

濮永仙. 基于物联网的果蔬产品溯源系统编码技术研究[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(8): 414-418.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.08.120

基于物联网的果蔬产品溯源系统编码技术研究与应用

濮永仙

(德宏师范高等专科学校计算机科学系, 云南德宏 678400)

摘要:针对生鲜果蔬种植分散、标准难以统一、溯源渠道不畅的问题,探索了 1 种企业与农户合作的模式,设计并开发了生鲜果蔬产品质量安全溯源系统。系统依据生鲜果蔬产品供应链特点,采用 RFID 标签与一维码、二维码相结合的混合编码模式,应用物联网、数据库等技术,开发了具有网络管理、条码打印、产品查询、智能手机管理等多功能的产品质量安全溯源系统。通过物联网技术,可自动采集环境信息,以及摄像头或手机拍摄的图像,上传至服务器,作为产品的原始信息。最终采用二维码溯源,实现果蔬产品在种植、收购、检测、加工等环节的信息追溯。这为果蔬生产建立了统一标准,为市场增强了产品透明度,形成一个具有 3 方满意及消费者参与监督、评价的溯源服务平台。

关键词:果蔬;物联网;溯源系统;编码技术

中图分类号: S126 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)08-0414-05

生鲜果蔬能为人体提供多种维生素,是人们每天的生活必需品。近年来,果蔬类产品安全事故频繁发生,某些生产者、运营商法律意识与卫生意识淡薄,滥用农药、化肥等,致使产品中药物残留、重金属等有害物质超标事件时有发生。李克强总理在 2015 年的两会政府工作报告中提出,要“最严格的立法和监管”保障食品安全。全国人大代表郑杰认为,中国急需研究高效统一的编码标志,应用信息技术,完善食品溯源体系^[1],使其在生产、运输等环节有统一标志,使有问题食

品可溯源。溯源系统是指对商品从生产到销售各环节信息进行记录及存储,当产品出现质量问题时能够追溯到出现问题的环节,实施有针对性惩罚,必要时对产品召回,以此提高产品质量的追溯信息系统^[2]。

欧盟在 1997 年就开始研究农产品溯源系统^[3]。在 2002 年欧盟颁布了 178/2002 号法令,要求自 2004 年起在欧洲范围内销售的食物,要求能够被追溯。2004 年美国颁布了《食品安全跟踪条例》,要求任何需加工、运输等相关环节的企业都要建立食品流通全过程的记录^[2]。日本除了制定相应的法规外,在零售阶段,还要求大部分超市安装产品溯源终端^[4]。英国政府建立了基于互联网的家畜跟踪系统(CTS)^[5]。国外在溯源系统研发方面有,在西红柿、草莓、马铃薯等^[6-8]的种植中,分别采用传感器、机器人采集环境信息,进行农事操作(浇水、施

收稿日期:2016-02-01

基金项目:云南省教育厅项目(编号:2013Y571)。

作者简介:濮永仙(1975—),女,副教授,主要研究方向为物联网农产品溯源、智能农业系统。E-mail: puyongxian115@163.com。

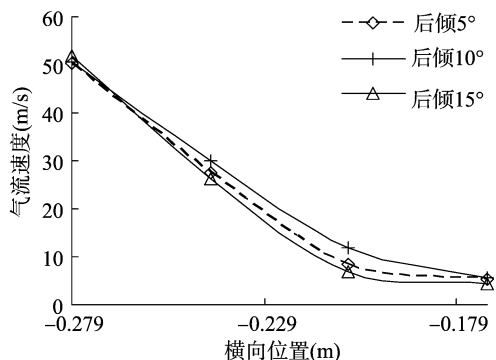


图9 3种后倾叶片E线各测点的风速对比

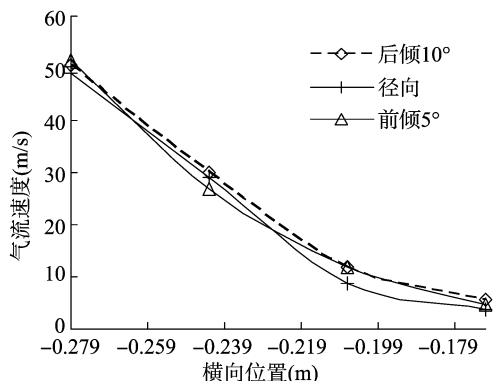


图10 前倾、径向及后倾叶片风速对比

[3]王福军. 计算流体动力学分析——CFD 软件原理与应用[M]. 北京:清华大学出版社,2004.

[4]翟之平,王春光. 叶片式抛送装置气流场数值模拟与优化[J]. 农业机械学报,2008,39(6):84-87.

[5]李建锋,吕俊复. 风机流场的数值模拟[J]. 流体机械,2006,34(4):10-13.

[6]丁雄飞,朱金光,赵玉垒,等. 清选装置中离心风机的 CFD 分析与试验验证[J]. 农业机械,2013(25):158-161.

[7]徐立章,于丽娟,李耀明,等. 双出风口多风道离心风机内部流场

数值模拟[J]. 农业机械学报,2014,44(10):1-9.

[8]王松岭,雷泳,李春曦,等. 基于 FLUENT 的离心风机内部流场三维数值模拟及节能改造研究[C]. 中国动力工程学会青年学术年会,2005.

[9]武晓刚,王家媚,姜丙坤,等. 离心风机内部流场三维数值模拟[J]. 平顶山工学院学报,2006,15(2):22-24.

[10]倪长安,徐云云,庞奇,等. 通用型离心风机叶片数量对性能的影响规律[J]. 农业机械,2009(14):86-88.

肥等),并开发了相应的溯源信息管理系统。

中国物品编码中心在 2007 年开始启动中国条码实施工程,在上海、武汉等地试行,2008 年提出要全面推行农产品可追溯系统^[9-10]。国内的溯源系统研发起步较晚,但目前已有不少成果^[11-17]。因我国机械化程度不高,果蔬种植乃以农户分散种植为主,这致使种植标准难以统一,整体质量难以保证,溯源渠道不通畅等问题。虽然国内学者在食品安全方面进行了大量研究,但大多局限于定性讨论,针对生鲜果蔬溯源的较少,尤其是对生产质量控制体系方面的溯源缺乏全面探讨。

物联网是用射频识别(RFID)、红外感应、GPS、无线通讯等技术,按照一定协议把不同的设备与互联网连接,实现物与物、人与物之间的信息交换,以实现对物体智能化的识别、定位、跟踪、监控、管理的一种网络^[18-19]。将物联网用于农产品安全问题追溯,能起到识别、跟踪、监控等作用。本研究在借鉴国内外溯源基础上,根据我国生鲜果蔬种植特点,探讨了一种农户与企业合作的生产模式,采用 EPC、RFID、二维码及一维码的混合编码标志,应用物联网、数据库等技术,构建了基于物联网的生鲜果蔬产品质量安全溯源系统。这既为我国放养式生鲜果蔬生产提供统一标准,使果蔬产品在生产、收购、加工等关键环节的质量得以控制,追溯问题果蔬有了源头,又有利于我国农业生产的标准化。

1 材料与方法

1.1 溯源对象

生鲜果蔬类产品,一般是由种农户种植、采收后批量卖给销售商,再通过销售商进入市场,这就很难监控产品质量,一

旦有问题的果蔬进入市场,其源头将无法定位。因此,只有准确记录果蔬产品在每个环节的信息,当有问题时才能准确找到问题根源。针对生鲜果蔬这类产品特性,其关键环节是基本质量控制、收购标准、运输管理及消费者权益等几个方面。创建的生鲜果蔬产品质量安全溯源系统,应包含产品标志、数据库和信息传递 3 个基本要素。本研究的溯源对象是生鲜的果蔬约 30 个品种,系统使用者分为企业管理员、加盟的果蔬种植户和消费者共 3 类。

1.2 溯源编码设计

本研究依据《EPC 电子产品编码》、《EAN/UCC 系统应用标识符》、《农产品追溯编码导则》及《信息分类和编码的基本原则与方法》的相关规定,采用 RFID 识别与一维码、二维码相结合的混合标签模式,作为生鲜果蔬产品溯源的信息载体,对种植、收购、加工、运输、仓储及追溯环节进行编码。EPC 系统是由国际物品编码协会(GSI)提出的一种新的编码规则,它与 EAN/UCC 编码体系相兼容,具有容量大、安全性好、可扩展性强等特点^[20-21]。因 RFID 标签不受光线、温湿度及其他恶劣自然环境的影响,因此生鲜果蔬产品在种植、采摘等环节可用 RFID 进行标志。如在果蔬种植时将地块或农户编号,利用 EPC 编码规则生成 1 个编码,并分配 RFID 标签,将作物的基本信息、农事操作及无线传感器收集的信息都标志到其中。收购时,工作人员只需扫描产品对应的射频卡,读取其中信息,对收购信息更新。因一维码成本低,二维码具有编码容量大、方便手机扫描等优点,在其他环节采用 EAN/UCC 规则与 QR 技术实现一维码与二维码标签进行标志。生鲜果蔬产品在各环节的编码流程见图 1。

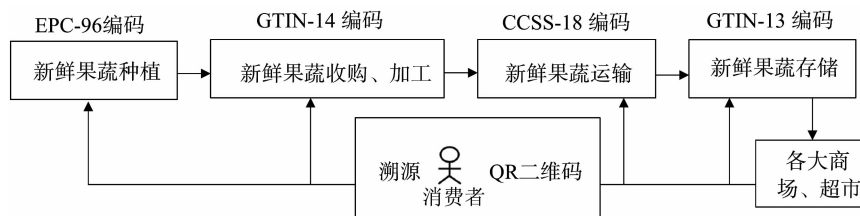


图1 生鲜果蔬整体编码流程

系统依据优化生产流程,在各关键环节增加数字化的同时,将各种编码融为一体。在流程中,每个编码必须具有承上启下的功能,至少承载相邻 2 个环节之间的信息,在数据库中,相邻环节之间的信息采用关键字连接。以下介绍各环节编码格式。

1.2.1 种植标至编码 采用 RFID 标签技术对种植地块进行标志,并将每块种植地与数据库中的基本信息、农事操作、环境信息等对应。RFID 标签利用二进制数据存储个体标志信息,包括 3 个部分:96 位 EPC 码、24 位的 Kill 码(出于安全

的考虑用于破坏 RFID 卡内信息)和 16 位的 CRC(循环冗余)校验码。利用 EPC 编码信息规范中的 GID-96 编码格式 24 位十六进制标志,具体编码结构见图 2。种植编码 = 产地代码(6 位) + 管理者代码(2 位) + 种植项目代码(6 位) + 生产批号(8 位)。其中,地块划分以种植时间、种植品种、生产措施相对一致的地理区域为同一地块,产地编码由 6 位组成,前 4 位为基地编号,后 2 位为该基地不同的地块编号。批号用 8 位表示,6 位标志种植日期,2 位标志顺序号。其中,年的编码范围为 00~99,月的范围为 01~12,日的编码范围为 01~31。

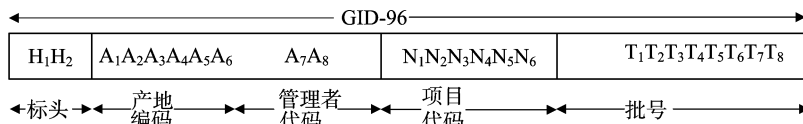


图2 果蔬种植标志编码结构

1.2.2 收购标志编码 收购编码采用 GTIN-14 编码结构,结合应用标识符(AI)对生鲜果蔬编码,采用 GS1-128 条码标准打印,将其张贴到包装上的固定位置,具体格式见图 3。

该编码通过产地编码或交易号与种植编码标志间建立关联,在标签上能查到准确的种植信息。其中,加工批号(AOT)由加工日期(如160123)与2位流水号组成,规定同一地块、同

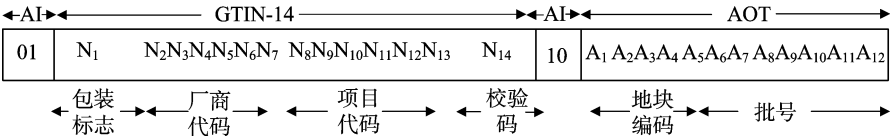


图3 果蔬收购标志编码结构

一类产品、同一采收日期为同一批次。

1.2.3 物流标志编码 果蔬物流编码利用 SSCC - 18 编码标志,并用 GS1 - 128 条码标准打印。SSCC - 18 编码结构由 18 位十进制编码组成,具体编码格式见图 4。其中,N1 是扩

展位,表示包装类型,由建立 SSCC 的厂商统一分配,取值范围为 0 ~ 9。第 8 位至第 17 位为系列号,由生产商根据当天的流水号分配唯一编码;最后一位为校验位,由系统根据校验规则自动生成。

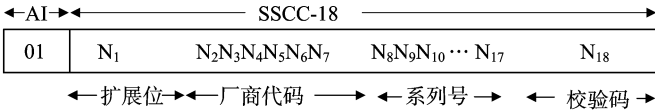


图4 果蔬物流标志编码结构

1.2.4 仓储编码 仓储编码标志反映的是产品仓储的位置,其信息来源是仓储操作。具体编码格式采用 GIN - 13,仓储编码由厂商识别码和位置识别码组成,具体见图 5。

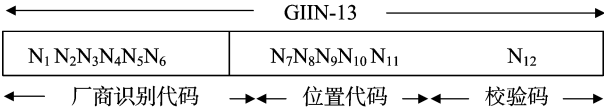


图5 果蔬仓储标志编码结构

1.2.5 溯源码 溯源码是消费者对产品各环节信息进行追溯的标志码。溯源码信息包含果蔬的种植、收购、加工企业、加工检测、加工日期、加工批次等关键信息。本系统采用 QR 二维条码作为生鲜果蔬产品溯源码,厂商为每批出厂的果蔬分配具有唯一性的二维编码。消费者购买到产品后,利用智能手机扫描包装上的二维码,通过溯源数据管理平台响应,对二维码解码、验证后,将在溯源信息数据库中检索到产品相关数据回传至消费者的手机上。图 6 为以茄子为例的整体编码实例,其中,图 6 - a 为种植编码,图 6 - b 为运输编码,图 6 - c 为存储编码,图 6 - d 为收购加工编码及 QR 二维溯源码。

1.3 溯源功能模块

为满足溯源需求,便于数据共享及后期维护,以及增强其可扩展性,在系统设计时采用统一的数据流程,并采用相应的



图6 茄子产品溯源编码应用实例

措施控制数据的流向,使其统一和规范^[22]。在此基础上,以组件的方式开发了生鲜果蔬产品质量安全溯源系统。系统由网络管理平台、短信管理平台、智能手机管理平台、条码打印系统、查询机软件和查询网站共 6 个功能模块组成,见图 7。针对不同用户,提供不同级别的密钥,用户登陆后,先判定用户的类型,然后给予分配相应的功能模块。

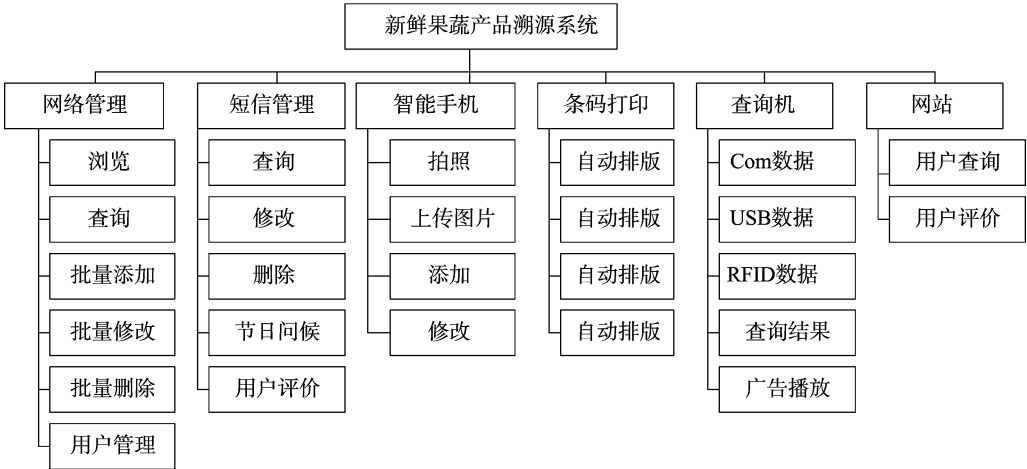


图7 生鲜果蔬溯源功能

1.4 开发环境及工具

系统采用 B/S 体系构架,该体系构架的兼容性较强,可满足不同地域的用户同时使用^[23]。系统开发语言有:Java JDK6、Eclipse SDK 3.3.2、My Eclipse 6.0.1、ASP 和 Html。数据库选用 Microsoft SQL Sever2005。服务器运行环境:Windows Sever2003、Apache - Tomcat 6.0。

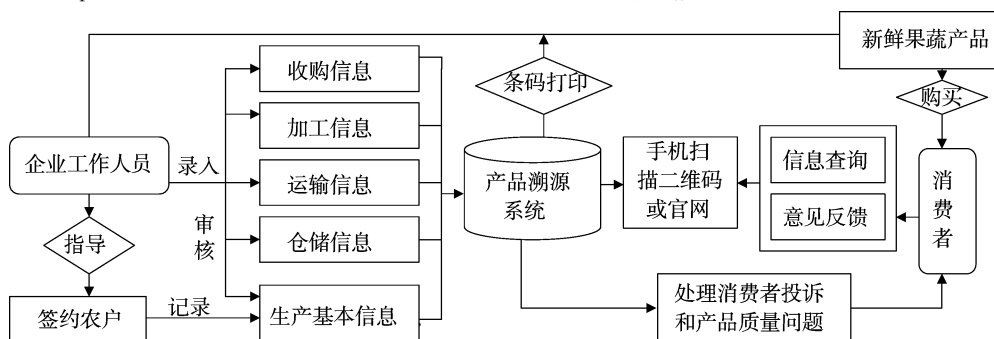


图8 生鲜果蔬产品溯源逻辑结构

1.5.1 种植阶段 对于签约农户而言,除了需对基地土壤、水质等进行检测外,还需解决 2 个基本问题:一是果蔬产品的田间信息记录;二是果蔬产品的环境信息记录。问题一,通过在田间安装 RFID 标签记录卡实现,每次进行田间操作后,操作员记录当天的具体农事操作情况,如 20160104,某人,喷洒杀虫剂 20 mL;问题二,通过基于物联网的环境信息采集系统实现,该系统通过太阳能供电,利用 ZigBee 自组网特性^[24],实时记录田间环境信息(如温度、空气湿度、光照、土壤湿度等),通过 GSM 网关发送到远程服务器,为果蔬产品溯源提供源头信息。

1.5.2 收购加工阶段 收购果蔬产品时可能会存在 2 种情况:一是签约农户采用标准化种植的产品,此类产品具有标准的种植信息,在采购时只需审核录入即可;另一类是分散种植的非标准化产品,这类产品的种植信息可能不完整,需对产品进行检测,合格后建立交易号,并记录收购时间、地点、交易人、经手人等信息。在产品加工处理阶段需解决 2 个基本问题:一是果蔬产品的保鲜;二是果蔬产品的包装。产品在采购后,经检验合格,应立即预冷处理,在 5℃ 温度下进行清洗、分级、装箱等处理。果蔬产品在收购加工阶段的溯源标签在包装前预先打印好,方便操作员快速包装,并记录加工时间、经手人、加工地点、农药残留检验等关键信息。

1.5.3 运输阶段 该阶段需将运输编号与产品批次号相关联,并对产品的生产者、参与者进行记录。利用 GPS 自动记录运输车辆的出发地和目的地,并最大限度保障果蔬产品运输环节的安全性。在运输途中,需配备环境信息采集设备,对果蔬在运输环境中的信息(如温湿度、CO₂ 浓度等)进行实时感知,并通过 GPRS 上传至数据库中,以备溯源。

1.5.4 销售阶段 对所有记录在案的果蔬产品进行认证,并贴上专门设计的生鲜果蔬产品溯源标签,为消费者现场查询。

2 结果与分析

2.1 自动采集环境信息

把设施监控系统与溯源系统有机结合起来,从一定程度上解决了产品质量追溯的源头信息。利用物联网技术,通过

1.5 信息供应链

生鲜果蔬产品供应链主要包括:种植、收购加工、运输、销售等环节,将这些环节建立信息链,为果蔬产品质量安全溯源提供数据支撑。各环节之间通过编码标志进行链接,在保证各阶段溯源信息真实的同时,确保整个信息链的完整。生鲜果蔬产品溯源信息链的逻辑关系见图 8。

在果蔬种植大棚内安装各种传感器、摄像头、可控设施等,用以监测与调控棚内温湿度、土壤温湿度、CO₂ 浓度,以及各种养分等参数。如当温湿度或水分不符合作物生长需求时,向管理者报警,并自动开启棚内设施,调节温湿度、浇水等,使作物生长在最佳的环境中。各种传感器、摄像头获取到的环境参数、视频、图片等信息,通过 ZigBee 网关,再通过 3G、GPRS 等网络传至远程服务器中,这些数据经整理后,存入指定的溯源数据库,为最终的果蔬产品溯源提供重要的源头信息。通过物联网实时感知技术,除了可对种植基地环境信息采集外,还可对加工、运输及仓储的环境信息实时感知,采集到的信息被处理后进行无线传输,通过服务器的上位机程序接收,并写入溯源数据库。

2.2 原始档案电子数字化

将果蔬种植、采购、加工等过程进行人工档案记录。

(1) 记录种植基地所购买的农药、化肥等基础资料,并注明相应的生产商及其联系方式。

(2) 对与企业签约的农户,在种植基地安装传感器和 RFID 设备,农户利用设备进行简单的信息采集及录入,在收购时企业工作人员对农户采集的基本信息进行审核,通过后导入到溯源系统数据库中。

(3) 在收购阶段,记录采购时的时间、地点、数量以及对应果蔬检测的农药残留情况,有种植编码的可直接录入相应的收购信息,而对于没有种植码的,需要先建立相应的交易号,再录入收购信息,以便收购后可查。

(4) 在加工阶段,工作人员需对收购合格的果蔬产品进行再次质量检测,记录产品的名称、加工日期、加工方式,以及加工检测结果等。最大限度保障加工过程中责任到人,在保留原始凭证完整性、真实性和有效性的基础上,由专人录入数据并拍照存档,实现加工档案的电子化。

(5) 在运输及仓储时,产品的运输会涉及很多复杂的问题,但是一般的运输管理都包括运输区间、运输方式、运输过程,以及仓储时间、位置等,这些信息都须录入溯源数据库中。

2.3 信息的快速录入

由于系统是通过组件式开发的,所以溯源系统允许在条

码打印时,自动录入固定信息。在3G、4G网络覆盖范围内,生产责任人、质检人员可利用智能手机实时添加或拍摄该批次产品的生产记录、日常农事操作记录、产品质检报告等各种操作信息,以文字、图片、音频、视频等文件的形式上传至溯源数据中,可提高工作效率并节省操作时间。

2.4 消费者溯源信息

消费者在购买到贴有溯源标签的生鲜果蔬产品时,可通过网络、短信、电话、手机扫描识读等方式查询产品在种植、收购、加工、运输等环节的信息,实现对生鲜果蔬产品从种植到销售全程的追溯。消费者通过该溯源系统,除了可查询产品的基本文字信息,验证产品真伪,举报伪劣产品,留言评价产品外,还可通过输入涂层中的验证码,使该二维码失效,防止伪造标签,以及在线观看产品生产现场的监控视频及图片,监督果蔬产品的生产。

2.5 应用效果

系统通过使用物联网、混合编码、互联网、数据库等技术,实现了生鲜果蔬产品从种植到销售各环节的追溯标志,生产过程的电子化监管,能够唯一确定产品在产前、产中和产后的安全信息,实现了从农田到餐桌多维安全信息的追溯。开发的系统功能完善、界面友好、性能稳定,该系统在云南德宏的一些果蔬溯源系统中试用,用户反映较好。该系统在企业 and 消费者之间搭建起了桥梁。企业可通过该系统向消费者宣传品牌产品,提升品牌价值,同时提高企业知名度。消费者通过该系统可监督果蔬生产,并获取令人放心、高品质的绿色果蔬产品。通过该系统,既监督企业的行为,也保障了消费者的权益,如消费者通过该系统可查询果蔬产品在种植、运输、收购、加工甚至施肥、用药等各方面的信息,这样消费者既是受益者又是监督员,也约束了种植户与企业的行为。

3 结语

本研究在借鉴国内外同类技术^[25-26]基础上,针对生鲜果蔬产品生产的特点,采用RFID、一维码及二维码标签的混合编码模式,应用物联网、数据库、互联网等技术,设计并创建了生鲜果蔬产品质量安全追溯系统。系统能够实现生鲜果蔬产品从种植到销售全过程的监控与信息存储,方便消费者对产品质量进行追溯和对生产过程进行监督。在实际推广应用中,用户反映良好,一方面保障了消费者对产品的知情权,另一方面,增加了果蔬产品的信任度和附加值。本系统探讨了一种企业与农户合作的果蔬生产模式,以新技术为向导,致力于实现农户增收、企业获利的双赢局面。为果蔬产品在生产、销售过程中的信息化水平提供了支撑平台,在方便消费者溯源的同时,也为企业和监管部门对农产品供应链管理提供了优质、高效的服务平台。

参考文献:

- [1] 赵娇娇. 人大代表聚焦食品安全呼吁完善食品追溯体系[EB/OL]. (2015-03-07)[2015-03-14]. http://news.xinhuanet.com/info/2015-03/07/c_134044117.htm.
- [2] Smith C C, Tatum J D, Belk K E, et al. Traceability from a US perspective[J]. Meat Science, 2005, 71: 174-193.
- [3] 申广荣, 赵晓东. 关于农产品安全体系建设的思考[J]. 上海交

通大学学报:农业科学版, 2005, 23(1): 77-83.

- [4] Massimo B, Maurizio B, Roberto M. Fmeca approach to product traceability in the food industry [J]. Food Control, 2006, 17: 137-145.
- [5] Hobbs J E. Information asymmetry and the role of traceability systems [J]. Agribusiness, 2004, 20: 397-415.
- [6] Arima S, Shibusawa S, Kondo N. Traceability based on multi-operation robot; information from spraying, harvesting and grading operation robot [C]. 2003.
- [7] Hertog M, Yudhakusuma R F, Snoekx P. Smart traceability systems to satisfy consumer expectations [J]. Acta Horticulturae, 2008, 768: 407-415.
- [8] Porto S, Arcidiacono C, Cascone G. Developing integrated computer-based information Systems for certified plant traceability; Case study of Italian citrus-plant nursery chain [J]. Biosystems Engineering, 2011, 109(2): 120-129.
- [9] 徐飞鹏. 本市食品安全追溯系统建设工作正式启动[EB/OL]. (2007-03-19)[2012-10-21]. <http://www.beijing.gov.cn/index.php>.
- [10] 李永生. 农垦试行无公害农产品质量追溯系统 EB/OL. (2010-03-01)[2012-10-21]. <http://www.safetyfood.gov.cn/index.php>.
- [11] 刘宇传, 高红梅, 张晓林. 移动式农业可追溯数据结构的开发与应用[C]. 第八届亚洲农业信息技术大会会议论文集, 2012.
- [12] 张鉴滔, 刘翔, 史舟. 马铃薯质量安全管理及溯源信息系统的设计与实现[J]. 农业网络信息, 2011(12): 46-48.
- [13] 冯天忠. 基于无线射频识别技术的果蔬安全供应链系统的构建[J]. 德州学院学报, 2012(3): 30-34.
- [14] 张浩, 许慎思, 刘蕊. 射频识别技术在果蔬冷链物流管理中的应用研究[J]. 物流技术, 2014(7): 348-353.
- [15] 刘鹏, 屠康, 侯月鹏. 基于射频识别中间件的粮食质量安全追溯系统[J]. 农业工程学报, 2009, 25(12): 145-150.
- [16] 许吉斌, 李少波, 潘伟杰, 等. 特色食品的RFID编码策略研究及应用[J]. 计算机工程与设计, 2013(2): 716-720.
- [17] 白红武, 孙爱东, 陈军, 等. 基于物联网的农产品质量安全溯源系统[J]. 江苏农业学报, 2013, 29(2): 415-420.
- [18] International Telecommunication Union. ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things [R]. Geneva: ITU, 2005.
- [19] 宁焕生. RFID重大工程与国家物联网[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010: 48-52.
- [20] 刘成生. 基于EPC标准的农产品溯源平台设计与实现[D]. 北京: 中国科学院大学, 2014.
- [21] 周江, 刘伯睿. 基于Android的产品追溯系统[J]. 软件, 2013, 34(5): 33-34.
- [22] 杜晓萌, 唐碧华, 吴帆. 基于Android终端的物联网物流管理系统的设计与实现[J]. 软件, 2013, 34(12): 26-31.
- [23] 王冬. 基于物联网的智能农业监测系统的设计与实现[D]. 大连: 大连理工大学, 2013.
- [24] 兰宏钟, 罗红. 基于ZigBee的无线传感器网络管理系统的研究与设计[J]. 软件, 2013, 34(1): 30-33.
- [25] 位自友, 张立新. RFID在种子质量安全溯源系统中的应用[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(8): 397-399.
- [26] 李久林, 亮, 刘君, 等. 基于二维码的蔬菜溯源信息管理平台的设计[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(2): 403-405.