

畜禽及产品可追溯技术研究进展及应用

王虎虎, 徐幸莲

(南京农业大学国家肉品质量安全控制工程技术研究中心,
教育部肉品加工与质量控制重点实验室, 江苏南京 210095)

摘要:为了确保畜禽动物健康及其产品的质量安全,可追溯体系已被众多国家和企业应用到了畜禽动物及产品的全程供应链当中,而实现高效、精确地追溯需要不同技术的联合运用。本文在阐述可追溯基本信息的同时,重点介绍了畜禽追溯中所用的标识技术、编码技术、大型动物个体鉴别技术和产地溯源技术的原理和应用,最后对畜禽追溯技术的发展前景进行了展望。

关键词: 畜禽,可追溯,技术,应用

Research progress of traceability technology of livestock and poultry and its applications

WANG Hu-hu, XU Xing-lian

(National Center of Meat Quality and Safety Control, Key Laboratory of Meat Processing and Quality Control,
Ministry of Education, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: In order to ensure the health of animals and safety of their products, the tracing system had been implemented in animal food supply-chain by many countries and enterprises, and an effective and precise tracing system needed many different technologies. With description of essential information of traceability, this paper focused on introducing the principle and implementation of the technologies of animal identification, technologies of coding, technologies of individual animal diagnosis, as well as the technologies of animal geographical origin traceability. At last, the development future trend of technologies in the tracing system was viewed.

Key words: livestock and poultry; traceability; technology; application

中图分类号: TS251.7

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2010)07-0413-04

可追溯的概念并不是一个新的术语,它最早应用于汽车等一些工业品的产品召回制度中。近十年来,疯牛病、禽流感、“瘦肉精”等畜禽产品质量安全问题的连续爆发,严重威胁了人们的身体健康和生命安全,引起了全世界的广泛关注,同时随着ISO9000、HACCP等质量控制体系不能全供应链监管缺点的暴露,可追溯体系逐渐被重视并引用到畜禽产品的生产、加工和销售的全程供应当中。可追溯体系现已被认为是提供食品来源和生产相关信息的主要途径,目前,全世界已有78%的国家制定了畜禽标识相关法规,69%的国家制定了可追溯管理的法律规定^[1],可追溯已被消费者用于保护自己的消费安全,调查显示可追溯制度已成为提高消费信心的重要措施^[2],高收入消费者愿意为具备可追溯性的食品支付更高的价格^[3]。可追溯的实施离不开相关技术

的强力支撑,相关技术的进步是可追溯发展的基础。

1 可追溯的定义

关于食品可追溯性的定义到目前为止,不同的组织、机构和学者从不同的角度给出了不同的定义,不同的说法已超过30种。现在应用比较普遍的是欧盟委员会和美国食品药品监督管理局(FDA)给出的定义。欧盟的定义为^[4]:在生产、加工及销售的各个环节中,对食品、饲料、食用性动物及有可能成为食品或饲料组成成分的所有物质有追溯或追踪的能力。FDA的定义为^[4]:通过纸或电子方式记录产品和生产者何时从何处来,以及何时将产品运往何地的能力。从定义中可以看出不同机构对追溯定义的重点不同,欧盟主张使用追溯能力,美国主张使用产品追溯。虽然不同机构对可追溯性的定义表述有所不同,但应用到畜禽追溯中均包含三个要点:a.动物及产品的标识;b.筛选并记录主要信息;c.通过信息记录跟踪了解动物及产品的活动轨迹。

2 可追溯体系的框架和内容

一个完整的可追溯体系框架主要包括四大方面:动物及产品的标识、追溯指标的筛选、信息传递

收稿日期:2009-08-11

作者简介:王虎虎(1986-),男,硕士研究生,研究方向:肉品加工与质量控制。

基金项目:国家肉鸡产业技术体系(nycytx-42-G5-02)。

系统、网络操作平台系统。在这些系统中以追溯指标信息为基础,以动物标识和传递方式为载体,在网络平台中实现追溯查询是最终目标。

在可追溯框架下,追溯的内容主要有以下两方面:a.跟踪和回溯。可追溯包括跟踪和回溯两层意思。跟踪是从上游向下游流动,实现从原材料(动物)到消费者的全程控制,以监控产品的品质和安全。回溯是沿着生产链从下游向上游流动,实现从消费者到原料的全程查询,目的是发现导致产品质量安全问题的根源。b.内部追溯和外部追溯。内部追溯是指从原料进入企业加工到成品出厂,在企业内部对原料信息、加工信息等都要记录并确定追溯项,它是食品链溯源的基础和关键。企业内部溯源必须做到“一步向前,一步向后”,既向上追溯到原料供应商,向下追溯到产品客户^[5]。外部追溯是指溯源项已经确定,是在整个生产链不同环节企业之间进行原料或产品交接时候产生的溯源。如养殖企业和加工企业、加工企业与销售企业之间的对接,需要追溯的信息主体是以产品(或原料)为基础的交易企业双方。

3 畜禽可追溯的技术及应用

畜禽动物及产品的可追溯体系是一项系统工程,它是集标识技术、个体鉴别技术、自动识别技术、编码技术、数据采集、网络通讯和计算机技术等为一体的综合系统。要实现从养殖场到消费者的全程控制,就要从动物标识开始,把编码体系中承载的信息传递到消费终端,必要时,还要对畜禽的产地来源进行鉴定确认。畜禽及产品追溯中涉及到的主要技术有以下几种。

3.1 畜禽及产品标识技术

标识是畜禽及产品可追溯的关键和基础,高效、准确的标识方法对追溯起着至关重要的作用。

3.1.1 传统机械标识方法 传统的标识方法是采用机械方式在动物体上进行烙铁、纹身、刺墨法、烙角,但随着动物福利的发展,以及这些方法自身的缺陷,使它的应用受到了极大的限制,现在这些标记方法已逐渐被淘汰。

3.1.2 数字码标识技术 数字码标识是由一系列的数字和字母组成,粘贴在动物耳标或产品包装上,这种方式在追溯的最初阶段起了很大的作用,这种设计简单、廉价,畜禽追溯最早的数字耳标就是基于此设计的,它的不足之处在于,需要很多人力来管理和操作编码的实施,编码的读写需要人工操作,没有自动化,且编码没有统一标准,追溯范围有限,这种方式很容易造成信息的混乱、误配和不实信息的传递^[6]。

3.1.3 条形码标识技术 条形码技术指由一组规则排列的条、空及其对应字符组成的标识,是很常用的标识方法,条形码可分为一维条形码[只是在一个方向(一般是水平方向)表达信息,在垂直方向则不表达任何信息]和二维条形码(某种特定的几何图形按一定规律在二维方向上分布的黑白相间的图形来记录相关信息),现在一维条形码耳标应用于牛的标

识,二维条形码耳标应用于猪的标识,均取得较好效果^[7]。2002年加拿大强制性的牛标识制度中就要求采用29种经过认证的条形码、塑料悬挂耳标来标识初始牛群。Frochle等^[8]运用二维条形码对禽类动物进行了标识研究,结果表明二维条形码印在嘴部条码读取效果最好。采用条形码标识是现阶段畜禽及产品标识的主要手段之一。

3.1.4 RFID标识技术 无线射频识别(Radio Frequency Identification,缩写RFID)俗称电子标签,它是一种非接触式的自动识别技术,具有信息读取方便、读取距离远、防水、防磁、防高温等优点,是畜禽标识的理想选择。RFID主要有四种应用形式:项圈电子标签、钮扣式电子耳标、耳部注射式电子标签以及通过食道放置的瘤胃(网胃)电子标签^[7],采用RFID技术标识将是未来标识方式的潮流,应用RFID技术不仅可以对畜禽个体进行识别,而且可以对供应链全过程的每一个节点进行有效的标识,从而对供应链中的动物原料、加工、包装、贮藏、运输、销售等环节进行跟踪与追溯,及时发现存在的问题,并进行妥善处理^[9]。目前很多国家和企业都在应用,在国外,澳大利亚建立的国家牲畜标识计划要求加入该系统的牛必须使用统一的RFID电子耳标,2003年韩国政府颁布的农畜产品追溯制度强制要求安装RFID自动追溯系统,各企业已基本于2004年底前完成了设施配套安装^[10]。在国内,2005年上海五丰上食有限公司投入运行了RFID屠宰实时生产监控管理系统,完全采用可读写RFID电子标签技术,实现从活体动物入厂到屠宰交易的全程实时生产管理。《2008年北京奥运食品安全行动纲要》中也明确要求对奥运食品全部加贴电子标签,电子标签采用RFID技术,北京千喜鹤公司从猪源基地的标识、加工过程的标识和销售终端的标识等主要环节形成了追溯链接,建立和实施了较为完整的可追溯体系^[11]。

3.2 畜禽追溯编码技术

在ENA条形码、二五条形码、库德巴条形码、三九条形码、128条形码等众多的编码技术中,在畜禽标识中应用最为广泛的是EAN-UCC编码体系,EPC(Electronic Product Code)有可能成为编码技术发展的趋势。

3.2.1 EAN·UCC编码技术 EAN·UCC编码技术现又称为GS1(Global Standard)系统,是国际物品编码协会(EAN International)和美国统一代码委员会(UCC)共同开发、管理和维护的全球统一商业语言,为贸易提供全球唯一的标识,形成事实上的“国际标准”。现在的追溯条形码耳标基本上都是以EAN·UCC编码为基础的,很多国家制定的追溯标准或指南中都是基于EAN-UCC进行编码的。2003年日本制定了基于EAN·UCC编码技术的《食品追溯手册》并于2006年进行了修订。2004年中国也基于EAN·UCC编码技术制定了牛肉产品跟踪与追溯指南。EAN·UCC编码技术在国内的应用已经有了一定的规模,利用EAN-UCC编码技术北京建立了“牛肉产品追溯应用试点”,陕西建立了“牛肉质量与

跟踪系统”,福建建立了“远山河田鸡供应链跟踪与追溯体系”^[12]。

3.2.2 EPC 编码技术 产品电子代码(EPC)是新一代与 EAN·UCC 系统的编码体系兼容的编码标准,它可以实现对所有实体对象进行唯一的有效标识,是对条码技术的扩展和延续。目前就 EPC 在畜禽及产品中的应用还处于摸索阶段,只有部分学者进行了研究,还没有在企业中大量使用。2008 年曾经^[13]通过对 EPC 编码技术和 RFID 技术的研究,提出了基于 EPC 编码的猪肉溯源编码方案,并以电子耳标、电子标签和条码为载体建立了饲养和屠宰过程的信息自动采集、分割肉用一维条码标识的全程溯源体系。

3.3 大型动物鉴别溯源技术

追溯中常常根据不同畜禽动物种类制定不同的追溯单元,大型动物(牛、猪)常以单独个体为追溯单元,这就要求追溯中除了耳标标识外,必要时还要具备个体识别的能力,现在 DNA 技术最常用的是个体鉴别技术,虹膜鉴别等其他技术还处于研究阶段。

3.3.1 DNA 技术 DNA 技术在畜禽追溯中主要用于品种^[14]、种属鉴别^[15-16]和大型动物个体鉴别,该技术主要基于动物个体 DNA 序列的独一无二性,可以达到 100% 的准确性。DNA 溯源技术因其易分型、重复性好、检测手段简单快捷、成本低廉等已成为目前国际上公认的最具发展潜力和应用价值的快速溯源技术^[17]。国外已经开始采用 DNA 溯源技术进行肉制品溯源,如欧盟正积极发展 DNA 溯源技术,建立了牛肉制品的溯源系统;加拿大枫叶公司在电子标签的基础上,借鉴 DNA 溯源技术,增强系统的追踪能力,建立猪肉追踪系统;日本、澳大利亚等国在屠宰时采集动物 DNA 样品,以便在后续对动物和肉制品进行追溯,我国目前还没有应用此技术。目前来看,DNA 溯源技术将成为以后动物和肉制品进行溯源的潮流。

3.3.2 虹膜鉴别技术 虹膜是位于眼睛黑色瞳孔和白色巩膜之间的圆环状部分,在红外光下可以看到丰富的纹理细腻,如斑点、条纹、细丝、隐窝等细节特征,就像动物个体 DNA 序列一样,虹膜纹理具有惟一性、稳定性、可采集性和终生不变等特点,因此可以作为身份鉴别方法。目前,虹膜识别在人类身份鉴别中已经得到了广泛的应用,在动物溯源识别中的应用还处于初步研究阶段,但由于其本身的特点可能成为以后发展的方向,方超等^[18]通过研究给出了实现动物虹膜识别的技术路线并构建了基于虹膜识别的肉食品可追溯系统,孔强等^[19]以牛眼为例对大型动物虹膜识别的相关算法和虹膜定位等关键技术进行研究,分析了牛虹膜纹理特征的分布特点,实现了虹膜特征区域的提取及归一化处理,他们的研究为虹膜技术在动物追溯中的应用奠定了一定的基础。

3.4 畜禽及产品产地溯源技术

3.4.1 同位素溯源技术 动物体内稳定的同位素是动物的自然属性,它与动物的生长环境密切相关,是动物体的一个自然标签,它能为动物溯源提供科学

的、不可改变的身份鉴定信息。在畜禽产品的溯源中,研究最多的是对牛肉和羊肉的产地溯源,肉鸡因为食用的饲料批次差异很大,追溯相对困难^[20],很多研究表明^[21-24],不同地域来源的牛等动物组织中同位素含量有显著性差异,表明同位素可以用来溯源动物产地。但也有研究表明在特定情况下利用同位素对鸡肉可进行粗略溯源^[25]。但目前对畜禽同位素溯源的最小地域范围还不清楚,因此它的应用还不是很普遍。

3.4.2 痕量元素溯源技术 痕量元素是表征地域差异的较好指标,其依据是生物组织不断从所生活的环境中累积各种矿物元素,不同来源的生物体中元素含量有很大差异^[20]。由于痕量元素受外界环境和气候变化的影响很大,所以只能在地域和气候差异较大的不同地区之间溯源,郭莉莉^[26]研究了中国四大肉牛产区脱脂牛肉的 22 种元素,发现特定的几种元素对牛肉产地的判别效果比较好,整体的正确率达到了 98.3%。目前该技术单独用来溯源畜禽及产品的研究较少,把它和同位素等其他溯源技术联合运用,溯源的准确性更高。

3.4.3 其他溯源技术 关于溯源畜禽动物的产地技术,很多学者进行了研究,运用很多技术进行了探索,例如红外光谱法^[27-30]、化学成分分析法^[31],虽然各种方法都有各自的缺陷,但在一定条件下,都能对特定的动物及产品进行产地溯源,多数情况下把几种溯源方法同时联合使用,利用多元统计分析筛选溯源指标^[32]会取得更好的溯源效果。

4 可追溯技术的应用展望

随着通信技术,计算机技术的不断发展,在畜禽追溯中可运用的技术会越来越多,不论是动物的标识技术,还是信息传递技术,或是终端查询技术,都会有巨大的进步,一些现代通信技术和现代分析技术也可能运用到畜禽动物的追溯当中,例如应用微波雷达技术可用于动物的跟踪追溯中,GPRS 可以用于追溯信息的常用查询当中,各种质谱的联用可以用于畜禽产地的溯源当中。总之,随着技术的不断发展,总有新的技术和设备被运用到畜禽动物及产品的追溯当中,以便实现更快、更精确的追溯。

参考文献

- [1] 林超,李白宇,何昶熙,等.动物标识及疫病可追溯体系建设试点工作中存在的问题[J].中国畜牧业通讯,2008(5):44.
- [2] Rijswijk W V, Frewer L J, Davide F, et al. Consumer perceptions of traceability: A cross-national comparison of the associated benefits[J].Food Quality and Preference,2008(19):452-464.
- [3] Castro P D. Mechanization and Traceability of Agricultural Products: A Challenge for the Future [R]. Agricultural Engineering International; the CIGR Journal of Scientific Research and Development, Invited Overview Paper, 2002.
- [4] Dawen T, Ellen G, Tomas N. Traceability—a literature review [R]. Canada, Department of Rural Economy Faculty of Agriculture & Forestry, and Home Economics University of Alberta

Edmonton, 2008.

[5] 秦玉青, 耿全强, 晏绍庆. 基于食品链的食品溯源系统解析[J]. 现代食品科技, 2007, 23(11): 85-88.

[6] Regattier A, Gamberi M, Manzini R. Traceability of food products: General framework and experimental evidence [J]. Journal of Food Engineering, 2007(81): 347-356.

[7] 陆昌华, 王立方, 胡肆农, 等. 动物及动物产品标识与可追溯体系的研究进展[J]. 江苏农业学报, 2009, 25(1): 197-202.

[8] Fochole H, Gonzales B U, McDonnell K, et al. Investigation of the potential use of e-tracking and tracing of poultry using linear and 2D barcodes [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2009(66): 126-132.

[9] 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.

[10] 臧明伍, 张迎阳, 韩凯, 等. RFID技术在畜产品可追溯系统中的应用[J]. 肉类研究, 2007(9): 32-35.

[11] 隋文, 唐晓纯. 2008奥运会畜禽类产品的追溯体系研究[J]. 食品科学, 2008, 29(8): 697-699.

[12] 刘文君. GSI, 全球通用的食品追溯语言[J]. 大众标准化, 2008(9): 21-23.

[13] 曾行. 基于EPC编码的猪肉质量安全追溯体系研究[D]. 西北农林科技大学, 2008.

[14] Shackell G H, Maehias H C, Cave V M, et al. Evaluation of microsatellites as a potential tool for product tracing of ground beef mixtures [J]. Meat Science, 2005(70): 337-345.

[15] Orru L, Gatillio G, Napolitano F, et al. Characterization of a SNPs panel for meat traceability in six cattle breeds [J]. Food Control, 2009(20): 856-860.

[16] Nakamura A, Kino K, Minezawa, et al. A method for discriminating a Japanese chicken, the Nagoya breed, using microsatellite markers [J]. Poultry Science, 2006(85): 2124-2129.

[17] 吴潇, 潘玉春, 唐雪明. 肉制品的DNA溯源技术[J]. 猪业科学, 2009(3): 105-106.

[18] 方超, 赵林度. 基于虹膜识别的肉类食品可追溯系统研究[J]. 中国安全科学学报, 2008, 18(7): 11-17.

[19] 孔强, 赵林度. 虹膜识别在肉类食品安全追溯系统中的

应用及关键技术研究[J]. 中国安全科学学报, 2009, 19(3): 155-160.

[20] 郭波莉, 魏益民, 潘家荣. 牛肉产地溯源技术研究[M]. 北京: 科学出版社, 2009.

[21] Sehmideo, Quilter J M, Bahar B, et al. Inferring the origin and dietary history of beef from C, N and S stable isotope ratio analysis [J]. Food Chemistry, 2005(91): 545-550.

[22] 刘泽鑫, 郭波莉, 潘家荣, 等. 陕西关中地区肉牛产地同位素溯源技术初探[J]. 核农学报, 2008, 22(6): 834-838.

[23] 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): 284-290.

[24] 郭波莉, 魏益民, 潘家荣, 等. 碳、氮同位素在牛肉产地溯源中的应用研究[J]. 中国农业科学, 2007, 40(2): 365-372.

[25] 王慧文. 利用稳定同位素进行鸡肉溯源的研究[D]. 中国农业科学院, 2007.

[26] 郭波莉. 肉产地同位素和指纹元素指纹溯源技术研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2008.

[27] 张宁, 张德权, 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, 24(12): 309-312.

[28] Cozzolino D, Matto D, Martins D V. NIR reflectance spectroscopy for Predicting composition and tracing system of Production of beef muscle [J]. Animal Science, 2002(74): 477-484.

[29] 李勇, 魏益民, 潘家荣, 等. 基于FTIR指纹光谱的牛肉产地溯源技术研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2009, 29(3): 647-651.

[30] 张宁. 羊肉产地近红外光谱溯源模型的建立于机理初探[D]. 中国农业科学院, 2008.

[31] Renou J P, Depong 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 chemistry, 2004(85): 63-66.

[32] Bettin M F, Gremaud G, Hadom R, et al. Geographic origin of meat - element of an analytical approach to its authentication [J]. European Journal of Food Technology, 2005(221): 493-503.

[J]. Food Chem, 2003, 81: 485-493.

[24] Suru SM. Onion and garlic extracts lessen cadmium-induced nephrotoxicity in rats [J]. Biometals, 2008, 21: 623-633.

[25] Jaime PT, Nuez F. Vegetables II [M]. Springer-verlag New York, 2008(2): 122.

[26] Roldán-Marín E, Sánchez-Moreno C, Lloría R, et al. Onion high-pressure processing: Flavonol content and antioxidant activity [J]. LWT-Food Science and Technology, 2009, 42(4): 835-841.

[27] 肖静. 洋葱油提取、分析及微胶囊研制[D]. 东南大学, 2006.

[28] 葛毅强, 倪元颖, 张振华, 等. 新技术在生姜、大蒜、洋葱深加工中的应用[J]. 中国调味品, 2003(8): 7-13.

(上接第412页)

[20] Hirota S, Shimoda T, Takahama U. Tissue and spatial distribution of flavonol and peroxidase in Onion Bulbs and stability of flavonol glucosides during boiling of the scales [J]. J Agric Food Chem, 1998, 46: 3497-3502.

[21] O'Reilly JD, Mallet AI, McAnlis GT, et al. Consumption of flavonoids in onions and black tea: lack of effect on F2-Isoprostanes and autoantibodies to oxidized LDL in healthy humans [J]. Am J Clin Nutr, 2001, 73: 1040-1044.

[22] 张强, 牟雪姣, 周正义, 等. 洋葱多糖的提取及其抗氧化活性研究[J]. 食品与发酵工业, 2007, 33(1): 138-141.

[23] Nuutila AM, Puupponen-Pimiä R, Aarni M, et al. Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity