

食品中微生物危害的分析和控制

张新武¹, 杜小波², 徐素玲³, 黄继红^{1,2*}

(1. 河南省食品工业科学研究所, 郑州 450053; 2. 河南工业大学生物工程学院, 郑州 450001;
3. 河南省盐产品质量检测中心, 郑州 450003)

摘要: 目前, 食源性疾病的发生和食品产品微生物指标不合格已经成为日益关注的食品问题。本文主要针对食品中有害微生物的来源、分类、危害度、生长因子进行分析, 介绍了微生物危害识别和暴露识别, 食品微生物危害分析的原则和要素; 探讨了有害微生物的预防和控制方法, 阐述了栅栏技术和 Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP)系统在食品微生物控制上的运用, 以期对保障食品质量起到促进作用。

关键词: 食品微生物; 危害分析; 防控

Analysis and control of microbiological hazards in food

ZHANG Xin-Wu¹, DU Xiao-Bo², XU Su-Ling³, HUANG Ji-Hong^{1,2*}

(1. Henan Province Food Industry Research Institute, Zhengzhou 450053, China;
2. College of Biological Engineering, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, China;
3. Salt Product Quality Inspection Center in Henan Province, Zhengzhou 450003, China)

ABSTRACT: At present, the occurrence of food-borne diseases and the over standard of microorganism index have become a popular concerned problem. This paper analyzed the sources, hazards and growth factors of harmful microorganisms in food, introduced the methods for microbial hazard identification and exposure identification, described the principles and elements of hazards analysis about food microbiology; and discussed the prevention and control methods of harmful microorganisms. It also introduced the application of barriers and Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP) system to control food microorganisms, in order to promote the protection of food quality.

KEY WORDS: food microbiology; hazards analysis; prevention and control

1 引言

食品中的微生物可以分为三大类, 可用于生产的微生物、引起食品变质腐坏的微生物和食源性病原微生物^[1]。用于生产的微生物一般菌种特定, 为各个工厂研究关注的重点, 而有害的微生物种类比较多, 污染概率比较大, 不易控制且引发的食品安全问题比较严重, 已成为社会关注的热点^[2]。本文主要侧重分析食品中有害微生物的种类、

来源及危害, 介绍了危害分析的原则要素, 并结合栅栏技术和危害分析与关键控制点质量保证体系(Hazard Analysis Critical Control Points, HACCP), 探讨有害微生物的控制。

2 食品微生物危害的分析

2.1 食品有害微生物的主要来源与种类

从食品原料到消费者食用经历了一个比较复杂的生

基金项目: 河南省重点科技攻关计划项目(102102310027)

Fund: Supported by Henan Province Key Scientific Research Project(102102310027)

*通讯作者: 黄继红, 博士, 教授级高级工程师, 主要研究方向为农产品发酵工程。E-mail: Huangjihong1216@126.com

*Corresponding author: HUANG Ji-Hong, Doctor, Senior Engineer, Henan University of Technology Institute of Biological Engineering, Zhengzhou 450001, China. E-mail: Huangjihong1216@126.com

产过程。由于食品的营养较高,因而在各个环节上都可能受到有害微生物的污染。食品生产大致分为六个环节:原料(水活性、微生物污染及保存状态)、加工(加工步骤与时间、加热处理、环境微生物)、制品(保藏条件、添加剂用量、包装形态等)、流通(保管方式)、市售(散装、包装)和消费(进食方法)。一般地,不完全加工可能引发肉毒杆菌的生长,其在厌氧条件下能够产生毒素。它可以破坏微生物繁殖而延长货架寿命,但温度一旦升高,孢子形成微生物繁殖,细胞肉毒素开始生长并产生毒素。另外,如果消费者的卫生意识不强,使用方法不当容易引发食源性疾患^[3-6]。

综合各类研究表明,根据微生物危害度来划分,主要有有害的微生物种类有:轻度、间接传播,大肠菌群、大肠杆菌、金黄色葡萄球菌;中度、局部传播,蜡样芽孢杆菌、产生荚膜杆菌;中度、广泛传播,沙门氏菌、副溶血性弧菌、病原大肠杆菌;重度危害,肉毒梭菌、霍乱弧菌、伤寒杆菌。上述微生物对食品安全存在很大的威胁,当在合适的温度及营养条件下,能够快速生长繁殖^[7,8]。

2.2 食品微生物的生长因素分析

食品微生物的生长与生存是微生物与外界环境因素共同作用的结果。环境的改变可以影响到微生物的生长,因此可以通过化学、物理和生物的方法来改变环境以达到抑制或杀死食品微生物的效果^[1]。影响微生物生长的因素有:

1)温度 一般随着温度的升高,细胞内的酶促反应速度也会随之加快,进而增加细胞的繁殖速度;但机体的重要组成对温度比较敏感,随着温度的升高会遭到不可逆的破坏。

2)pH值 食品微生物都有其合适生长的pH值范围。随着环境pH值的变化,食品微生物的生长受到阻碍,当超过其生长的最低或者最高的pH值时便导致微生物的死亡。

3)水活度^[9,10] 水活度是影响微生物正常生命代谢不可少的因素之一,食品微生物的水活度十分容易受到周围环境的影响,干燥的环境往往会致微生物细胞失水而造成代谢停止以致死亡^[11-13]。

2.3 食品微生物危害识别与暴露评估

近年来,随着食品污染的问题日渐突出,食物安全问题变得越来越重要^[13-15]。危害识别就是通过食品确定化学物质、微生物甚至寄生虫是否存在并可能对人体健康造成危害。危害识别中对化学性危害引起的风险已经研究得很充分了,对于微生物引起的危害,风险轮廓与致病病菌不同菌株相关的具体风险因子已经得到确定,但对特殊的类型还缺乏研究。食品安全危害识别是对造成食品安全的各种风险进行分析,食品安全风险识别是进一步风险评估的基础。建立从农田到餐桌的食品安全风险评估体系,对食品微生物危害的识别显得极为重要和迫切。危害识别基本上是一个定性的过程。微生物危害可以由科技文献以及

食品行业、政府机构、国际组织中获得相关数据资料,也可以通过专家的咨询得到。微生物危害的风险特征描述可能不够准确,但微生物风险评估较大的优势在于它能够对不同食品控制措施以及它们对相对风险评估的影响进行模型化。20世纪80年以后关于微生物的风险预测研究越来越得到各国学者重视。现在已经建立起许多用于预测微生物食品安全的数学模型,模型对定量风险评估中重要组成部分剂量-反应关系模型普遍认识描述不充分。目前关于致病微生物的相关资料数据不多,缺乏建立剂量-反应模型的过程中大量的食源性疾病暴发和人体实验数据,导致在评估中很难得到合适的剂量-反应模型^[16,17]。目前已发表的微生物风险评估的研究中,能够完全符合CAC要求的很少,且有53%的研究是属于综述,只有10%属于研究型论文^[18-19]。

暴露评估是对一个个体将暴露于微生物危害的可能性以及可能摄入量的估计,风险评估者收集消费食品的数据,并将这些数据与食品发生危害的可能性和病原菌的数量相结合。评估暴露是一个非常复杂的过程,因为病原菌是在不断地生长和死亡的。风险评估者因此就不可能准确地预测食品消费前的病原菌的数量。风险评估者为了定量估计个体摄入病原菌的数量,就必须使用模型并且作出预测^[20]。

近年来,随着预测微生物学及其数学模型研究的深入发展,为微生物定量风险评估提供了途径和手段。国际上已经对烤鸡中的空肠弯曲杆菌,肉鸡和蛋及其产品中的沙门氏菌,牡蛎中的副溶血性弧菌以及即食食品中的单核增生李斯特菌等进行了定量风险评估^[21-24]。

2.4 食品微生物危害分析

食品被致病微生物污染后,在适宜的温度、水分、pH值和营养条件下,微生物急剧大量繁殖^[25,26]。在食用食品前加热不够彻底或不加热,容易产生微生物直接污染;生熟食品堆放一起也容易产生交叉污染,在条件适宜时微生物大量繁殖,食品中可能会产生大量致病菌及其毒素,食用后易引起中毒,给人们的健康带来威胁。由于食品种类繁多,加工和贮藏条件各异,微生物在食品中变化规律也不完全相同,掌握食品中微生物变化的特点,对于指导食品生产、防止食品腐败有重要意义^[27-29]。食品微生物危险分析是食品安全宏观管理的有效工具和手段,应用于微生物危险性分析名词是在CAC第22届年会上暂时确定的^[30]。

微生物危害引发的风险对人类健康有直接和严重的影响^[26]。微生物风险分析其总体目标是确保公众健康,一般由三部分组成:风险评价、风险管理和风险交流。微生物风险评价是一个发展中的科学,其评价原则和方法也适用于评价其它类型的生物危害^[31]。微生物风险评价的过程应尽可能地包含数量信息。我国目前虽然已经开始开展食品安全风险分析,但还未形成符合我国现状的系统的食品安全风险分析体系。食品微生物危险分析应建立在科学基

础之上, 包含危害确定、危害特征描述、暴露量评估、危险特征描述, 以及对危险评估期间的不确定性描述; 还应明确地考虑到微生物在食品中的潜伏性, 生存繁殖性以及食用后人体与致病因子之间的相互作用等。在进行危险分析时尽量减少由于危害的不确定性提高危险分析的可靠度, 尽可能搜集到足够的资源用于提高危险分析的质量。

3 食品微生物危害的控制

由于食品种类多, 加工及贮藏条件各不相同, 在生产、加工以及流通过程中存在着微生物的潜在危害, 其危害的种类、程度差别较大, 只有采取正确的措施, 才有可能减少或消除危害^[32,33]。要减少食品生产中的微生物危害, 控制其发生, 首先要做到预防为主, 通过清洗、消毒或者严格的灭菌, 以及采用无菌包装都可以防止微生物污染的发生或扩散; 另外也可以采用近年来发展起来的食品保藏新技术-栅栏技术、以及建立起危害分析与关键控制点(HACCP)质量管理保证体系, 这些都能保证食品危害的发生, 控制食品微生物的污染, 提高食品产品质量。

3.1 预防微生物的污染

预防微生物导致的食物中毒, 最简单易行的措施还是注意卫生和加热杀菌。生的食品无论水果、蔬菜、海鲜、肉类等在生产和贮藏过程中不可避免地在产品表面存在微生物, 对于表面的微生物采用措施主要是清洗和加热, 该方法效果较佳。食品的加工环境, 加工用水、机械设备、容器具、辅料及操作人员都可能成为微生物的污染源, 尤其是加工设备可能成为抗热性微生物的重要污染源^[34,35]。预防微生物污染对延长食品保藏时间和提高食品质量十分重要。要做到预防微生物污染, 首先产品的生产部门应创建优良的环境卫生, 特别是在食品加工过程中, 接触食品的各类容器、设备等尽量选择不锈钢材质, 避免交叉感染; 对生产员工进行安全职业卫生培训, 要求遵守企业规范的生产操作规程, 规范的卫生准则, 养成较好的卫生职业操作习惯, 从人体与生产接触的环节杜绝疾病的病原微生物产生; 同时, 食品的原材料、包装材料也必须严格按照国家的相关卫生标准进行选择 and 储存, 尽量采用无菌包装袋, 使食品与外界隔绝, 防止微生物入侵污染。

3.2 食品的防腐保质与栅栏技术

“栅栏技术”一词最早由德国肉类研究中心 Leistner 提出。栅栏技术是多种技术的科学结合, 这些技术协同作用, 阻止食品品质的劣变, 将食品的危害性以及加工和商业销售过程中品质的恶化降低到最小程度^[36], 它是食品保藏的根本所在。栅栏效应是食品内不同抑菌、防腐和保质的栅栏因子相互作用的结果。食品在加工及防腐保藏过程中, 栅栏因子过少或强度不够, 都能造成产品腐败变质。一种安全、可贮、优质的食品需要通过分析产品加工工艺, 确

定出关键控制点, 选择合适的栅栏因子, 设置关键点栅栏限值, 建立起准确对应的产品栅栏工艺来保证产品质量。栅栏效应是食品延长货架期的根本所在。栅栏技术最早应用于肉制品加工, 大多是简单且凭经验式的, 如意大利传统的蒙特拉香肠(mortadella)、德国的布里道香肠(bruhdauerwurst)、荷兰的格德斯香肠(gelderse rookworst)等^[37,38]。目前栅栏技术在发达国家广泛应用, 在发展中国家的许多传统食品加工时时有用到, 在我国食品加工业中的应用也逐步兴起, 主要应用在肉制品加工、果蔬加工、乳品食用菌等加工、水产品、食品添加剂和包装等行业。赵静等^[39]将栅栏技术应用于牦牛肉肠发酵香肠制品的加工生产中, 通过微波杀菌、温度、时间等栅栏有效延长了产品的货架期。李莹等^[40]研究了调味虾制品的栅栏因子, 确定出最优的保质栅栏组合, 使产品在 4 °C 下可保存 9 个月以上。袁霖等^[41]研究出在膏状肉类香精防腐中, 水分活度、包装、时间、辐照和压力, 均作为栅栏应用, 水分活度为主要栅栏因子。随着我国食品工业的快速发展, 以及栅栏技术的研究和推广, 在利用栅栏技术提高产品防腐保质方面前景广阔。

3.3 食品质量安全风险分析与 HACCP 系统应用

危害分析与关键控制点质量保证体系^[16](HACCP)是一种预防性的质量保证体系, 是对生产过程进行全程鉴别评价和控制的一种系统体系方法, 它涉及到食品的整个生产过程, 既包括食品的生产过程、贮运销售, 也包括原料的选择。该方法通过对食品全过程的危害分析, 找到危害的关键控制点, 采取有效的预防措施和监控手段, 使危害降到最小程度, 并采取必要的验证措施, 使产品达到预期要求。HACCP 质量保证体系是一个保障食品安全的预防性危害控制体系, 在国内外得到广泛应用^[42]。危害风险分析作为 HACCP 质量保证的关键要素, 日益显示出对食品质量安全的重要性^[43]。

HACCP 作为一种“预防性”的风险管理措施, 在食品加工过程中识别、评价和控制食品生产卫生方面的危害, 主要是食品中的微生物危害^[42]。HACCP 体系的应用, 需要建立起全程跟踪分析、观察和评估可能发生的所有危害的每一过程, 得出明确的结论, 确定危害的风险程度。HACCP 体系的贯彻执行需要企业生产者和管理者共同参与, 不断解决生产中存在的不安全因素。HACCP 体系的成果应用不仅可以帮助企业建立起安全的质量防护体系, 提高产品质量; 而且也可以为监管机构提供产品的检查, 有利于产品的流通与扩大贸易交往。总之, 在食品企业贯彻执行 HACCP 系统, 总体上可以保证食品的微生物卫生质量, 做到防患于未然。

一种食品的生产往往涉及多方面的因素, 有时很难确保整个加工链的各个环节都安全。食品生产过程中运用栅栏技术和 HACCP 系统对预防和控制有害微生物, 提高

对食品中有害微生物的识别与分析, 确定和控制其中的关键控制点, 消除潜在的危害, 提高食品质量都具有重要现实意义。微生物危害和它们可引起的食源性疾病日益成为一个重要的公共卫生问题, 研究和开发新的食品危害控制系统及方法是今后我们努力的方向。

参考文献

- [1] 何国庆. 食品微生物学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2009.
He GQ. Food microbiology [M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2009.
- [2] 张宾燕. 用危害分析关键控制环节方法调查街头凉拌朝小菜的卫生状况[J]. 中华预防医学杂志, 2008, 29(1): 54.
Zhang BY. Method using hazard analysis critical control links survey street cold toward the side of health [J]. Chin J Prev Med, 2008, 29(1): 54.
- [3] 舒声. 试论我国食品质量安全管理体制问题[J]. 消费导刊, 2009(2): 45.
Shu S. Try to talk about the problem of food quality and safety management system [J]. J Consum Tribune, 2009 (2): 45.
- [4] 王小玲. 病菌微生物污染与食品安全生产[J]. 轻工业技术, 2009(5): 17.
Wang XL. Bacteria microbial pollution and food safety production [J]. J Light Ind technology, 2009(5): 17.
- [5] Lechowich RV. Microbiological challenges of refrigerated foods [J]. Food Technol, 2009, 12: 84.
- [6] 胡东良, 林雁青, 王萍. 食品的微生物危害度分类研究[J]. 肉类加工, 2010, (10): 23-27.
Hu DL, Lin YQ, Wang P. Food microorganism hazard degree classification study [J]. J Meat Process, 2010, (10): 23-27.
- [7] 王远麟. 食品生产中微生物的危害[J]. 农产品加工, 2009(10): 21.
Wang YL. The hazards of microbes in food production [J]. J Agric Prod Process, 2009, (10): 21.
- [8] 孙勇民. 食品微生物生存因子分析[J]. 中国酿造, 2008, (24): 16-18.
Sun YM. Food microbiology survival factor analysis [J]. China Brewing, 2008, (24): 16-18.
- [9] 李瑞法, 范光辉, 楚伟. 食品中的微生物控制及其研究进展[J]. 食品科技, 2014, 21(1): 55-58.
Li RF, Fan GH, Chu W. Control and its research progress in food microbiology [J]. J Food Sci Technol, 2014, 21(1): 55-58.
- [10] 张朦. 水活度用于食品微生物大肠杆菌安全检验控制的研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2013.
Zhang M. Water activity in food microorganism escherichia coli safety inspection control research [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2013.
- [11] 何国庆, 丁立孝. 食品微生物学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2002 .
He GQ, Ding LX. Food microbiology [M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2002.
- [12] 中华人民共和国商务部. SB/T10481-2008 低温肉制品质量安全要求[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
The People's Republic of China ministry of commerce. SB/T10481-2008 low temperature meat products quality and safety requirements[S]. Beijing: China Standard Press, 2008.
- [13] 联合国食品法典委员会. 微生物危险性评价的原则和指南[M]. 1997.
The Codex alimentarius commission. The principle of microbial risk assessment and guide [M]. 1997.
- [14] 王永, 赵新, 兰青阔, 等. 食品中微生物危害控制及风险评估研究[J]. 天津农业科学, 2014, 20(10): 47-50.
Wang Y, Zhao X, Lan QK, et al. Microbiological hazards in food control and risk assessment study [J]. J Tianjin Agric Sci, 2014, 20(10): 47-50.
- [15] US FDA/FSIS . Draft assessment of the relative risk to public health from foodborne Listeria monocytogenes among selected categories of ready-to-eat foods[R/OL]. 2001. <http://www.foodsafety.gov/dms/lmrisk.htm>.
- [16] 李莉, 李桂生. 食品安全管理体系对生物危害的预防与控制指南北京[M]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
Li L, Li GS. Food safety management system for biological hazards prevention and control of the guide [M]. Beijing: China Standard Press, 2010.
- [17] Smid JH, Verloo D, Barker GC, et al. Strengthsand weaknesses of Monte Carlo simulation models and Bayesian belief networks in microbial risk assessment[J]. Int J Food Microbiol, 2010, 139: S57-S63.
- [18] 何猛. 我国食品安全风险评估及监管体系研究[D]. 北京: 中国矿业大学, 2013.
He M. China's food safety risk assessment and regulatory system research [D]. Beijing: China University of Mining & Technology, 2013.
- [19] 陈瑞敏, 陈伟萍. 食品中食源性致病菌安全问题分析[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(12): 5479-5482.
Chen RM, Chen WP. Foodborne pathogenic bacteria in food safety analysis [J]. J Anhui Agric Sci, 2013, 9(12): 5479-5482.
- [20] 高永超, 刘丽梅, 杨作明, 等. 食品中微生物危害定量风险评估综述[J]. 标准科学, 2012, (3): 65-68.
Gao YC, Liu LM, Yang ZM, et al. Microbiological hazards in food review [J]. J Quant Risk Assess Stand Sci, 2012, (3): 65-68.
- [21] 王永, 赵新, 兰青阔, 等. 食品中微生物危害控制及风险评估研究[J]. 农产品标准与食品安全, 2014, 20(5): 47-50.
Wang Y, Zhao X, Lan QK, et al. Microbiological hazards in food control and risk assessment study [J]. J Agric Stand Food Safe, 2014, 20(5): 47-50.
- [22] 巢国祥, 焦新安, 徐勤, 等. 8 类食品单核细胞增生李斯特菌流行特征及耐药性状研究[J]. 中国卫生检验杂志, 2005, 15(5): 19-21 .
Chao GX, Jiao XA, Xu Q, et al. Eight foods mononuclear cell proliferation characteristics and drug resistance of listeria popular research [J]. Chin J Health Inspect, 2005, 15(5): 19-21.
- [23] 杨松, 刘永华, 曲祖乙. 冷冻食品中单核细胞增生性李斯特菌的分离鉴定[J]. 中国动物检疫, 2010, 27(3): 54 - 55 .
Yang S, Liu YH, Qu ZY. Frozen food in the separation of mononuclear cell proliferative listeria identification [J]. J China Anim Quarant, 2010, 27(3): 54-55.
- [24] 沈红, 蒋兴祥, 赵霞, 等. 食品中单核细胞增生性李斯特氏菌检测及污染现状分析[J]. 中国人兽共患病学报, 2007, 23(4): 417-418 .
Sheng H, Jiang XX, Zhao X, et al. Mononuclear cell proliferative listz bacteria in food detection and pollution situation analysis [J]. Chin J Anim Comorbidities, 2007, 23 (4): 417-418.
- [25] Buchanan RL. Trends in Food Science and Technology[J]. Pred Food Microbiol, 2003, (1): 215-231.
- [26] 许喜林, 郭祀远, 李琳. 食品生产中微生物危害的分析与控制[J]. 微生物学通报, 2002, 29(2): 67-69.
Xu XL, Guo JY, Li L. Microbiological hazards in food production analysis and control [J]. J Microbiol Bull, 2002, 29(2): 67-69.
- [27] 林科. 食品防腐剂的种类及其研究进展[J]. 广西轻工业, 2009, 10:

- 58-60.
Lin K. The types of food preservatives and its research progress [J]. J Guangxi Light Ind, 2009, 10: 58-60.
- [28] 刘录民. 我国食品安全监管体系研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2009.
Liu LM. China's food safety regulatory system research [D]. Yangling: Northwest Agriculture and Forestry University, 2009.
- [29] 王岳. 地方政府食品安全危机管理机制研究[D]. 湘潭: 湘潭大学, 2012.
Wang Y. Local government food safety crisis management mechanism research [D]. Xiangtan: Xiangtan University, 2012.
- [30] 肖东征. 食品微生物危险性分析的原则与应用[J]. 实用预防医学, 2005(12): 1097-1099.
Xiao DZ. The principle and application of risk analysis of food microorganism [J]. J Practical Prev Med, 2005 (12): 1097-1099.
- [31] 杨丽, 刘文. 食品安全微生物风险分析的原则和应用[J]. 世界标准信息, 2003.
Yang L, Liu W. Principle and application of microbial food safety risk analysis [J]. World Stand Inform, 2003.
- [32] 杨明亮, 刘可浩, 刘进, 等. 食品安全: 一个遍及全球的公共卫生问题[J]. 中国卫生监督杂志, 2003, 10(4): 193-197.
Yang ML, Liu KH, Liu J, et al. Food safety: a global public health problem [J]. Chin J Health Supervision, 2003, 10(4): 193-197.
- [33] 孙勇民. 食品微生物生存因子分析[J]. 中国酿造, 2008(24): 16-18.
Sun YM. Food microbiology survival factor analysis [J]. China brewing, 2008(24): 16-18.
- [34] 许喜林, 耿长明. 食品生产中微生物危害的分析与控制[J]. 广州食品工业科技, 2001, 8: 64-66.
Xu XL, Geng CM. Microbiological hazards in food production analysis and control [J]. J Guangzhou Food Ind Sci Technol, 2001.8: 64-66.
- [35] 樊凉萍. 冷冻食品微生物危害现状及预防措施分析[J]. 中国保健营养, 2013, 1(下): 511-512.
Fan LP. Frozen food microbiological hazards and preventive measures analysis [J]. Chin Health Care Nutrition, 2013, 1 (next): 511-512..
- [36] 赵志峰, 雷鸣, 卢晓黎, 等. 栅栏技术及其在食品加工中的应用[J]. 食品工业科技, 2002, 2: 93-95.
Zhao ZF, Lei M, Lu XL, et al. Fence technology and its application in food processing [J]. J Food Ind Sci Technol, 2002, 2: 93-95.
- [37] 王卫. 栅栏技术在肉食品开发中的应用[J]. 食品科学, 1997, 18(3): 9-13.
Wang W. Fence technology application in meat products development [J]. J Food Sci, 1997, 19(3): 9-13;
- [38] 付晓, 王卫, 张佳敏, 等. 栅栏技术及其在我国食品加工中的应用进展[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(5): 179-181.
Fu X, Wang W, Zhang JM, et al. Fence technology progress and its application in food processing in China [J]. J Food Res Dev, 2011, 32(5): 179-181.
- [39] 赵静, 严蓉, 李红征. 栅栏技术延长牦牛肉肠货架期的应用研究[J]. 肉类研究, 2006, 20(2): 28-30.
Zhao J, Yan R, Li HZ. Fence technology to extend the shelf life of yak sausages applied research [J]. J Meat Res, 2006, 20(2): 28-30.
- [40] 李莹, 周剑忠, 黄开红, 等. 栅栏技术在调味对虾制品中的应用[J]. 江西农业学报, 2008, 20(9): 115-117.
Li Y, Zhou JZ, Huang KH, et al. Fence technology in the application of seasoned shrimp products [J]. J Jiangxi Agric, 2008, 20(9): 115-117.
- [41] 袁霖, 郭新竹. 栅栏技术在膏状肉类香精防腐中的应用[J]. 食品工业科技, 2005, 26(6): 179-180.
Yuan L, Guo XZ. Fence technology application in meat essence cream anticorrosive [J]. J Food Ind Sci Technol, 2005, 26(6): 179-180.
- [42] 王军. 猪肉产品中致病微生物的污染及风险评估研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2007.
Wang J. Pollution of pathogenic microorganisms of pork products and risk assessment research [D]. Yangling: Northwest Agriculture and Forestry University, 2007.
- [43] James S. HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points): is it coming to the dairy[J]. J Dairy Sci, 1997, 80: 3449-3452.

(责任编辑: 白洪健)

作者简介



张新武, 高级工程师, 主要研究方向为食品与工业发酵。

E-mail: smxzxw@163.com.



黄继红, 教授级高级工程师, 主要研究方向为农产品发酵工程。

E-mail: Huangjihong1216@126.com