

人参质量安全可追溯管理信息平台

于合龙, 温长吉*, 苏恒强

吉林农业大学信息技术学院, 吉林 长春 130118

摘要: 中国人参以吉林人参为主, 但是长期以来吉林人参产业在种植采收、生产加工和经营流通等诸多环节缺乏统一的规范化管理, 因此严重影响了人参品质和市场竞争力。以吉林人参为研究对象, 从政府监管、消费者、追溯链企业 3 方为出发点, 结合关键点数据规范技术、无线射频识别技术 (RFID) 与条码标识设计和基于 SAP Net Weaver 的集成研发平台技术, 设计和实现覆盖种植采收、生产加工和经营流通全产业链信息可追踪、溯源的人参制品质量安全可追溯系统。该系统的研发为规范人参产业, 提升吉林人参品牌影响力, 制定相关政策制度提供重要的依据, 并为中药材市场的规范化管理提供参考和借鉴。

关键词: 人参; 供应链; 可追溯系统; 数据规范; 追溯码

中图分类号: R28 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2013)24-3566-09

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2013.24.026

Establishment of traceable management information platform for quality safety of *Panax ginseng*

YU He-long¹, WEN Chang-ji, SU Heng-qiang

College of Information Technology, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China

Key words: *Panax ginseng* C. A. Meyer; supply chain; tracing system; data declaration; tracing code

人参 *Panax ginseng* C. A. Meyer 在中药宝库中具有重要的地位, 享有百草之王、百药之首的美誉^[1-2]。中国人参以吉林人参为主, 人参产业发展虽然初具规模, 但是产业现状不容乐观。中国的人参产量占全球的 70%, 其中吉林省的人参产量占全球的 60% 左右, 以 2010 年为例吉林省人参种植面积达到 1×10^4 hm², 产量为 7 700 t, 出口约 2 650 t。然而在占绝对优势的产量和大量的出口面前, 2010 年吉林省人参出口贸易额却只有 5 180 万美元, 仅占世界的 18%。另外, 我国有近 2 万家企业从事人参种植、加工和贸易, 小而散, 大品牌骨干企业缺失致使相当一部分企业只能依附于外资企业或强势品牌。以上统计数据凸显中国人参产业面临产量大国、产业小国的局面。究其原因一方面是人参种植、生产、加工等环节技术落后, 设备老化, 人参相关食品品质无法顺应市场发展需求; 另一面是人参市场

长期以来在种植采收、生产加工、经营流通等诸多环节缺乏统一规范化管理, 从而严重影响吉林人参制品质量和市场竞争力。

追溯技术是一种还原制品生产加工全过程和历史轨迹, 以及发生场所、销售渠道的能力, 从而实现制品全程信息轨迹的追踪溯源。可追溯性是根据制品标识, 对实体的历史、应用和场所进行追溯的能力^[3]。建立、健全和完善农产品可追溯体系有效应对频发性食品安全问题, 从 2007—2009 年 3 个中央一号文件都对建立农产品质量安全追溯制度提出了明确的要求。为振兴吉林人参产业, 吉林省委、省政府对人参产业给予了高度重视, 制定了吉林省振兴人参产业的意见, 出台了一系列政策, 并于 2011 年 3 月 1 日正式颁布实施《吉林省人参管理办法》, 用以规范人参种植、加工和经营等环节的秩序, 保障人参及其制品的质量安全。

收稿日期: 2013-09-06

基金项目: 吉林省世行贷款农产品质量安全项目 (2011-Z20); 吉林省教育厅“十二五”科学技术研究项目 (2013-68); 吉林省 2012 年农业信息技术集成项目

作者简介: 于合龙 (1974—), 男, 吉林德惠人, 副教授, 博士, 从事精准农业、计算机应用等方面研究。

Tel: (0431)84533235 E-mail: yuhelong@aliyun.com

*通信作者 温长吉 (1979—), 男, 吉林人, 讲师, 博士研究生, 从事模式识别、数据挖掘的研究。Tel: 13756508508 E-mail: chagou2006@163.com

国内外针对农产品追溯技术的研究较为广泛。国外起步较早,2003年,通过建立家畜标识美国农业部开始建立家畜质量安全监测体系^[4-6]。荷兰针对禽蛋生产链中的主要信息进行监控,较早就建立了禽蛋商品理事会的综合质量系统(IKB)^[7]。2001年欧盟为有效实现农产品质量追溯体系的完善,通过了2065/2001号法案,以保证进口水产品机器及其相关制品的信息可追溯性^[8]。加拿大于2002年制定了牛耳标识规范,以有效保证牛体及其制品的可追溯性^[9]。亚洲的日本开展农产品质量安全追溯系统较早,其相应的法律法规和农产品品质管理系统的构建由农林水产省牵头,符合其标准认定的企业及其制品才有资格进入市场^[10]。总体分析,国外可追溯系统在实施过程中主要表现形式分为2类:“向上一步,向下一步”可追溯和集中(全程)可追溯^[11-12]。国内开展农产品可追溯技术体系的研究相对较晚,但是随着国家对产品质量安全的重视,取得较大进展。杨肖娥等^[13]从建立农业环境污染综合防治技术体系角度出发,建立农产品产地环境质量与农产品安全监测、评价与预警系统、市场准入制度等农畜产品的安全保障体系。国家条码推进工程办公室自2004年6月起在山东省潍坊市寿光田苑蔬菜基地和洛城蔬菜基地实施“蔬菜安全可追溯性信息系统研究及应用示范工程^[14]”。南京市以优质安全农产品标志为质量溯源的重要载体,以南京市农产品质量安全网站为监管平台,启动农产品质量IC卡管理体系^[15]。此后,国家通过科技专项支持农产品可追溯系统的相关研究,2003年国家“863”项目设立“饲料和畜禽产品数字化安全监控体系研究”专题,谢菊芳等^[16-17]开展了猪肉追溯系统的研究。申光磊等^[18]在分析整个牛肉生产链环节的基础上,利用无线射频识别技术和条码构建牛体标识,实现牛肉可追溯系统。杨信廷等^[19]以互联网为开发平台,综合利用数据库、网络和条码标识技术实现以质量追溯为目的的蔬菜安全生产管理及质量追溯系统。蒲应葵等^[20]以陕西产区的苹果收储和果汁加工为质量追溯对象,构建了信息覆盖产地环境、种植采收和生产加工的苹果及果汁质量安全追溯系统。颜波等^[21]以罗非鱼为研究对象,将无线射频识别技术RFID(radio frequency identification, RFID)与产品电子码(electronic product code, EPC)编码技术相结合实现水产品从养殖到配送查询的供应链全程跟踪与追溯平台的研发。傅泽田等^[22]从理论上研究总结了国内

外可追溯技术的研究现状、发展趋势和主要特点。

然而,目前国内外针对药品、原料药安全全产业链可追溯技术研究报道极少。针对人参制品全程规范化监管与追溯技术相结合的研究目前只有韩国将危害分析和关键控制点(Hazard Analysis and Critical Control Point, HACCP)标准结合RFID技术部分地实现了从种植地到加工地的信息追溯^[23],包括物流和销售其他环节的规范管理仍然完全依靠政府行为干预。纵观国内由于人参种植的地域性,与人参质量安全相关的可追溯系统及其体系构建还是空白。综上所述,为了配套吉林省人参管理办法相关政策,有效规范和监管人参种植采摘、生产加工和销售流通等诸多环节,本文以吉林人参为研究对象,以吉林省内某大型人参种植和参制品深加工企业为技术依托,借鉴农产品质量安全追溯的技术经验,探讨、分析、设计和实现了人参及其制品在溯源链中的关键技术,研发人参制品质量安全全程可追溯系统。该套系统平台在企业的人参采收环节、某几种类型参制品加工环节和企业下设的部分一级分销商门店进行测试应用,实现预期要求。

1 可追溯系统功能框架

依据系统的需求和实际生产情况,人参制品系统主要有3类用户:监管人员、追溯链企业(包括种植、加工、销售等环节)和普通消费者。其中监管人员主要负责全程溯源信息的监控和审核、溯源链企业分阶段处理不同环节的溯源信息、普通消费者可以查询所购买的人参制品的溯源信息。依据上述分析,可以确定系统由3部分功能模块构成,如图1所示。

依据上述系统功能分析,本系统在设计 and 实现覆盖种植采收、生产加工和经营流通环节的全产业链信息的人参制品质量安全可追溯系统过程中,拟解决如下关键性问题:规范人参追溯环节关键点数据;针对追溯关键环节单体信息标识的特殊性,设计和实现基于RFID和二维条码的人参及人参制品标识;利用集成研发平台技术实现可追溯系统。

RFID又称电子标签、无线射频识别,是一种通信技术,可通过无线电信号识别特定目标并读写相关数据,而无需识别系统与特定目标之间建立机械或光学接触,该技术可以便捷实现无接触识别。二维条形码是用某种特定的几何图形按一定规律在平面(二维方向上)分布的黑白相间的图形记录数据符号信息的,通过图象输入设备或光电扫描设备

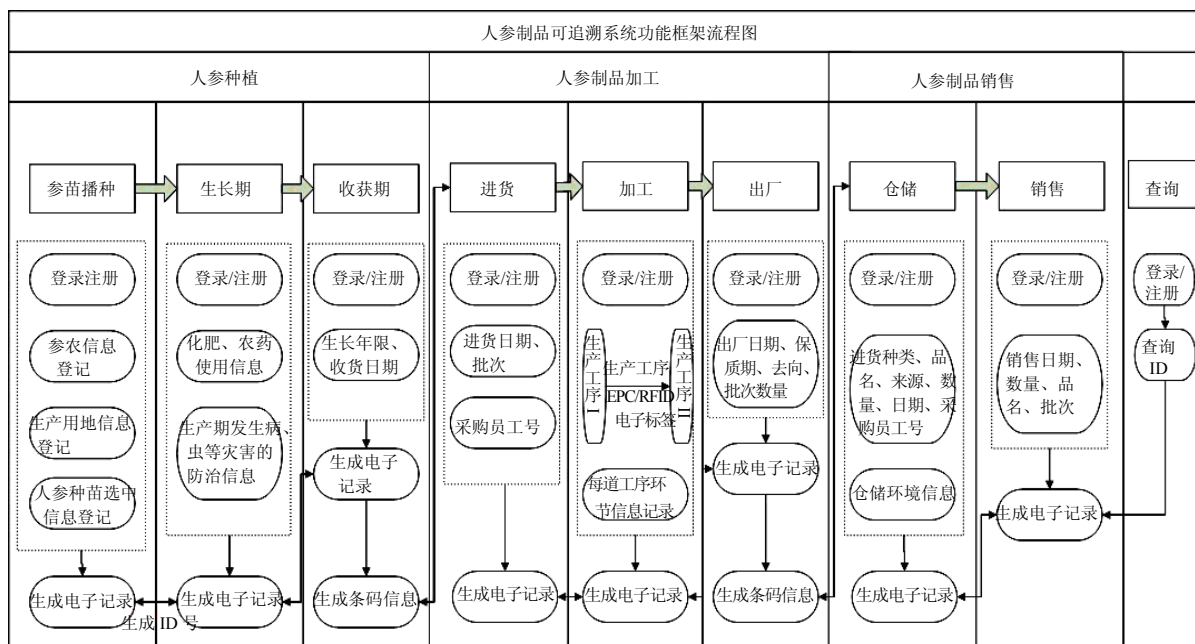


图 1 追溯系统功能框架示意图

Fig. 1 Function framework of traceable system

自动识读以实现信息自动处理。FRID 和二维码被广泛应用于物流和仓储等行业中的货品标示信息读取,用于人参追溯信息管理平台中人参身份信息的标示与追踪。面向服务架构 (service oriented architecture, SOA), 该服务架构模式是一个用于整合业务流程和支持 IT 基础设施的框架,通过对其中作为安全、标准化的组件——服务的复合和组合来解决业务优先级的改变问题。由于该架构对开发平台、外接设备、通讯协议和操作系统的独立性,得到广泛的应用。SAP(systems applications and products in data processing)是在 SOA 的基础上提出的面向企业级服务 (enterprise SOA, ESOA) 和通用业务语言架构,真正实现企业级业务价值的 Web 服务,具有事件驱动、基于模型和面向服务的特点,可以建立高效的端到端的业务流程,使用包含业务定义的企业服务进行更多协作,实现个性化业务定制,方便进行调整和扩展。SAP Net Weaver 是基于 ESOA 思想的核心技术平台,也是 SAP 的新一代集成化技术平台,集成了 SAP 的多个组建和技术,真正实现人员、信息、流程的高度集成。B/S (Browser/Server, 浏览器/服务器模式) 结构,是 Web 兴起后的一种网络结构模式,Web 浏览器是客户端最主要的应用软件。这种模式统一了客户端,将系统功能实现的核心部分集中到服务器上,简化了系统的开发、维护和使用。B/S 最大的优点就是可以在任何地方进行操

作而不用安装任何专门的软件,只要有一台能上网的电脑就能使用,客户端零安装、零维护,系统的扩展非常容易。人参可追溯信息管理平台正是基于 SAP Net Weaver 技术集成平台,采用 B/S 模式,结合 RFID 和二维码信息追溯技术进行研发。

2 人参追溯环节关键点数据规范

人参制品可追溯系统数据及时和准确的追踪和溯源,首要取决于原料参从种植采收到人参制品生产加工,再到销售流通各阶段数据元的采集是否准确规范。鉴于此,本文依据吉林省人参管理办法,以种植、加工和流通 3 个环节为数据信息采集关键点,对关键数据元进行规范说明。人参追溯环节关键点数据规范为可追溯系统的研发提供坚实基础,也为后续相关政府职能部门制定人参产业规则提供参考。关键点设定以及溯源数据规范说明见图 2。

2.1 种植地关键点数据规范

原料参作为加工品的载体,其种植过程是否安全、科学和规范将最终决定人参制品的质量安全和品级。依据新颁布的吉林省人参管理办法规定,设定人参种植环节数据档案应载明以下内容:①种植地基本信息,产地地理位置、产地环境(土壤类型、灌溉水源)、参农及收储企业团体基本信息等;②生产资料基本信息,种子(参苗)品种、产地等,农药化肥使用基本信息,种植期自然灾害发生信息等。种植环节数据类属规范信息见图 3。

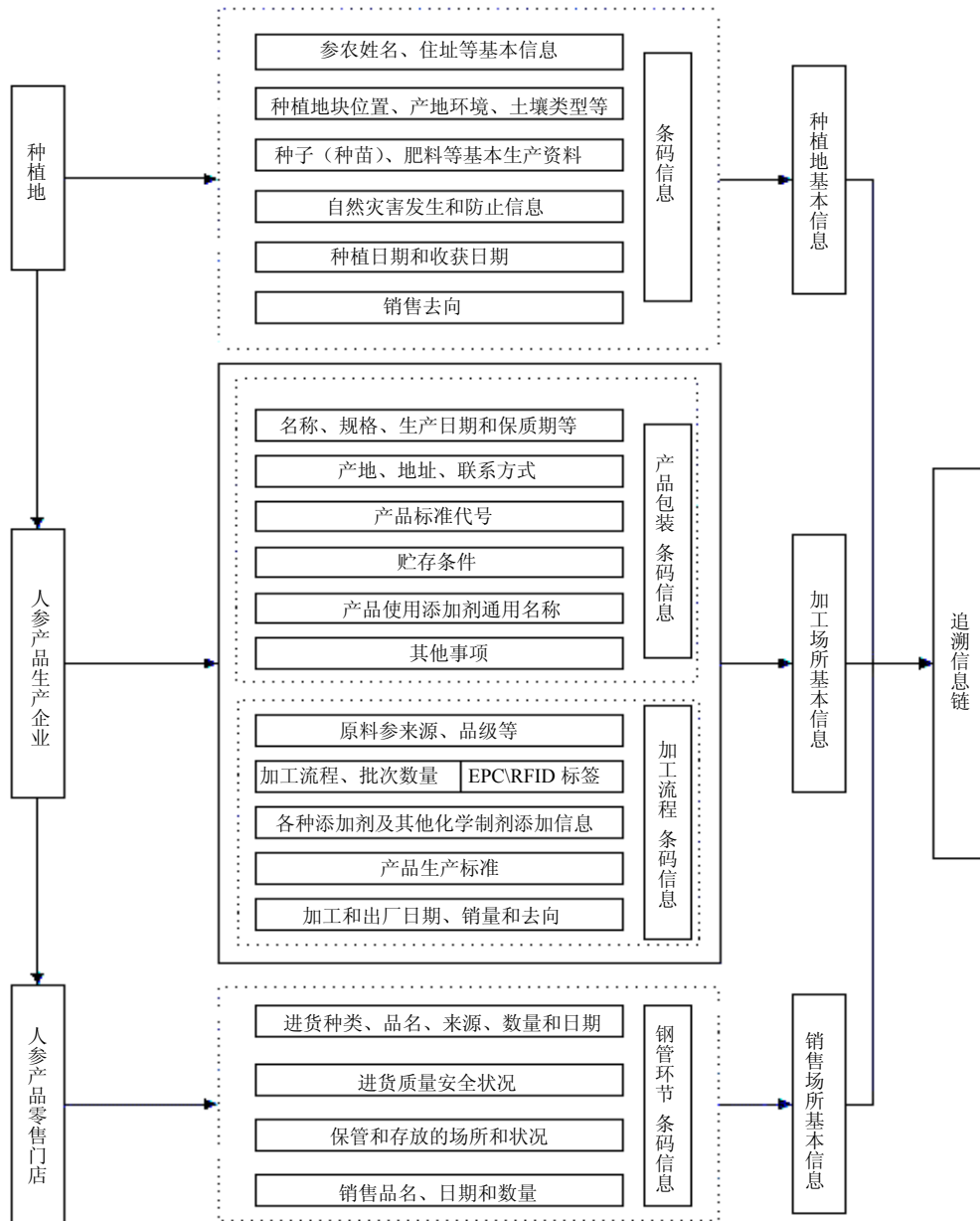


图 2 人参追溯信息流程图

Fig. 2 Flowchart of tracking information

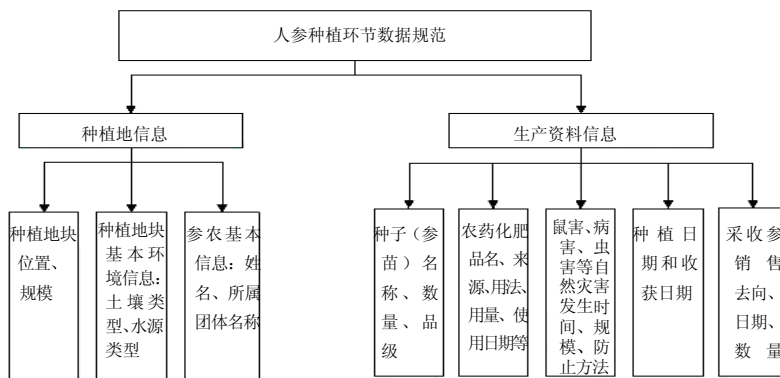


图 3 人参种植环节数据类属规范示意图

Fig. 3 Data specification diagram of ginseng planting

2.2 生产企业关键点数据规范

企业内部生产加工环节质量监控是人参食品质量控制的根本,企业根据作为原料加工的食品、药品、保健食品、食品添加剂和日用化工品、工艺品等制品,应当符合国家或者省人参制品质量标准和人参食品、药品安全标准。依据吉林省人参管理办法及相关规定制度,设定企业应严格规范人参食品加工,并建立相应质量监管档案,对于档案的存储访问与查询设置不同的访问权限,实现相应环节的数据记录与存储管理,从而保证人参食品质量安全。具体采集数据包括:①原料参产地关键数据信息;

②人参制品加工流程和添加物数据信息;③加工品成品、半成品等基本数据信息;④仓储数据信息;⑤相关标准和法规等。具体数据规范信息见图4。

2.3 零售环节数据规范

人参食品销售环节数据规范的研究是人参制品可追溯流程的最后一步,是影响可追溯结果的关键环节,因此如实记录人参制品销售环节的数据信息尤为重要。销售环节采集数据包括:①人参制品基本信息,包括进货信息和出货信息;②分销商基本信息,包括名称、工商登记号和资质等级等。具体数据规范信息见图5。

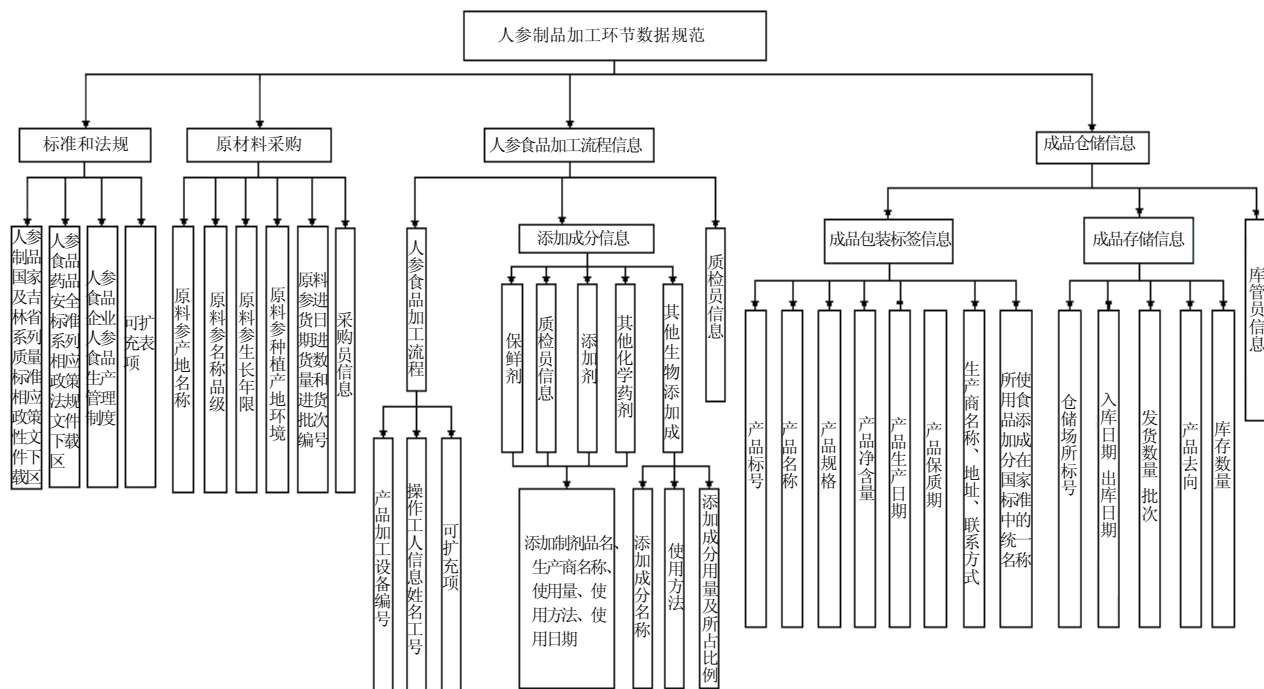


图4 人参加工环节数据规范

Fig. 4 Data specification diagram of ginseng processing

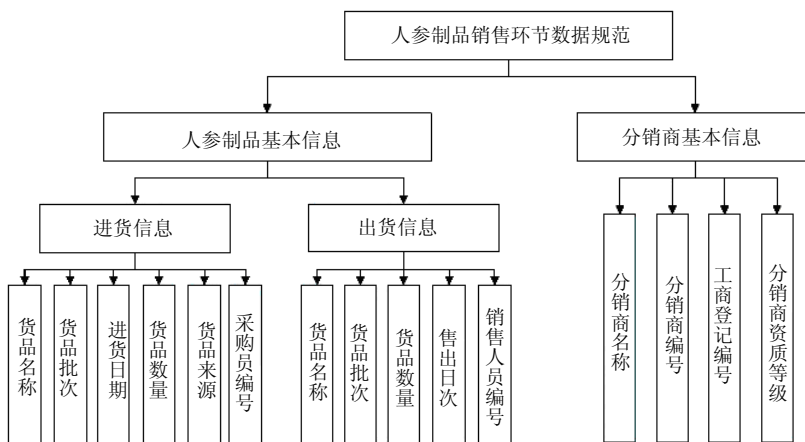


图5 人参加工环节数据规范

Fig. 5 Data specification diagram of ginseng sales

3 溯源编码技术

溯源码作为单体身份惟一标识,用于关联信息流中单体标识信息和单体记录数据在库中信息,是溯源系统进行单体信息读入读出、追踪溯源的关键。本系统针对人参及其制品在不同环节的特性,采用不同信息载体标识类型,并分别设计各类型信息载体的内容表示规则。

3.1 加工环节 RFID 编码规则

RFID 标签信息量较大且易读写,因此被用于人参加工和仓储环节。根据加工和仓储环节数据元需求,采用层次分级方法对 EPC-SGTIN-96 电子标签的编码原则进行说明:①第 1 级:表头(8 位),EPC-SGTIN-96 表头编码为 00110000,用于惟一确定标签型号;②第 2 级:滤值(3 位),用以标识原料种类,编码依次为 000 至 111,用以表示常见初级原料类别,如 010 标识参须;③第 3 级:分区值(3 位),用于标识接下来的原料参标识和人参制品标识的 82 位编码的具体码位分配方案,该设置方式可以较为灵活的对给定码位进行分配,以适应人参制品加工过程中 RFID 码位变化。本系统采用 011 对应码位分配方案,即加工商标识为 26 位,人参制品标识为 56 位。④第 4 级:原料参标识(26 位),该标识位用于对给定原料参进行标识,依次为原料参批次编码 02301,原料产地,采购人员编号 21,带加工品类别 10,则该批次原料参标识码位 023012110(十进制)转化为二进制串为 001 0101 1111 0010 0011 0000 1110。⑤第 5 级:人参制品标识(56 位),该部分为加工成品的惟一标识符,制

品种类以加工红参为例编号为 10,工序 1 分选 1、操作员 11,工序 2 刷洗 2、操作员 03,工序 3 蒸参 3、操作员 09,工序 4 烘干 4、操作员 10,工序 5 分装 5、操作员 07,制品添加成分 11,该批次产品技术检察员编号 02。则该批次加工品标识编码为 101112033(十进制)转化为二进制串为 0000 1110 1000 0011 1000 1001 0111 0110 1110 1010 1010 1111 0101 0111。则该批次人参制品的 SCTIN-96 码为 0011000 010 011 001 0101 1111 0010 0011 0000 1110 0000 1110 1000 0011 1000 1001 0111 0110 1110 1010 1010 1111 0101 0111。通过使用 EPC/RFID 电子标签实现人参制品在加工过程中的信息自动录用与判定。

3.2 人参种植和销售环节条码编码规则

QR 码具有识读速度快、数据密度大、空间占用下和无需垂直线性扫描的特点,因此用于人参追溯环节的两端,即人参种植环节和人参销售环节的信息追溯,具体用于原料参包装箱箱体和人参制品单体的个体标识。QR 码是对应用户输入信息的一种矩阵符号化形式体现,具体编码规则依据于 ISO/IEC 18004-2006^[24]和 GB/T 18284-2000 QR Code^[25]编码规范进行编码。

3.2.1 种植信息二维码编码规则 人参种植环节由于同一地块种植环境相同,采收人参具有相同批次编号,并且原料参根据其品级采用不同的包装规格,因此单体包装一般在几十支到几百支不等。种植环节收储上来的人参其单体包装信息直接通过 QR 码贴附于包装箱外侧。箱体外包装二维码编码规则见图 6。

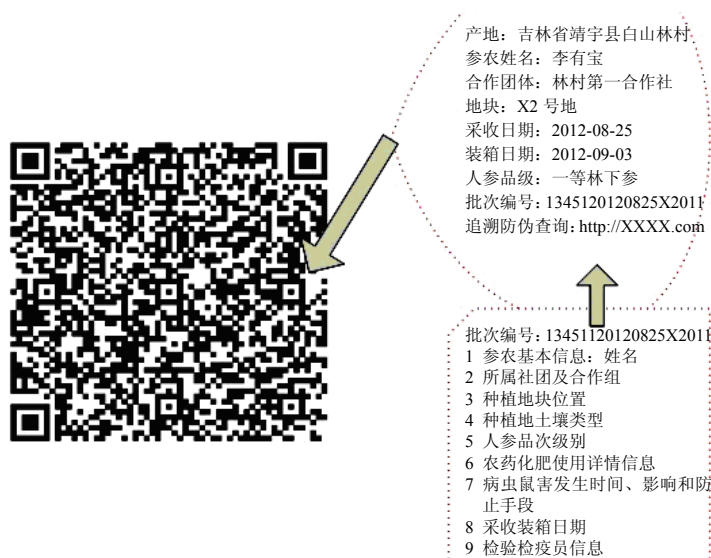


图 6 箱体外包装二维码示意图

Fig. 6 QR code of ginseng package

3.2.2 销售二维码编码规则 人参销售环节相比于原料参种植环节和人参制品加工环节的信息采集汇总，销售环节由于涉及到各级零售分销商，信息采集点较为分散，因此为信息溯源带来不小的难度，其中任一分销点的信息缺失都会影响到整个追溯链的完整性。因此针对该问题，在追溯系统设计过程中为了便于追溯环节中监管部门、消费者、种植加工企业等对于信息的了解，依据销售环节信息获取记录的特殊性，设计一种以 QR 码标识为载体的流通电子单，依据销售环节数据规范要求分别设计针对消费者对于信息的知情权和各级零售分销商对于货品的追溯信息进行记录。其中消费者查询码（图 7-a）用于消费者通过手机条码识读获取商品的详细信息，流通电子表单（图 7-b）用于跟踪记录商品在各级分销商以及下级分销商流通过程中的信息记录，通过电子表单可以清晰地呈现商品流通环节的

详细记录。电子表单的设计较好地解决人参制品由于销售流通环节层次纷繁，追溯信息易缺失的问题。流通电子表单的设计同样适用于其他产品的追溯和流通环节的规范管理。

4 人参制品质量可追溯系统实现

4.1 人参可追溯系统的总体设计

人参质量安全可追溯系统从功能角度总体框架设计为统一访问模块、基础处理模块和数据处理模块。其中统一访问模块主要提供用户访问权限管理、多类用户的单点登录管理、表单展现、基础信息查询与发布管理；基础处理模块主要包括基本数据采集与调整、表单管理、追溯码管理、基本事务管理以及与其他外置设备平台的接口对接与交互；数据处理模块主要包括数据存储与备份、灾难恢复、数据分析与校验、数据预警与高级查询、安全管理与认证等基本功能。系统功能网络结果如图 8 所示。

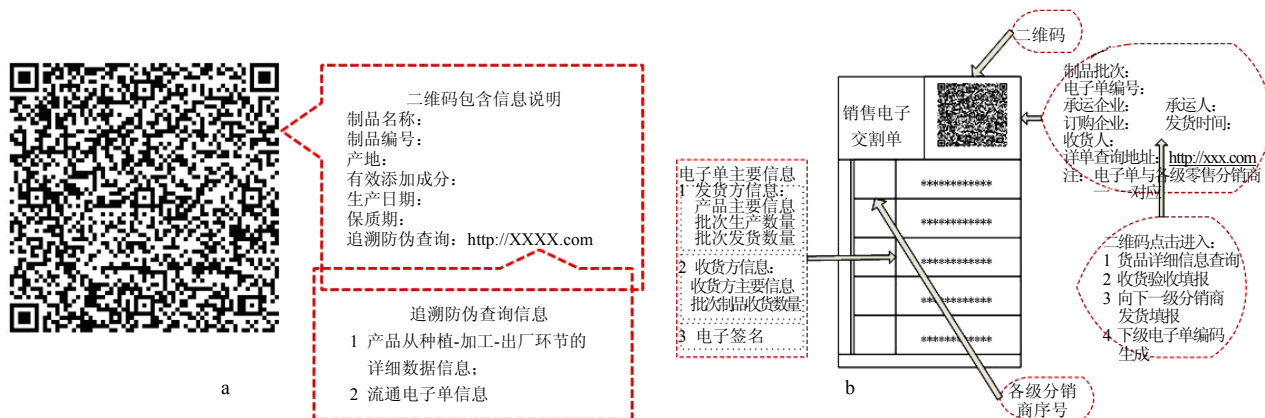


图 7 销售流通环节条码标识示意图

Fig. 7 QR code of ginseng package in sales

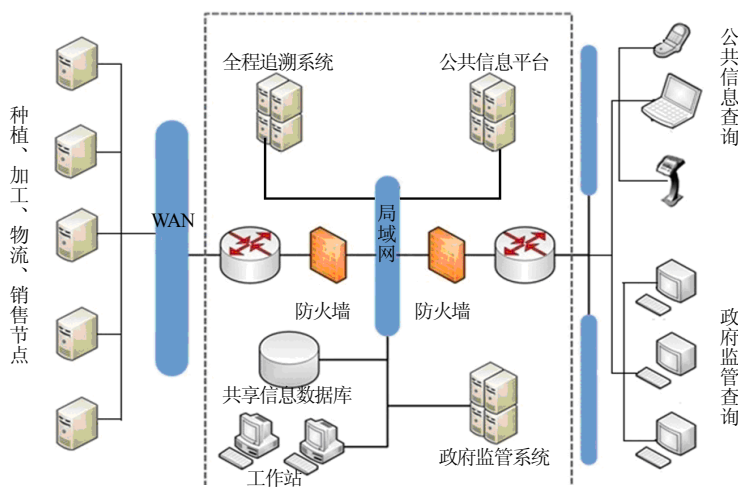


图 8 人参质量可追溯系统网络架构示意图

Fig. 8 Network structure of traceable system for ginseng quality

4.2 技术简介

SAP 具有事件驱动、基于模型和面向服务的基本特点,因此可以建立高效的端到端业务流程。SAP Net Weaver 是基于 ESOA 思想的核心技术开发平台,从组建角度该平台分成集成工具和开发工具 2 个部分。其中集成工具包括 SAP 企业门户、SAP 移动基础结构、SAP 商业智能、SAP 主数据管理、SAP 交互基础结构和 SAP 网络应用服务器。该平台组件可以与互联网等非 SAP 系统开发平台实现交互操作。

4.3 基本平台架构思想

系统采用 B/S 模式,具体功能通过统一访问平台、基础应用平台和数据仓库平台实现。其中统一访问平台负责与用户交互,提供多用户单点访问,报表展现及由 Web Dynpro 设计的友好界面;基础应用平台负责业务逻辑实现;数据仓库平台实现数据

的高级查询和报表功能。人参制品追溯系统庞大,涉及面较多,访问统一平台和数据仓库平台主要由 SAP Net Weaver 架构的组件来完成。基础应用平台的主数据管理、基本事物管理等模块的后台程序在 SAP 环境下,使用 ABAP 语言实现,界面使用 Web Dynpro。

4.4 系统运行环境

IBM Blade Center PS700 刀片服务器 1 台,刀片数量为 6 个;IBM DS3512 存储阵列;IBM Power595 小型机 2 台,作为数据库服务器以及备份灾难恢复服务器使用,采用 AIX 系统架构,SQLServer 2008 数据库软件;数据库服务器通过 HBA 卡与 IBM 阵列相连;服务器通过千兆以太网连接;其他服务器操作系统可以选择 Windows XP、Windows Server 2003 等;Web Service 平台设计采用 SAP Net Weaver 7.0 SR2 或者更高。系统开发界面截图见图 9。



图 9 人参制品质量安全可追溯系统截图

Fig. 9 Screenshot of traceable system for ginseng quality and safety

5 结语

本系统是以吉林人参及其相关制品为研究对象,从政府监管、消费者、追溯链企业三方作为出发点,结合关键点数据规范技术、RFID 与条码标识设计和 SAP Net Weaver 集成研发平台技术的人参制品质量安全可追溯系统。该系统设计实现覆盖种植采收环节包括种植地环境信息、生产资料投入等信息;生产加工环节包括加工地基本信息,加工工艺技术信息;经营流通环节包括商品走向和各级分销商基本信息。该系统的研发与推广应用,从商业层面上为规范人参产业市场,树立吉林人参品牌影响力提供技术支持,同时也为其他农副产品质量安全追溯系统的研发提供借鉴;从政策层面上,可以及时发现现行检测体系、认证体系和职能管理环

节中的主体缺失,同时为实现人参从初级原料参到消费者手中人参制品的全产业链信息覆盖,构建规范、合理、高效和完善的政策法规提供依据。

参考文献

- [1] 徐哲, 赵余庆, 贾力. 人参的词源学、生药学、产品及市场的现代评价 [J]. 现代药物与临床, 2011, 26(2): 96-101.
- [2] 黎阳, 张铁军, 刘素香, 等. 人参化学成分和药理研究进展 [J]. 中草药, 2009, 40(1): 164-附 2.
- [3] Mousavi A, Sarhadi M, Lenk A, et al. Tracing and traceability in the meat processing industry: A solution [J]. *British Food J*, 2002, 104(1): 7-19.
- [4] 王敏. 美国农产品质量安全管理的考察与启示 [J]. 农业质量标准, 2006(1): 40-43.

- [5] 潘晓芳. 中美食品安全管理体系比较研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2005.
- [6] Caswell J A, Modjeska E M. Using informational labeling to influence the market for quality in food products [J]. *American J Agric Econom*, 1996, 43(3): 1248-1255.
- [7] 王秀东, 王永春. 荷兰食品安全的 IKB 体系 [J]. 世界农业, 2005(6): 16-20.
- [8] 刘俊荣. 国际水产品市场法规新趋势——欧盟 Trace Fish 计划 [J]. 水产科学, 2005, 24(4): 42-43.
- [9] 陆昌华, 王长江, 胡肆农, 等. 动物及动物产品标识及回溯可追溯管理 [M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2007.
- [10] 陈红华, 田志宏. 国内外农产品可追溯系统比较研究 [J]. 商场现代化, 2007(510): 5-6.
- [11] 黄海龙. 基于 NET 的农产品质量安全追溯系统研究与开发 [D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2010.
- [12] Miraglia M, Berdal K G, Brera C, *et al.* Detection and traceability of genetically modified organisms in the food production chain [J]. *Food Chem Toxicol*, 2004, 42(7): 1157-1180.
- [13] 杨肖娥, 余剑东, 倪吾钟, 等. 农业环境质量与农产品安全 [J]. 农业科技导报, 2002(4): 3-9.
- [14] 中国物品编码中心. 商品条码应用指南 [M]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [15] 季国军, 何建桥, 施泽平. 南京市农产品质量安全建设进展与思考 [J]. 江苏农业科学, 2004, 32(3): 87-89.
- [16] 谢菊芳. 猪肉安全生产全程可追溯系统的研究 [D]. 北京: 中国农业大学, 2005.
- [17] 王立方, 谢菊芳. 家畜和畜产品可追溯系统研究进展 [J]. 农业工程学报, 2005, 21(7): 168-174.
- [18] 申光磊. 牛肉可追溯系统网络化管理的实现 [D]. 西安: 西北农林科技大学, 2007.
- [19] 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.
- [20] 蒲应葵, 王应宽, 岳田利等人. 苹果-苹果汁质量安全可追溯系统构建 [J]. 农业工程学报, 2008, 24(增刊 2): 289-292.
- [21] 颜波, 石平, 黄广文. 基于 RFID 和 EPC 物联网的水产品供应链可追溯平台开发 [J]. 农业工程学报, 2013, 29(15): 172-183.
- [22] 傅泽田, 邢少华, 张小栓. 食品质量安全可追溯关键技术发展研究 [J]. 农业机械学报, 2013, 44(7): 144-153.
- [23] Lee G I, Lee H M, Lee C H. Food safety issues in industrialization of traditional Korean foods [J]. *Food Control*, 2012, 24(1/2): 1-5.
- [24] Information technology-Automatic identification and data capture techniques-QR code 2005 barcode symbology specification [S]. ISO/IEC 18004-2006.
- [25] QR code 快速响应矩阵码 [S]. GB/T 18284-2000.