

计算机信息技术在食品质量与安全检测中的应用

高爱莲^{1*}, 刘晓慧¹, 刘增磊², 刘中艳¹

(1. 南阳理工学院信息化建设与管理中心, 南阳 473004; 2. 南阳理工学院电子与电气工程学院, 南阳 473004)

摘要: 当今食品安全问题频发, 如何保障食品质量安全已愈发成为世界人们所关注的焦点, 而随着信息化程度不断提高, 计算机信息技术已成为食品质量安全控制的必要手段。计算机信息技术是主要用于管理和处理信息所采用的各种技术的总称, 包含信息的获取、加工、表达、交流、管理及评价。本文主要介绍国内外计算机信息技术在食品质量与安全检测中的应用现状, 如利用计算机进行食品科学相关信息的查询与检索、模拟生产过程来有效控制潜在风险因素、快速计算食品生产消费过程中的数据, 设计网络平台感官评价代替繁复人工环节、为实现食品生产链全程可追溯创造有利条件等, 以期政府监管部门提供有效监管渠道, 并为食品企业建立食品安全追溯体系, 提升食品管理的信息化程度, 发挥信息技术在食品安全管理中的应有价值和作用。

关键词: 计算机信息技术; 食品质量安全; 食品质量控制; 可追溯体系

Application of computer information technology in food quality safety and detection

GAO Ai-Lian^{1*}, LIU Xiao-Hui¹, LIU Zeng-Lei², LIU Zhong-Yan¹

(1. *Information Construction and Management Center, Nanyang Institute of Technology, Nanyang 473004, China;*
2. *College of Electronics and Electrical Engineering, Nanyang Institute of Technology, Nanyang 473004, China*)

ABSTRACT: Nowadays, food safety problems have occurred frequently, and how to ensure food quality safety has become the focus of attention of the whole world. While computer information technology has become a necessary means to control food quality safety along with the continuous improvement of information degree. Computer information technology is the general term mainly used for the management and processing of information, including acquisition, processing, expression, communication, management and evaluation of information. In this paper, the application of computer information technology applied in food industry at home and abroad was mainly summarized, including query and retrieval related information of food science, stimulation of the production process to effectively control the potential risk factors, fast calculation in the process of food production and consumption, network platform design of sensory evaluation instead of complex manual work, and realization the whole process of full traceability for food industrial chain, so as to provide effective supervision channels for the government, establish food industrial traceability system, improve the information degree in food management and play the role of information technology in food safety management and realize the value.

KEY WORDS: computer information technology; food quality and safety; food quality control; traceability system

*通讯作者: 高爱莲, 硕士, 助教, 研究方向计算机应用与数字化校园建设。E-mail: gal@mail.nyist.edu.cn

*Corresponding author: GAO Ai-Lian, Master, Teaching Assistant, Nanyang Institute of Technology, Chinese Information construction and Management Center, Nanyang 473004, China. E-mail: gal@mail.nyist.edu.cn

1 引言

近年来食品安全问题层出不穷, 从 2008 年“三鹿奶粉”事件到味千拉面“汤底门”、毒胶囊、某些餐饮品牌食用冰块菌落检测数超标事件无一不对消费人群生命健康造成严重威胁^[1], 这一连串曝光的食品安全事件也向我国食品安全监管体系提出了新的挑战^[2]。造成食品质量安全问题的主要原因包括环境源头污染、滞后的检测技术、缺乏完善的食品安全标准、以及从业人员法律意识淡薄等, 其中检测技术滞后以及信息收集的限制重要为主要因素, 而计算机信息技术可以很好的弥补当今食品安全监管的不足之处^[3]。

食品生产涉及原材料的生产、运输、贮存、加工及销售等诸多环节, 其中每一环节都存在潜在的食品污染危害, 要达到“从农场到餐桌”全程生产链无污染可追溯离不开先进的计算机信息管理手段和详实的信息共享网络^[4]。即使环介导等温扩增技术(loop-mediated isothermal amplification, LAMP)^[5]、胶体金免疫层析试纸条^[6]等快速检测技术也不能完全保证得到安全无害的健康食品, 因此, 计算机信息技术在食品行业中的应用是十分必要的。

由于食品生产过程中风险因素较多, 且需要记录的信息量庞大, 只依靠人为监管有所不足, 而计算机信息技术在信息处理及收集、危害环节预测分析以及建立食品生产可追溯系统方面的优势可以很好地弥补监管上的不足, 如: 对食品生产的各个环节信息进行存档, 建立相关的档案管理信息系统实现全程可追溯, 为消费者提供透明化可查询信息交互网络^[7]; 对当今新食品安全法、生产技术指标建立大数据库, 为食品行业人群提供信息共享^[8]; 给食品生产商及食品企业研发部门提供最新的技术资讯, 为高品质安全放心的食品提供有利环境^[9]; 有效提高政府等监管部门的监管力度, 对于突发安全事件也可快速建立风险预案, 强大的数据系统及快速应对风险能力可为政府部门监管带来高度便利^[10]。

2 食品安全控制和检测中计算机信息技术的重要性

在食品安全问题频发的今天, 如何快速准确检测食品生产过程有害环节, 保障食品安全是所需解决的主要问题, 而计算机信息技术是解决此类问题的有效手段, 且相关法律法规是否完善是计算机信息技术在食品行业中准确应用的前提条件。当今世界, 各国信息化程度存有差异, 通过向美国、日本、欧盟等发达国家及地区借鉴其信息化管理模式对我国相关方面规章制度的完善十分必要^[11]。就美国而言, 其食品安全管理体系较为完善, 其中美国食品和药品监督管理局(Food and Drug Administration, FDA)负责除肉类和家禽产品外的食品安全, 美国农业部(United

States Department of Agriculture, USDA)负责肉类和家禽食品安全, 美国国家环境保护局负责饮用水安全, 农药等化学品残留限量的管理^[12]。美国国会于 2002 年通过了《2002 公众健康安全和反生物恐怖预防应对法》^[13], 在此方案下共计 4 个条款与食品供应保护管理有关, 分别为第 303、305、306 及 307 条。其中, 第 305、306 条款涉及计算机信息技术在食品行业中的管理应用, 第 305 条注册(Registration)规定所有生产加工、包装及储存食品及动物饲料的美国及国外企业都须在规定时限之前向 FDA 完成注册; 第 306 条记录保存(Record keeping)规定凡是经注册的食品企业须建立和保持从来源、运输、以及最后销售的一整条生产链信息记录并公开透明化以便追溯食品来源, 当发生食品安全问题, 则可以立即追溯到某一特定环节^[14]。日本与欧盟也针对计算机信息技术在食品质量安全与检测中应用提出相关规定, 如日本政府于 2006 年提出的《日本农业标准法》(JAS Law)^[15]以及欧盟于 2002 年正式生效的法规《欧盟一般食品法》等^[16], 其相关法律法规对完善我国食品质量安全法规具有很高的借鉴意义。发达国家对计算机信息技术的严格规定也验证了计算机信息技术的应用之广泛性和其在食品质量安全与检测中应用的重要性。

相较于发达国家, 我国对计算机信息技术应用于食品质量安全与检测中的规定建立相对滞后, 而且对于食品生产链全程可追溯的过程记录要求不是很明确, 相关法律法规的涉及范围较窄。至今为止, 我国只颁布了《食品安全法》^[17]、《食品安全法实施条例》^[18]、《乳制品企业良好生产规范》^[19]等仅几部与食品行业中应用计算机信息技术有关的法律法规, 虽自 2015 年《食品安全法》修订实行以来^[20], 我国食品安全整体状况明显好转, 抽样合格率较 2014 年提升 2.1 个百分点^[21], 但仍然面临一些突出问题。

我国食品安全控制中涉及计算机信息技术应用部分主要要求企业对于其产品生产过程要保持相应信息记录并留存, 基于危害分析和关键控制点(hazard analysis and critical control point, HACCP)原理应用计算机信息技术对相关关键控制点进行监控, 并记录检测结果, 但在生产细节中仍存在致命问题。首先, 基层食品监督管理部门技术支持不足, 专业判断能力不强; 其次, 出具的检测报告质量参差不齐, 标准的划定有些交叉重复, 一些小型检测机构存在虚假报告; 再有当今网络订餐盛行, 对于一些小商小贩、小规模餐馆不能及时进行信息记录, 食品质量安全得不到保证。因此, 对食品行业中计算机信息技术应用的相关条款有待补充提高。

3 计算机技术在食品质量安全与检测中的应用

3.1 基于 HACCP 原理的计算机信息技术

HACCP 是控制食品安全经济有效的管理体系, 我国

最早于 1991 年参加了美国 FDA、NOAA 和 NFI 举办的 HACCP 和新的水产品检验规范的研讨会。

在食品行业 HACCP 管理体系中应用计算机信息技术主要是根据生产加工环节生成生产流程表,并在相应关键控制点进行可操作控制。基于 HACCP 原理的计算机信息技术主要应用计划软件和执行软件,计划软件主要负责进行危害分析和关键控制点确定,根据实际产品生产操作对可控条件进行完善^[22]。执行软件主要负责控制每个确定的关键控制点,收集各个关键点控制的情况并记录保留监测结果,并及时对出现的问题进行自动纠正。基于 HACCP 原理的计算机信息技术在食品企业生产过程中的运作可有效防止食品质量安全问题的发生,并为生产全程可追溯、信息网络公开透明化提供平台^[23]。

3.2 基于计算机视觉功能的食品质量检测技术

计算机视觉技术属于计算机信息处理技术的一种,它应用计算机程序来实现人的视觉功能,感知、识别和理解客观世界的三维场景^[24,25]。计算机视觉可以简单的理解为用摄像机代替人的眼睛,用软件处理程序代替人的大脑里完成对目标的识别和鉴定,它对图像的处理可简单归类为 3 个方面:图像处理、图像分析和图像理解^[26]。图像处理是对所获得场景图象的低层次处理,对图象的视觉效果进行加强并涉及大数据的处理;图象分析为第二阶段,通过计算机软件程序实现图象到计算机语言的转换,方便软件对其进行分析处理并对提供的图象进行检测、提取和测量;图像理解则为最高级阶段,通过所提供图象的分析,把各个相关性结合起来进行研究,类似于人脑的思维推理,所得出的结果可对食品质量检测提供借鉴意义。

至今,计算机视觉技术在农产品品质检测以及生物生长状态监控方面都有很广泛的应用。袁卫鹏等^[27]用颜色检测烟纸污点,建立了一种基于颜色空间变换的图像分割与检验方法;Li 等^[28]利用计算机视觉技术特征提取和匹配西红柿植株;Brosnan 等^[29]建立了基于计算机视觉技术农产品检测系统。计算机视觉技术在食品行业中的应用大大减少了人力,具有广泛的社会及经济效益。

3.3 基于计算机信息技术的食品生产线模拟研究

在新经济环境条件下,食品企业面临前所未有的挑战。传统的生产能力规划方法已经落后,随着计算机信息技术的发展,应用信息技术来辅助食品企业进行产能规划,使食品企业能够根据消费人群需求变化来灵活调整相应食品包装、口味及生产量,并在保证生产力的前提下提高食品质量^[30,31]。

食品企业的产能规划在传统方法上利用静态的产能模型,但随着信息化程度不断提高,传统的方法已然不能适应高变化的消费需求,时间与人力都存在较大程度的损耗而仿真模拟方法在食品企业产能规划上课比较完美的处

理各种随机因素,及时满足市场需求。仿真系统的基本步骤主要包括模型构造、数据收集、模型转换、验证与确证、模型运行与仿真结果分析等环节,最终依据收集的数据来提供最优产能规划方案^[32]。利用基于计算机信息技术的仿真模型,可以对食品生产线风险环节进行有力监控,并能够在出现问题之前及时作出调整,在当今食品行业有很大的研究价值^[33]。

3.4 基于计算机信息技术的可追溯食品生产链系统

对“从农场到餐桌”即食品的生产加工、贮存、运输、销售等环节进行全程跟进,并在发生食品质量安全问题后进行追溯,计算机信息技术提供了有效的信息共享网络平台^[34-36]。基于信息管理系统(information management system, IMS)可以实现对产品的全程追溯,通过采用国际物品编码协会(European Article Number, EAN)以及美国统一编码协会(Uniform Code Council, UCC)建立的 EAN.UCC 条形码系统可以对食品供应链全过程中的产品及其属性信息、参与方信息等进行有效标识,对各个环节进行跟踪把控,在出现质量安全问题时可及时准确追溯问题环节,减轻政府监管部门的监管工作^[37,38]。

除信息管理系统之外,基于射频识别技术(radio frequency identification, RFID)的计算机信息技术也可达到生产链全程可追溯^[39,40]。射频技术主要包括 3 部分:射频卡、阅读器以及计算机,整个系统可以实现食品货物的自动化管理包括入库、库存、点仓以及出库,最大限度地提高食品仓库的管理效率^[41-43]。射频技术还可对食品生产链各个环节的情况进行信息编码储存,建立信息交互网络,各个企业或相关人员及消费者可通过电子标签在生产链数据库中查到相应产品的全部生产流程,从而实现全程可追溯^[44,45]。

4 我国计算机信息技术在食品质量安全与检测中应用存在的问题及建议

4.1 相关法律法规仍需完善

目前我国对食品企业的相关技术性应用没有强制性的法律要求,消费者及生产者的食品质量安全意识不高,虽新食品法已经施行,仍屡屡发生食品安全问题^[46]。因此,政府及相关食品监管部门需要完善食品行业信息化领域的相关法律法规、生产规范及实施指南等。我国中小型企业居多,且这些中小企业运营商很少有足够先进的计算机信息技术理念和素养,因此,根据企业不同规模特别是中小企业的不同特性针对性地提出不同规定,可以最大程度地推动计算机信息技术在食品质量安全与检测中的应用^[47,48]。另外,我国政府及相关食品监管部门可以利用计算机信息技术建立完善食品生产链可追溯系统并对原料到产出各个环节进行详细规定,来保障我国食品质量安全^[49]。

4.2 加强食品企业的技术支持

我国食品质量安全检测手段与发达国家相比较为落后, 而计算机信息技术可以为新的快速食品质量安全检测手段提供技术支持^[50]。而我国当前食品生产经营分散、组织化程度较低、食品供应链较长, 阻碍了计算机信息技术的应用。因此, 计算机软件开发商应根据不同企业的生产要求与工艺流程特点, 开发针对性的可追溯的具有信息收集和共享属性的软件。在开发相应软件的同时, 可以将我国食品质量安全相关法律法规融入到信息系统中, 扩大计算机信息技术在食品质量与安全检测中的应用, 提高我国食品安全管理水平^[51,52]。

4.3 加大对食品企业的相关宣传力度

我国食品企业规模参差不齐, 且信息化程度存在较大差异。大型企业信息化程度较高, 对于企业中食品生产流程管理大多应用了计算机信息技术, 而大部分中小型企业管理系统计算机信息技术的普及程度不高, 且大多数管理人员没有利用计算机数据技术进行企业管理的意识, 因此, 加大计算机信息技术在企业管理的宣传力度具有很高的重要性^[53]。除此之外, 小规模企业也缺乏相应的技术人才, 原有管理人员也不熟知计算机信息技术, 因此引进新型技术人才以及对原有员工进行相应的培训十分必要^[54]。

5 小 结

在食品安全问题频发的当今, 如何快速准确地追溯到食品安全问题出现环节, 或直接在出现食品安全问题之前解决掉风险因素是十分必要的。计算机信息技术以其强大的信息交互网络, 以及仿真模拟等特性可以实现食品产业链全程可追溯系统, 并应用相应软件识别关键控制点, 提升食品安全质量。

参考文献

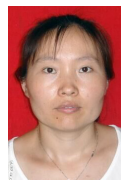
- [1] 李英. 绿色食品可持续供应链关键环节实现机理研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2013.
Li Y. The study on realization mechanism for key segments of a green food sustainable supply chain [D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2013.
- [2] 徐钊铭, 陈梅. 浅谈计算机信息技术在食品卫生安全与检测中的应用[J]. 中国厨卫, 2015, (10): 74-74.
Xu ZM, Chen M. Application of computer information technology in food hygiene and safety and detection [J]. China Kitchen Bath, 2015, (10): 74-74.
- [3] 韦银. 大数据下计算机信息技术在食品企业食品安全管理中的应用[J]. 食品与机械, 2016, (2): 226-228.
Wei Y. Application of computer information technology in food enterprise management [J]. Food Mach, 2016, (2): 226-228.
- [4] 刘臻. 浅谈食品追溯体系及信息化应用[D]. 厦门: 厦门大学, 2008.
Liu Z. Research and application of the traceable system of food [D]. Xiamen: Xiamen University, 2008.
- [5] 贾雅菁, 付博宇, 王羽, 等. 实时荧光环介导等温扩增技术检测牛乳中的蜡样芽孢杆菌[J]. 食品科学, 2016, 37(06):184-189.
Jia YJ, Fu BY, Wang Y, et al. Real time fluorescence loop mediated isothermal amplification for detection of *Bacillus spp.* in milk [J]. Food Sci, 2016, 37(06): 184-189.
- [6] 陈明慧. 快速检测猪肉中大肠杆菌 O157:H7 胶体金免疫层析试纸条的研究[D]. 南昌: 南昌大学, 2015.
Chen MH. Research on gold nanoparticle lateral flow immunoassay for detecting *E.coli* O157:H7 in pork [D]. Nanchang: Nanchang University, 2015.
- [7] 尚雷雷. 基于物联网技术的食品安全监管体系研究[D]. 南京: 南京邮电大学, 2015.
Shang LX. Research on food safety supervision system based on Internet of things technology [D]. Nanjing: Nanjing University of Posts and Telecommunications, 2015.
- [8] 胡国瑞, 张志强, 文连奎. 计算机信息技术在食品安全控制中的应用[J]. 中国食品卫生杂志, 2010, 22(6): 567-572.
Hu GR, Zhang ZQ, Wen LK. Application of computer information technology in controlling the food safety in food industry [J]. Chin J Food Hyg, 2010, 22(6): 567-572.
- [9] 谌智. 江西食品工业企业信息化评价体系优化研究[D]. 南昌: 南昌大学, 2013.
Shen Z. Study on the optimization of the evaluation system of information of jiangxi food industry enterprise [D]. Nanchang: Nanchang University, 2013.
- [10] 刘玉敏. 探讨基于信息化加强食品安全的管理及监督策略[J]. 中国保健营养, 2015, 25(17): 416.
Liu YM. Discussion on the management and supervision strategy of food safety based on information technology [J]. Chin Health Nutr, 2015, 25(17): 416.
- [11] 龙昱. 基于信息化的食品安全管理现状比较研究[J]. 生物技术世界, 2015, (12): 416.
Long Y. A comparative study on the present situation of food safety management based on information technology [J]. Biotech World, 2015, (12): 416.
- [12] 门玉峰. 美国食品安全管理体系对我国的启示[J]. 中国管理信息化, 2015(10): 215-216.
Men YF. The enlightenment of american food safety management system to China [J]. China Manag Inf, 2015, (10): 215-216.
- [13] The Food and Drug Administration. Administrative detention of food for human or animal consumption under the public health security and bioterrorism preparedness and response act of 2002[EB/OL].[2016-7-23]. <http://www.fda.gov/OHRMS/DOCKETS/98fr/02n-0275-nfr0001.pdf>
- [14] 双喜. 日本食品安全管理的体制与制度的变迁[C]. 2004 中国绿色食品发展论坛, 2004.
Shuang X. The institutional and its changes of food safety management in Japan [C]. 2004 China Green Food Development Forum, 2004.
- [15] 潘家荣, 吴永宁, 魏益民, 等. 欧盟食品安全管理体系的特点[J]. 中国食物与营养, 2006, (3):7-11.
Pan JR, Wu YN, Wei YM, et al. Characteristics of EU food safety management system [J]. Food Nutr China, 2006, (3): 7-11.
- [16] 吕美昂. 论我国食品安全风险预警机制的完善--以欧盟《一般食品法》

- 为鉴[J]. 今日湖北旬刊, 2013, (9): 24.
- Lv MA. On the improvement of food safety risk early warning mechanism in China--Based on "General Food Law" [J]. Today Hubei, 2013, (9): 24.
- [17] 中华人民共和国食品安全法. Food Safety Law of the People's Republic of China [DB/OL].[2016-7-23].http://www.gov.cn/zhengce/2015-04/25/content_2853643.htm
- [18] 中华人民共和国食品安全法实施条例. Implementation of the Food Safety Law [DB/OL].[2016-7-23].http://www.gov.cn/zwgk/2009-07/24/content_1373609.htm
- [19] GB 12693-2010 食品安全国家标准 乳制品良好生产规范[S].
GB 12693-2010 National Food Safety Standard-Good manufacturing practice for dairy product factory [S].
- [20] 白丽, 马成林, 巩顺龙. 中国食品企业实施 HACCP 食品安全管理体系的实证研究[J]. 食品工业科技, 2005, 26(9): 16-18.
Bai L, Ma CL, Gong SL. An empirical study on the implementation of HACCP food safety management system in Chinese food enterprises [J]. Sci Technol Food Ind, 2005, 26(9): 16-18.
- [21] 2015 年食品抽样合格率 96.8% 比 2014 年提高 2.1 个百分点 [EB/OL].[2016-7-23].http://news.xinhuanet.com/food/2016-07/01/c_129106556.htm
Food sampling percent of pass in 2015 is 96.8% 2.1% higher than that of 2014[EB/OL].[2016-7-23].http://news.xinhuanet.com/food/2016-07/01/c_129106556.htm
- [22] 张献娣, 王开义. HACCP 信息化的发展现状与分析[J]. 中国农学通报, 2010, 26(5): 309-313.
Zhang XD, Wang KY. Development status and analysis of HACCP information [J]. Chin Agric Sci Bull, 2010, 26(5): 309-313.
- [23] 余建海, 付锐. 基于 HACCP 的冷链物流食品安全管理应用研究[J]. 物流技术, 2015, 34(15): 45-47.
Yu JH, Fu R. Study on application of food safety management in cold chain logistics process based on HACCP [J]. Logistics Technol, 2015, 34(15): 45-47.
- [24] 姚瑞玲. 计算机视觉技术在食品工业中的应用研究进展[J]. 食品与发酵科技, 2014, 50(4): 93-97.
Yao RL. Research progress of application of computer vision technology on food industry [J]. Food Ferment Technol, 2014, 50(4): 93-97.
- [25] 万梅芬, 曾景峰. 基于计算机视觉的茶叶筛选技术研究[J]. 福建茶叶, 2015, 37(6): 21-24.
Wan MF, Zeng JF. Research on tea screening technology based on computer vision [J]. Tea Fujian, 2015, 37(6): 21-24.
- [26] 李骁麒. 计算机视觉系统框架的新构思[J]. 科技视界, 2015, (15): 126-126.
Li XQ. New conception of computer vision system framework [J]. Sci Technol Vis, 2015, (15): 126-126.
- [27] 袁卫鹏, 施鹏飞, 周煦潼. 颜色空间变换在烟纸污点检测中的应用[J]. 微型电脑应用, 2001, 17(11): 41-42.
Yuan WP, Shi PF, Zhou XT. Color space transformation applied in cigarette paper blur detection [J]. Microcomput Appl, 2001, 17(11): 41-42.
- [28] Li Han, Wang Ku, Cao Qian, *et al.* Tomato targets extraction and matching based on computer vision [J]. Trans Chin Soc Agric Eng, 2012, 28(5): 168-172.
- [29] Brosnan T, Sun DW. Inspection and grading of agricultural and food products by computer vision systems—a review [J]. Comput Electron Agric, 2002, 36(2-3): 193-213.
- [30] 杨洋. 食品生产线生产能力仿真模型研究[D]. 成都: 四川大学, 2007.
Yang Y. The production-capacity simulation model study of the line of the food manufacture [D]. Chengdu: Sichuan University, 2007.
- [31] Bhadur R, Ebrary I. Production and operation management [Z].
- [32] 冯根尧. 基于 VRS 的"生产与运作管理"的实验教学研究[J]. 实验技术与管理, 2008, 25(12): 90-92.
Feng GY. The experiment teaching research on production and operation management based on virtual reality simulation [J]. Exp Technol Manag, 2008, 25(12): 90-92.
- [33] Chen H, Virk M S, Chen F. Phenolic acids inhibit the formation of advanced glycation end products in food simulation systems depending on their reducing powers and structures [J]. Int J Food Sci Nutr, 2016, 67(4): 400-411.
- [34] Pizzuti T, Mirabelli G. The global track&trace system for food: general framework and functioning principles [J]. J Food Eng, 2015, 159: 16-35.
- [35] Ross DJ, Forbes JB, Elmenhurst B, *et al.* Digital fingerprinting track & trace system [P]. EP28692412015.
- [36] Wu H, Zhang Y, Yuan Z, *et al.* A review of phosphorus management through the food system: identifying the roadmap to ecological agriculture [J]. J Cleaner Prod, 2015, 114: 45-54.
- [37] 潘良文, 杨捷琳, 李想, 等. 利用 EAN·UCC 编码和转基因标识对转基因产品进行溯源[J]. 粮食与油脂, 2012, (12): 31-34.
Pan LW, Yang JL, Li X, *et al.* Tracing of GMOs by EAN·UCC coding and labeling [J]. Cereals Oils, 2012, (12): 31-34.
- [38] Guo T, Yan Y, Wang L, *et al.* Use of the EAN.UCC System in Tracking and Tracing of Agricultural Logistics in Supply Chain [C]. ASCE, 2015: 1657-1662.
- [39] 朱世平, 董文华, 刘颖, 等. 射频识别在猪肉安全可追溯系统上的研究进展[J]. 中国畜牧兽医, 2014, 41(7): 202-207.
Zhu SP, Dong WH, Liu Y, *et al.* Research progress of RFID in the traceable system of pork safety [J]. China Anim Husb Vet Med, 2014, 41(7): 202-207.
- [40] 唐晓东. 无线射频技术在乳品安全可追溯系统中的应用[J]. 黑龙江农业科学, 2009, (4): 98-99.
Tang XD. Application of radio frequency identification technique in safety trace system of dairy product [J]. Heilongjiang Agric Sci, 2009, (4): 98-99.
- [41] Costa C, Antonucci F, Pallottino F, *et al.* A review on agri-food supply chain traceability by means of RFID technology [J]. Food Bioprocess Technol, 2013, 6(2): 353-366.
- [42] 任宇, 胡舟. 基于 RFID 的农产品冷链追溯系统研究[J]. 赤子: 上中旬, 2015, (10): 243.
Ren Y, Hu Z. Research on cold chain traceability system of agricultural products based on RFID [J]. Spirit Leaders, 2015, (10): 243.
- [43] Ku C H, Chang W. RFID system for monitoring food hygiene [P]. US 20060214788 A12006.
- [44] 王海翠, 秦廷辉, 张茂成, 等. 基于 UHF RFID 技术的肉牛识别与信息追溯系统研究[J]. 中国农机化学报, 2016, (5): 219-222.
Wang HC, Qin YH, Zhang MC, *et al.* Research on beef cattle identification and information tracing system based on UHF RFID technology [J]. J Chin Agric Mechaniz, 2016, (5): 219-222.

- [45] 陈洲, 王丽娟, 王秀山. 基于物联网的烟叶质量可追溯系统的设计与实现[J]. 现代农业科技, 2015, (9): 344-345.
Chen Z, Wang LJ, Wang XS. Design and realization of tobacco quality traceability system based on internet of things [J]. Mod Agric Sci Technol, 2015, (9): 344-345.
- [46] Geng S, Xu L, Beachy R. NewFood safety law of china and the special issue on food safety in China [J]. J Integr Agric, 2015, 14(11): 2136-2141.
- [47] 辜胜阻, 刘伟, 王建润. 新《食品安全法》与食品安全多元共治模式[J]. 江海学刊, 2015, (5): 82-87.
Gao SZ, Liu W, Wang JR. New "Food Safety Law" and the Multi Mode of Food Safety [J]. Jianghai Acad J, 2015, (5): 82-87.
- [48] 王崇民, 马熠睿. 聚焦新修《食品安全法》探讨食品监管新模式[J]. 食品安全导刊, 2015, (7): 18-22.
Wang CM, Ma YR. Focus on the new "food safety law" to explore new modes of food regulation [J]. China Food Saf Magaz, 2015, (7): 18-22.
- [49] 李文泉. 我国食品安全可追溯体系现状与对策研究[D]. 武汉: 华中师范大学, 2015.
Li WX. A study on the present situation and countermeasure of food safety traceability system in our country [D]. Wuhan: Central China Normal University, 2015.
- [50] 王迎辉, 王朝阳. 计算机技术在食品领域的应用[J]. 中外食品工业月刊, 2014, (12): 87-87.
Wang YH, Wang ZY. Application of computer technology in food field [J]. Sino-foreign Food Ind, 2014, (12): 87-87.
- [51] 潘磊庆, 屠康, 潘秀娟. 计算机技术在农产品采后产业链中的应用[J]. 粮油加工与食品机械, 2003, (10): 22-24.
Pan LQ, Tu K, Pan XJ. Application of computer technology in the industrial chain of agricultural products [J]. Mach Cereals Oil Food Process, 2003, (10): 22-24.
- [52] 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, (6): 30-33.
Liu PF, Zhang LT. Research on the informalization application system for china's food safety regulation [J]. China Manag Inf, 2014, (6): 30-33.
- [53] 陈淑贤. 广西:开展食品安全快检技术培训[J]. 中国食品药品监管, 2013, (2): 76-76.
Chen SX. Guangxi: Carrying out food safety inspection technical training [J]. China Food Drug Admin, 2013, (2): 76-76.
- [54] 徐婧婷, 王云华, 沈楠, 等. 我国中小型食品企业安全生产管理现状与对策[J]. 保鲜与加工, 2015, (2): 73-76.
Xu JT, Wang YH, Shen N, *et al.* The current situation and corresponding strategies of safety production management of small and medium-sized food enterprises in China [J]. Stor Process, 2015, (2): 73-76.

(责任编辑: 姚菲)

作者简介



高爱莲, 硕士, 助教, 主要研究方向为计算机应用, 数字化校园建设。
E-mail: gal@mail.nyist.edu.cn