

白红武,孙传恒,丁维荣,等.农产品溯源系统研究进展[J].江苏农业科学,2013,41(4):1-4.

# 农产品溯源系统研究进展

白红武<sup>1</sup>,孙传恒<sup>2</sup>,丁维荣<sup>3</sup>,孙爱东<sup>1</sup>,王冬兰<sup>1</sup>,孙立荣<sup>1</sup>,杨信庭<sup>2</sup>,刘贤金<sup>1</sup>

(1. 江苏省农业科学院食品安全与检测研究所/江苏省食品质量安全重点实验室/农业部食品质量安全监控重点开放实验室,江苏南京 210014;

2. 国家农业信息化工程技术研究中心,北京 100097; 3. 江苏省农业科学院六合基地,江苏南京 210014)

**摘要:**溯源系统是保障食品质量安全的一种有效手段。从农产品的生产过程和消费者的需求角度,本文综述了近年来溯源技术在农产品(蔬果产品、畜产品、禽产品和鱼产品)中的应用研究进展,分析了农产品的个体标志、溯源标志和溯源方法,探讨了溯源粒度,提出了以企业为追溯单元的大粒度溯源系统更加可行。

**关键词:**食品安全;溯源系统;粒度;研究进展

**中图分类号:** TS201.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)04-0001-04

溯源系统最早应用于汽车、飞机等工业产品的召回制度中。自 20 世纪 70 年代以来,食品安全问题日益突出,国际上,疯牛病、禽流感等相继爆发跨国传播;在国内,发生了苏丹红、毒奶粉、瘦肉精等食品安全事件,食品溯源系统才逐渐被人们认识和接受。作为食品质量安全管理的一种有效手段,农产品溯源和召回制度受到政府重视,国家正通过立法和行政手段,鼓励企业或有关政府部门尽快建立食品溯源系统。日前发布的《国务院关于加强食品安全工作的决定》更是明确要求,推动食品安全全程追溯,规范食品安全信息报告和信息公布程序<sup>[1]</sup>。目前,影响农产品安全的主要问题就是缺少产品标志,消费者无法辨别所购买产品的安全信息;受中国国情影响,小生产经营者占多数,质检监督部门也未能无缝监管;出了问题,相互推责,难以追究。因此,为了确保农产品安全,必须加强源头监管,明确责任主体,推行农产品质量安全溯源制度。国内对农产品溯源的研究虽起步较晚,但发展很快,以农产品溯源为关键词的文献已经超过百篇。陆昌华等<sup>[2]</sup>、熊本海等<sup>[3]</sup>分别开展了生猪和肉牛的个体标志与溯源研究;孙传恒等<sup>[4]</sup>设计并实现了基于嵌入式技术的农产品流通追溯设备;杨信庭等<sup>[5]</sup>研究了基于 UCC/EAN-128 的蔬菜安全生产管理规范;张小波等<sup>[6]</sup>研究了猪肉 DNA 分子标记的溯源技术;郭波莉等<sup>[7]</sup>研究了同位素指纹分析技术在食品产地溯源中的引用。本文综述了近年来溯源技术在农产品(蔬果产品、畜产品、禽产品和鱼产品)中的应用研究进展,分析了农产品的个体标志、溯源标志和溯源方法,讨论了溯源粒度,提出了以企业为追溯单元的大粒度溯源系统。

## 1 追溯系统的组成

一般而言,从农场到餐桌的食品需要经过种植(养殖)、

加工、储运和销售过程。常见的农产品溯源系统主要包括植物溯源系统<sup>[8]</sup>(蔬菜、瓜果、粮油等)、畜禽溯源系统<sup>[9]</sup>(猪、牛、羊、鸡、鸭、鹅等)、水产品溯源系统<sup>[10]</sup>(捕捞鱼、养殖鱼、海鲜产品等)。笔者根据多年的溯源推广经验,从农产品流通的角度,把这三类溯源系统合并成农产品溯源系统(图 1)。通过 XML 数据管理各个子溯源系统的信息,形成供用户查看的自扩展溯源平台。即其中某个产品溯源信息较少时,显示单个页面;某个产品溯源信息多时,自动增加多个界面;溯源产品之间允许多级调用,溯源信息伴随货物流通,自动提交到食品加工企业、餐饮和超市;溯源过程的信息(图片、视频和文字),允许跨平台调用。在农产品溯源系统中,消费者只需通过一个查询页面,就可检索到该食品的安全信息(新鲜度、加工点、责任人等)。从图 1 可看出,种养殖基地、加工厂、配送站、超市等地的溯源信息独立传输给 Web 服务器,消费者通过手机扫描二维码可获取农产品的安全信息。溯源过程不强调详尽的过程信息,反而重视各个阶段的责任人和处理时间,以保证食品的新鲜度。

## 2 溯源个体标志

### 2.1 大畜体标志

大畜体常用的标志方法有耳缺、颜色标记、刺青、牲畜耳标、电子耳标、电子胶囊、瘤胃球等<sup>[11]</sup>,还有一些高端标记方法如 DNA 分子标记、鼻纹识别、视网膜识别、虹膜识别也在肉牛等领域进行探索性研究<sup>[12]</sup>。目前,塑料牲畜耳标仍是使用最广泛的畜体标志。加拿大肉牛从 2001 年起使用一维条形码耳标,从 2005 年起逐步过渡到使用电子耳标<sup>[13]</sup>。美国 AVIDID Systems 以及 EZID 公司正在共同开发一种集成电路瘤胃球,其优点是可提供一种安全、防篡改(除非动手手术取出)的电子标志方法,每年保留率达 99% 以上<sup>[14]</sup>。欧盟主要国家,如法国、德国、意大利、葡萄牙和西班牙联合实施了家畜电子标志(IDEA)项目<sup>[14]</sup>。中国从 2006 年起,在全国范围内推广牲畜二维码溯源耳标,对动物的产地标志起到了一定的作用<sup>[15-16]</sup>。一些地方,如四川省邛崃市在生猪可追溯系统中,使用了 RFID 耳标,为 1 万头生猪安装动物电子标签,称为“金卡猪”<sup>[17]</sup>,由于 RFID 耳标价格较高,在高价值的动物中应用更为广泛,如肉牛、宠物、信鸽等<sup>[18]</sup>。

收稿日期:2012-10-21

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(10)237];国家“863”计划(编号:2011AA100706)。

作者简介:白红武(1982—),男,博士研究生,助理研究员,研究方向为农产品溯源与食品风险评估。E-mail: jeckwhite@163.com。

通信作者:刘贤金,博士,研究员,研究方向为食品安全。E-mail: Jaasliu@163.com。

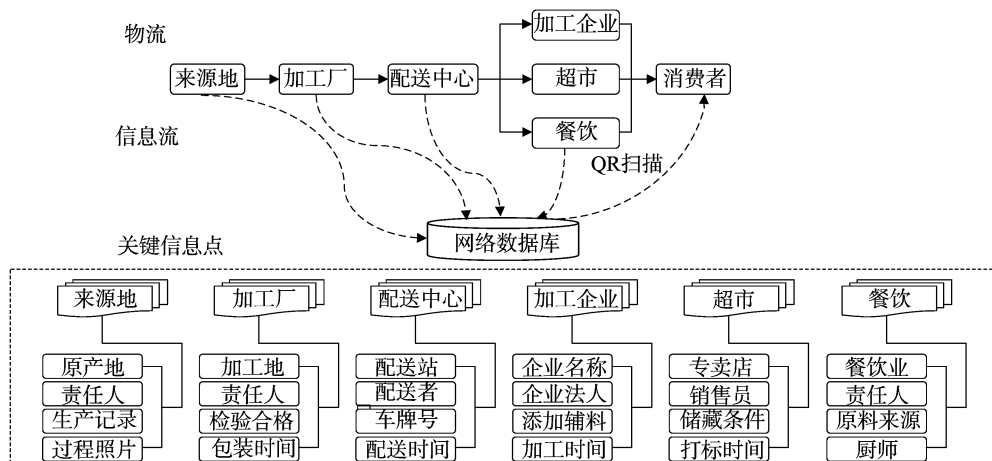


图1 农产品溯源系统流程

## 2.2 禽类个体标志

对于肉鸡的个体标志,主要有翅号和脚环。肉鸡对脚环常有啄食现象,且随着肉鸡的长大,也有卡腿现象出现,丢失也较严重。翅号一般在肉鸡育肥时佩戴,内嵌在翅膀上并藏于羽毛之下,等长大屠宰时,可完整显现个体信息。为了屠宰快速识读,在翅号上面印刷一维条形码。翅号的编码规则是:第1位为4,家禽标志;第2位到第7位,养殖场所在地的行政代码;第8位到第15位,家禽个体序号。由于某一批次的肉鸡大多在同一鸡舍饲养,所使用的饲料基本一致,通过数据库技术把肉鸡翅号和批次号建立多对一的关系,只需登记批次号,就可批量录入养殖场信息<sup>[19]</sup>。

## 2.3 鱼类个体标志

鱼的个体标志有可植入式玻璃管 RFID 标签、激光标记等。中国台北应用 RFID 技术,实现对健康的活鱼从养殖场到经销商“续养”过程的产销履历管理。“续养”过程的养殖情况将直接影响水产品质量<sup>[20]</sup>。马莉等<sup>[21]</sup>针对我国水产品行业存在的质量安全问题,以水产品为研究对象,建立了基于 Web 服务的数据传递技术的多层可追溯水产养殖管理系统,采用射频标签技术保证在整个流通过程中对水产品身份的唯一标志。

## 3 溯源标志技术

### 3.1 条形码管理

**3.1.1 一维条码** 欧盟在牛肉溯源领域,利用 EAN·UCC 国际统一标志系统,标志产自不同国家、不同饲养厂、不同分割厂和不同销售地的肉牛及其产品,实现了可溯源<sup>[22]</sup>。尽管最终的标签很大,条形码较多,但系统逻辑清晰,每经过一个地方,加印一个条形码,便于操作,真实有效。另外,欧盟通过法规(EC)NO1830/2003 建立了转基因食品可追溯性管理框架,并通过法规(EC)1829/2003 来规范转基因食品的授权和投放市场后的监督以及转基因食品的标签管理;通过唯一标志系统法规(EC)65/2004 实现转基因食品的溯源管理。杨信廷等<sup>[23]</sup>实现了基于 UCC/EAN-128 条码的农产品质量追溯系统,在对 EAN·UCC 全球统一标志体系研究的基础上,制定了农产品编码标准,同时结合农产品供应链的实际情况,设计了农产品追溯条码,通过 .Net 平台实现了农产品追溯标签的自动生成。

**3.1.2 二维条码** 二维条码,和一维条码相比,其信息容量大,

编码能力强,可对文字、声音、签名等信息进行编码,纠错能力强,译码可靠性高,具有极强的防伪能力。目前,采用不同的编码规则,使用率较好的编码方式有 QR 码(Quick Response)、DM 码(Data Matrix)、汉信码、PDF417 等。QR 码是由日本 Denso 公司于 1994 年 9 月研制的一种矩阵二维码符号。QR 二维码在水平和垂直方向上携带信息,它能包含包括数字的、字母的、和中文汉字的信息。QR 码的纠错有 L、M、Q、H 4 个等级,在许多场合下仍能够读取有损伤的编码<sup>[24]</sup>。手持解码器或者移动手机可用来读取编码。对消费者来说,通过二维码中包含的信息,可查询食品安全信息,获得食品安全最新资讯,同时,还可与企业对食品安全问题进行互动,如发现食品有质量问题,能便捷地进行举报。通过二维码食品溯源,可发布企业信息,产品信息,接收消费者留言,强化产品生产销售管理力度;对工商管理来说,食品溯源深入食物生产销售的各个环节,相关信息能够被追踪和回溯,可对食品的整个生产经营活动进行有效监控。

**3.1.3 彩码** 相比传统的二维码,彩码是在原来平面矩形二维码的基础上,加上 R、G、B、K 4 色矩阵而构成的彩色三维矩阵<sup>[25]</sup>。彩码自身并不带有任何的具体内容,含有类似“指针”的信息,其对应的信息均在后台的服务器上存放,并和彩码“指针”逐一对应。为了确保彩码的可设计化的个性,彩码以降低信息的携带量为前提,确保在有限的图形空间,能够为图形化设计创造更大的便利。一般有 2 种解码方式,一是手机拍照后,把照片上传到服务器,服务器主动解码,同时返回解码后对应的 URL 地址;二是手机拍照后,直接解码形成 ID 号,发送 ID 到服务器,从服务器查找 ID 对应的 URL 地址。

### 3.2 电子标签追溯技术

RFID(Radio Frequency Identification)是一种非接触式的识别技术,它通过射频信号识别目标对象并获取相关数据<sup>[26]</sup>。实际应用的 RFID 电子标签,它附着在待识别物体的表面,保存有约定格式的电子数据。而阅读器可无接触地读取,并识别电子标签中所保存的电子数据,从而达到自动识别的目的。阅读器通过天线发送出一定频率的射频信号,当标签进入磁场时产生感应电流从而获得能量,发送出自身编码等信息<sup>[27]</sup>。通过采用 RFID 电子标签,沃尔玛超市每年可节省 83.5 亿美元的管理资金<sup>[28]</sup>。一些发达国家在种畜上实行的电子耳标 RFID,掉标率各不相同。欧盟在实施 IDEA 项目

期间(1998—2001),在4种动物(肉牛,绵羊,山羊,水牛)身上的电子耳标的平均回收率为82.1%<sup>[29]</sup>。

### 3.3 DNA 标志技术

DNA 标志是动物天生固有的条形码,利用它能够实现对餐桌肉品到饲养场种畜的追溯,肉品可以是新鲜的、加工的甚至是烹调过的。Jeffreys(1985)等发现当利用特定的酶消化DNA时,凝胶电泳分解的结果DNA片段模式,对于每个个体均是特定的。Mullis(1986)等发展了新的处理方法,即聚合物链反应(PCR),微卫星方法和单核苷酸多态性(SNP)标志方法获得应用,在基于DNA的可追溯系统中将更多地采用SNP分析方法<sup>[30]</sup>。西班牙Oviedo大学利用DNA指纹进行肉牛追踪研究,建议采用3个多态微卫星标志来进行日常检测<sup>[31]</sup>。基于DNA的追溯系统优点是它有非常高的准确率,对疾病控制有重要意义。缺点是成本较高,需要建立大量的活体DNA数据库。

### 3.4 虹膜识别

早在1987年,两名眼科专家Leonard和Aransafir提出虹膜特征可用于个人身份鉴别。1993年英国的John Daugman博士提出了虹膜识别算法<sup>[32]</sup>。与其他生物识别技术相比,虹膜认证的错误接受率和错误拒绝率很低。近年来,虹膜识别技术取得了较大的进展。具有虹膜识别功能的自动取款机在美国开发并应用。眼膜图像是眼底视网膜血管模式图像,眼膜图像消除了其他动物标志系统中的欺骗以及设备功能异常现象。耳标可能会损坏或丢失,植入性标志还可能被纤维性结缔组织覆盖不能识别,血样DNA测试也可能丢失或调换,而虹膜丢失的概率很小且难以造假。

### 3.5 超微分析

**3.5.1 同位素指纹分析** 生物体内的同位素组成受气候环境的影响,从而使不同种类及不同地域来源的食品原料中同位素自然丰度存在差异,以此区分不同种类的产品及其可能来源地<sup>[33]</sup>。同位素的自然分馏效应是稳定性同位素溯源技术的基本原理和依据。该技术在葡萄酒、蜂蜜、果汁等植源性食品的产地来源中应用较多<sup>[34]</sup>,动物源性食品产地溯源研究主要集中在乳制品、牛肉和羊肉上。常用的同位素指标包括: $\delta^2\text{H}$ 、 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 、 $\delta^{18}\text{O}$ 、 $\delta^{34}\text{S}$ 和 $\delta^{87}\text{Sr}$ 。动物组织中的 $\delta^2\text{H}$ 和 $\delta^{18}\text{O}$ 主要受饮用水的影响,与地理纬度、海拔高度等相关,是反映地理环境的指标<sup>[35]</sup>。C同位素组成与动物饲料种类密切相关,可表征饲料中C<sub>4</sub>植物所占的比例。N同位素组成受饲料种类、土壤状况、气候等多种因素的影响<sup>[36]</sup>。

**3.5.2 矿物元素指纹分析** 受地质环境和人为因素的影响,不同生长环境和来源的物质中矿物元素组成和含量图谱有其各自的特征。通过分析不同来源生物体中矿物元素的组成和含量,利用方差分析、聚类分析和判别分析等数理统计方法筛选出有效指标,进而建立判别模型和数据库,实现食品溯源和确证。土壤、水、饲料、废弃物以及空气中的痕量元素组成和含量图谱都有其各自的特征。通过水、饮食、空气等介质,环境中的痕量元素在动物体中不断累积,造成不同地域来源的动物体内矿物元素含量有较大差异<sup>[37]</sup>。

**3.5.3 近红外光谱分析** 近红外光谱(near infrared spectroscopy, NIRS)技术因其快速、无污染、操作简单等优点受到人们的青睐。对物质自发发射或受激发射的红外射线进行分

光,可得到红外发射光谱;对被物质所吸收的红外射线进行分光,可得到红外吸收光谱。不同来源和不同种类的生物体中化学组成存在很大差异,其红外光谱具有各自的特征。Cozzolino等<sup>[38]</sup>发现利用近红外光谱能够成功区分牧草饲料和玉米饲料的牛肉产品;利用可见和近红外光谱法对猪、鸡、牛、羊等不同品种的肉品进行判别分析,85%以上的样品可被正确归类。Renou等<sup>[39]</sup>利用NMR分析了来自高山和平原的牛乳脂肪中多不饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸和饱和脂肪酸的化学特性,发现高山地区的牛乳脂肪中多不饱和脂肪酸含量显著高于平原地区。张宁等<sup>[40]</sup>采用近红外光谱结合簇类独立软模式法(SIMCA)建立了羊肉产地溯源模型。

## 4 溯源传递方法

### 4.1 纸质档案管理

目前大多数种植户或小型企业,多以纸质档案保持农产品的种植记录和销售过程,包括生产日记,这是农产品溯源的基础信息。因其操作方便,投资较少,是田间工作者常用的溯源手段。一旦出现问题,也可通过用药记录或购买记录,查询到相关的企业和责任人。为了适应信息时代,可通过电子化拍照和自动识别的手段,初步记录农产品批次的溯源信息。

### 4.2 数据库管理

现在的溯源系统,大多建立以数据库为中心的溯源模式。依靠网络,将分散的个体连在一起,应用3G技术,甚至在田间地头也可实现数据的录入和管理。结合GPS定位技术,可自动记录地理信息到数据库中<sup>[41]</sup>;利用Web摄像头技术,可实现添加操作的视频信息自动录入;利用XML技术,可实现多个企业或地方的溯源信息的共享。不可否认,没有高度发达的信息技术,就不会有便捷的溯源服务。

## 5 溯源粒度

溯源粒度,是进行食品追溯的最小个体,例如单个产品、批次或企业。追溯粒度越小,追溯信息则越详细,同时追溯成本也成指数增长。我国的农产品溯源系统多是单个企业内部的溯源系统,或者是某个区域、某个类别农产品的溯源系统。这样的溯源系统难以对农产品的整个产业链进行溯源,在局部地区可行,但在全国或全球的范围仍显得过于繁琐。需要针对农产品流通过程中的不确定性,从更高层次抽象、概括农产品溯源单元流动过程,还原产品流通环节。从实际推广的经验来看,以企业作为溯源粒度,更加具有可操作性。消费者对于所购买的不合格产品,只想追溯到涉事企业,进行责任追究;至于产品原料,那是企业内部溯源的问题。以企业为最小责任主体的溯源系统,可关联工商系统的企业数据库,要求企业对产品进行标志,对于失信企业进行黑名单公布,允许消费者对企业产品进行评价。这样,在引入社会监督的情况下,以最小的成本实现最大化的溯源。

## 6 结语

在我国农产品可追溯系统建立初期,政府的作用不可替代。政府鼓励各地的科研单位和高校等部门积极推出某个地方或某个种类产品的溯源系统,对当地的部分农产品进行一定的溯源服务。在相关溯源标准不够完善的情况下,允许各

地按照实际需求,结合企业的要求,开发相关的溯源系统。但从全国或全球的角度来看,各地溯源系统的数据关联是亟待解决的重要问题之一。从消费者的角度,他们最希望通过一个搜索界面,在需要时,查询到所购买的产品的安全信息。因此,在企业实施可追溯系统的基础上,等市场条件逐渐成熟,可逐渐过渡为市场化运作,适时建立一个受社会监督的第三方溯源管理和认证机构,统一标准,提高效率,加大推广力度。

#### 参考文献:

- [1] 国务院关于加强食品安全工作的决定[EB/OL]. [2012-07-10]. [http://www.gov.cn/zw/gk/2012-07/03/content\\_2175891.htm](http://www.gov.cn/zw/gk/2012-07/03/content_2175891.htm).
- [2] 陆昌华,王立方,谢菊芳,等. 工厂化猪肉安全生产溯源数字系统的设计[J]. 江苏农业学报,2004,20(4):259-263.
- [3] 熊本海,傅润亭,林兆辉,等. 散养模式下猪只个体标识及溯源体系的建立[J]. 农业工程学报,2009,25(3):98-102.
- [4] 孙传恒,刘学馨,丁永军,等. 基于嵌入式 Linux 技术的农产品流通追溯系统设计与实现[J]. 农业工程学报,2010,26(4):208-214.
- [5] 杨信廷,孙传恒,钱建平,等. 食品安全控制中条码质量追溯标签的设计与应用[J]. 中国农学通报,2006,22(5):98-101.
- [6] 张小波,吴潇,何慧,等. 基于 SNPs 标记的猪肉 DNA 溯源技术的研究[J]. 中国农业科技导报,2011,13(3):85-91.
- [7] 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.
- [8] 杨信廷,钱建平,孙传恒,等. 蔬菜安全生产管理及质量追溯系统设计与实现[J]. 农业工程学报,2008,24(3):162-166.
- [9] 孙淑敏,郭波莉,魏益民,等. 动物源性食品产地溯源技术研究进展[J]. 食品科学,2010,31(3):288-292.
- [10] 刘学馨,杨信廷,宋恽,等. 基于养殖流程的水产品质量追溯系统编码体系的构建[J]. 农业网络信息,2008(1):18-21.
- [11] 陆昌华,王长江,胡肄农,等. 动物及动物产品标识技术与可追溯管理[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2007:197-201.
- [12] 钱建平,杨信廷,吉增涛,等. 生物特征识别及其在大型家畜个体识别中的应用研究进展[J]. 计算机应用研究,2010(4):1212-1216.
- [13] Fallon R J. The development and use of electronic ruminal boluses as a vehicle for bovine identification[J]. Scientific and Technical Review,2001,20(2):480-490.
- [14] Ribó O, Korn C, Meloni U, et al. IDEA: a large-scale project on electronic identification of livestock[J]. Rev Sci Tech, 2001, 20(2):426-436.
- [15] 马国俊. 物联网核心技术及其在农业领域的应用[J]. 江苏农业科学,2012,40(11):390-392.
- [16] 黄伟忠,汪明,郑增忍,等. 建立现代动物及动物产品标识与可追溯体系[J]. 中国动物检疫,2006(11):1-4.
- [17] RFID 射频快报. 四川邛崃用 RFID 为港澳提供放心生猪肉[EB/OL]. (2008-02-02)[2012-05-06]. [http://www.rfidinfo.com.cn/Info/n7995\\_1.html](http://www.rfidinfo.com.cn/Info/n7995_1.html).
- [18] 程雪,周修理,李艳军. 射频识别(RFID)技术在动物食品溯源中的应用[J]. 东北农业大学学报,2008,39(10):140-144.
- [19] 白云峰,白红武,王克华. 基于翅号的肉鸡质量安全追溯系统[J]. 中国家禽,2009,31(11):59-61.
- [20] RFID 射频快报. 水产品 RFID 应用让消费者吃的更放心[EB/OL]. (2007-12-06)[2012-07-10]. [http://www.rfidinfo.com.cn/Info/n7405\\_1.html](http://www.rfidinfo.com.cn/Info/n7405_1.html).
- [21] 马莉,孙传恒,屈利华,等. 可追溯水产养殖质量安全管理系统设计[J]. 农业网络信息,2011(11):49-51.
- [22] 孔洪亮,李建辉. 全球统一标识系统在食品安全跟踪与追溯体系中的应用[J]. 食品科学,2004,25(6):188-194.
- [23] 杨信廷,孙传恒,钱建平,等. 基于 UCC/EAN-128 条码的农产品质量追溯标签的设计与实现[J]. 包装工程,2006(3):113-114.
- [24] 二维码[EB/OL]. [2012-07-10]. <http://baike.baidu.com/view/132241.htm>.
- [25] 彩码[EB/OL]. [2012-07-10]. <http://baike.baidu.com/view/3381414.htm>.
- [26] 白红武,白云峰,胡肄农,等. RFID 电子射频耳标在种猪场的对比试验[J]. 江苏农业学报,2010,26(2):446-448.
- [27] 百度空间. 关于 RFID 识别技术[EB/OL]. (2007-09-05)[2012-07-10]. [http://hi.baidu.com/zh\\_llw/blog/item/5e4fb4887c0a8497a4c27227.html](http://hi.baidu.com/zh_llw/blog/item/5e4fb4887c0a8497a4c27227.html).
- [28] 樊宏. 沃尔玛的 RFID 时代[J]. 中国物流与采购,2006,13(17):50-51.
- [29] Wang L F, Lu C H, Xie J F, et al. Review of traceability system for farm animals and their products[C]. The Proceedings of the China Association for Science and Technology, 2007:944-954.
- [30] Cunningham E P, Meghen C M. Biological identification systems: genetic markers[J]. Scientific and Technical Review, 2001, 20(2):491-499.
- [31] Christine P, Dorothee D, Elodie H, et al. Evaluation of a panel of SNP markers for the traceability of cattle[EB/OL]. [2012-07-10]. <http://www.identigen.com/downloads/SNP-Panel.pdf>.
- [32] McMahon K. Animal "eye" identification[J]. Farm Industry News, 2000,33(6):26-27.
- [33] 郭波莉,魏益民,潘家荣. 同位素溯源技术在食品安全中的应用[J]. 核农学报,2006,20(2):148-153.
- [34] Kelly S, Heaton K, Hoogewerff J. Tracing the geographical origin of food: The application of multi-element multi-isotope analysis[J]. Trends in Food Science & Technology, 2005, 16(12):555-567.
- [35] Bowen G J, Wassenaar L I, Hobson K A. Global application of stable hydrogen and oxygen isotopes to wildlife forensics[J]. Oecologia, 2005, 143:337-348.
- [36] Amundson R, Austin A T, Schuur E A G, et al. Global patterns of the isotopic composition of soil and plant nitrogen[J]. Global Biogeochemical Cycles, 2003, 17(1):311-319.
- [37] 魏益民,郭波莉,魏帅. 食品溯源及确证技术[C]//北京食品学会. 2010 年第三届国际食品安全高峰论坛论文集. 北京, 2010:10-12.
- [38] Cozzolino D, Murray I. Identification of animal meat muscles by visible and near infrared reflectance spectroscopy[J]. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie, 2004, 37:447-452.
- [39] Renou J P, Deponge C, Gachon P, et al. Characterization of animal products according to geographic origin and feeding diet using nuclear magnetic resonance and isotope ratio mass spectrometry: cow milk[J]. Food Chem, 2004, 85:63-66.
- [40] 张宁,张德全,李淑荣,等. 近红外光谱结合 SIMCA 法溯源羊肉产地的初步研究[J]. 农业工程学报,2008(12):309-312.
- [41] 白红武,胡肄农,王立方,等. 基于 GIS 的生猪及产品物流与追溯平台构件化设计[J]. 江苏农业学报,2008,24(5):711-715.