的风险评估 [J]. 中国水产, 2003(1): 70-71.
- [9] 陈艳, 刘秀梅, 王明, 等. 温暖月份零售带壳牡蛎中副溶

- 血性弧菌的定量研究 [J]. 中国食品卫生杂志, 2004, 16 (3): 207 - 209.
- [10] 陈艳, 刘秀梅. 福建省零售生食牡蛎中副溶血性弧菌的定量危险性评估 [J]. 中国食品卫生杂志, 2006, 18 (2): 103 - 107.
- [11] 徐国进, 黄和. 单冻生虾仁中金黄色葡萄球菌的风险评估 [J]. 现代食品科技, 2008, 24 (4): 375 - 377.
- [12] KRUIZINGA A G, BRIGGS D, CREVE R W R, et al. Probabilistic risk assessment model for allergens in food: sensitivity analysis of the minimum eliciting dose and food consumption [J]. Food and Chemical Toxicology, 2008, 46 (5): 1437 - 1443.
- [13] 邵玉芳, 汪雯, 章荣华, 等. 浙江省生食牡蛎中副溶血性弧菌的风险评估 [J]. 中国食品学报, 2010, 10 (3): 193 - 199.
- [14] 麻丽丹, 金东权, 王殿夫, 等. 丹东口岸进口冷冻水产品中携带单核细胞增生性李斯特菌定量危险性评估的初步研究 [J]. 中国国境卫生检疫杂志, 2007, 30 (4): 236 - 240.
- [15] 宁芊, 李寿崧, 陈守平. 文蛤中副溶血性弧菌的风险评估 [J]. 现代食品科技, 2010, 26 (11): 1259 - 1263.
- [16] 刘弘, 罗宝章, 秦璐昕, 等. 生食三文鱼片副溶血性弧菌污染的定量风险评估研究 [J]. 中国食品卫生杂志, 2012, 24 (1): 18 - 22.
- [17] TOM R, PAW D, SUWUNNA T. Predictive modelling of the growth and survival of *Listeria* in fishery products [J]. International Journal of Food Microbiology, 2000, 62 (3): 231 - 245.
- [18] KARL M, SUN D W. Predictive food microbiology for the meat industry: a review [J]. International Journal of Food Microbiology, 1999, 52 (1/2): 1 - 27.
- [19] WHITING R C, BUCHANAN R L. A classification of models for predictive microbiology [J]. Food Microbiology, 1993, 10 (1): 175 - 177.
- [20] 李苗云. 冷却猪肉中微生物生态分析及货架期预测模型的研究 [D]. 南京: 南京农业大学, 2006.
- [21] AKIO Y, JUNICHIRO I, VARAPORN V, et al. Quantitative modeling for risk assessment of *Vibrio parahaemolyticus* in bloody clams in southern Thailand [J]. International Journal of Food Microbiology, 2008, 124 (1): 70 - 78.
- [22] World health organization/food and agriculture organization of the united nations. Risk assessment of *Vibrio parahaemolyticus* in seafood [R]. Geneva: WHO/FAO, 2011: 8.
- [23] ARISARA B, WARAPA M, CHITSIRI R, et al. Behavior of pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* in prawn in response to temperature in laboratory and factory [J]. Food Control, 2012, 26 (2): 479 - 485.
- [24] PINA-PéREZ M C, GARCÍA-FERNÁNDEZ M M, RODRIGO D, et al. Monte carlo simulation as a method to determine the critical factors affecting two strains of *Escherichia coli* inactivation kinetics by high hydrostatic pressure [J]. Food borne pathogens and disease, 2010, 7 (4): 459 - 466.
- [25] NIL P O, ALI D. Electrolyzed oxidizing water treatment for decontamination of raw salmon inoculated with *Escherichia coli* O157: H7 and *Listeria monocytogenes* Scott A and response surface modeling [J]. Journal of Food Engineering, 2006, 72 (3): 234 - 241.
- [26] JU X R, GAO Y L, YAO M L, et al. Response of *Bacillus cereus* spores to high hydrostatic pressure and moderate heat [J]. LWT - Food Science and Technology, 2008, 41 (10): 2104 - 2112.
- [27] FERRER C, RODRIGO D, PINA M C, et al. The Monte Carlo simulation is used to establish the most influential parameters on the final load of pulsed electric fields *E. coli* cells [J]. Food Control, 2007, 18 (8): 934 - 938.
- [28] PINA-PéREZ M C, SILVA-ANGULO A B, RODRIGO D, et al. A preliminary exposure assessment model for *Bacillus cereus* cells in a milk based beverage: Evaluating High Pressure Processing and antimicrobial interventions [J]. Food Control, 2012, 26 (2): 610 - 613.
- [29] 周康, 刘寿春, 李平兰, 等. 食品微生物生长预测模型研究新进展 [J]. 微生物学通报, 2008, 35 (4): 589 - 594.
- [30] FERRER C, TEJEDOR W, KLEIN G, et al. Monte Carlo Simulation to establish the effect of pH, temperature and heating time on the final load of *Bacillus stearothermophilus* spores [J]. European Food Research Technology, 2006, 224 (2): 153 - 157.
- [31] SAMPEDRO F, RODRIGO D, MARTÍNEZ A. Modelling the effect of pH and pectin concentration on the PEF inactivation of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium by using the Monte Carlo simulation [J]. Food Control, 2011, 22 (3/4): 420 - 425.

Risk assessment research status of food-borne pathogenic microorganism in aquatic products

ZHAO Yong^{1,2}, WANG Jing-jing^{1,2}, TANG Xiao-yang^{1,2}, PAN Ying-jie^{1,2}

(1. College of Food Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Shanghai Engineering Research Center of Aquatic-Product Processing & Preservation, Shanghai 201306, China)

Abstract: Recently, food safety incidents have occurred consistently in China. Accordingly, much attention has been given to the establishment and development of food safety risk assessment in China. In this article risk assessment research status of food-borne pathogenic microorganisms, including applications of food safety risk assessment techniques to the storage, transportation, distribution of aquatic products, and new sterilization technology to lower risks caused by pathogenic microorganism in aquatic products, was introduced briefly. Based on the analysis of differences of pathogenic microorganism risk assessment in aquatic products between other countries and China, some views and suggestions about risk assessment researches in future were put forward.

Key words: aquatic products; food-borne pathogenic microorganism; risk assessment; research status

欢迎订阅 2013 年《水产科学》

《水产科学》杂志是由辽宁省水产学会主办的水产科技期刊,辽宁省一级期刊,1982 年创刊,国内外发行。中国标准连续出版物号:ISSN 1003-1111, CN 21-1110/S。是中文水产、渔业类核心期刊和全国农业系统优秀期刊之一。现已被美国《化学文摘》、《剑桥科学文摘》、《乌利希期刊指南》,俄罗斯《文摘杂志》,英国《动物学记录》、《食品科技文摘》、《农业与生物科学研究中心文摘》,波兰《哥白尼索引》,日本科学技术振兴机构文献数据库,中国科学引文(遴选)数据库、中国学术期刊综合评价数据库、《中国学术期刊(光盘版)》、中国期刊网和万方数字化期刊群、中文科技期刊数据库、中文科技期刊精品数据库、台湾华艺数据库、中国生物学数据库收录。杂志主要刊载渔业资源、海淡水捕捞、水产养殖与增殖、水产生物病害及防治、水产饲料与营养、水产品保鲜与加工综合利用及水产基础科学等方面研究的新进展、新技术、新方法等。设有研究与应用、综述与专论栏目。读者对象为水产科技工作者,大中专院校水产、生物、环保等专业师生,渔业行政、事业和企业单位有关管理和技术人员及广大知识渔民。

本刊为月刊,A4 开本,64 页,每月 25 日出版,定价 6.00 元/期,全年 72.00 元。邮发代号 8-164。订阅者请到邮局订阅,也可直接汇款至编辑部订阅,还可通过银行信汇订阅。开户行:建行大连高新园区支行,账号:21201501900059000315,户名:辽宁省海洋水产科学研究院,请注明订阅《水产科学》。

地 址:大连市沙河口区黑石礁街 50 号 辽宁省海洋水产科学研究院《水产科学》编辑部
邮政编码:116023
传 真:0411-84679512
E-mail:shchkxbjb@yahoo.com.cn