

广西外向型蔬菜质量溯源系统开发与应用

曾志康¹, 李敏¹, 韦健¹, 郭元元², 莫小香¹, 钟翠¹, 覃泽林^{1*}

(1. 广西壮族自治区农业科学院农业科技信息研究所, 广西南宁 530007; 2. 广西壮族自治区农业科学院蔬菜研究所, 广西南宁 530007)

摘要 根据广西外向型蔬菜产业质量安全溯源和监管需求, 集成 RFIP 技术、Web、BDS 和传感器技术等, 详细设计了蔬菜质量溯源系统总体架构和农业投入品管理、模型管理、生产管理、生产环境信息监测、仓储管理、加工流通、质量安全保障、溯源查询等系统功能模块, 研发了广西外向型蔬菜质量溯源系统, 并在相关蔬菜种植企业进行推广应用, 为广西外向型蔬菜产业健康发展提供了一种溯源解决方案。

关键词 外向型蔬菜; 溯源系统; 架构设计; 系统研发; RFID

中图分类号 S-058 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)09-0225-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.09.061

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Development and Application of Guangxi Export-oriented Vegetable Quality Traceability System

ZENG Zhi-kang, LI Min, WEI Jian et al (Agricultural Science and Technology Information Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning, Guangxi 530007)

Abstract According to the requirements of quality and safety traceability and supervision of export-oriented vegetable industry in Guangxi, the overall architecture of vegetable quality traceability system and the system function modules of agricultural inputs management, model management, production management, production environment information monitoring, storage management, processing and circulation, quality and safety assurance, traceability query were designed in detail by integrating RFID technology, web, BDS and sensor technology, so as to provide a traceability solution for the healthy development of Guangxi export-oriented vegetable industry.

Key words Export-oriented vegetables; Traceability system; Architecture design; System development; RFID

广西地处亚热带季风气候区, 非常适合发展蔬菜产业。全区列入国家蔬菜产业重点县(区)的有 26 个, 也是我国冬春季蔬菜供应保障的重点区域^[1], 更是我国重要的供港澳和南菜北运蔬菜生产基地^[2], 其中以秋冬菜种植为主体的外销型蔬菜生产约占全年总量的 70%^[3]。广义的广西外向型蔬菜实际以外销型蔬菜为主, 蔬菜产品主要销往粤港澳和北方市场。2018 年, 广西蔬菜(含菜瓜)播种面积 143.97 万 hm², 占农作物总播种面积的 24.1%^[4], 超过水稻和甘蔗, 位居第一, 在广西农业经济中占有重要的地位。

在国家部委支持下, 我国农产品溯源系统研究应用取得显著进展, 形成了政府农业部门搭建共性系统、企业主体搭建个性系统的局面。作为农产品溯源系统的重要组成部分, 蔬菜溯源系统一直倍受专家学者和消费者关注^[5-9]。当前蔬菜溯源系统研究主要集中在如何采集、存储、传递、使用、管理和快捷查询蔬菜生产过程的数据和信息。要使溯源深入到蔬菜产业种植、流通和加工环节, 需要将各种信息技术有机结合起来开展应用, 让消费者能够全面了解蔬菜生产的全环节信息。涉及技术主要包括物联网技术、Web 网站开发技术、数据库技术、QR Code 二维条码技术、RFID 技术、Web Service 技术、BDS、Android 终端系统等。虽然多项蔬菜溯源技术的应用为消费者快速查询蔬菜质量信息提供了快捷通道, 但却局限在生产阶段的追踪, 而蔬菜产业后端的包装、贮

藏、加工、运输、销售等环节由于流动性大、技术难度高、涉及面广等问题难以实现追溯。因此, 针对广西外向型蔬菜产业特点, 加快蔬菜质量溯源系统的建设和完善, 实现全种植周期的流程梳理和科学合理的关键点管控, 全方位监控外向型蔬菜安全生产尤为紧迫。鉴于此, 笔者根据广西外向型蔬菜产业质量安全溯源和监管需求, 集成 RFIP 技术、Web、BDS 和传感器技术等, 详细设计了蔬菜质量溯源系统总体架构和农业投入品管理、模型管理、生产管理、生产环境信息监测、仓储管理、加工流通、质量安全保障、溯源查询等系统功能模块, 研发了广西外向型蔬菜质量溯源系统, 并在相关蔬菜种植企业进行推广应用, 为广西外向型蔬菜产业健康发展提供了一种溯源解决方案。

1 系统设计

1.1 系统需求分析 系统功能需求上, 根据外向型蔬菜产业链更长、环节更多等特点, 针对蔬菜生产溯源需求, 制定蔬菜生产、加工、流通、销售和信息安全信息采集规范, 建立蔬菜生产和质量安全控制体系, 应用信息技术手段实现蔬菜信息的全程跟踪。①开发蔬菜投入品管理、种植管理、加工管理、销售流向管理、检测管理、追溯信息查询管理等功能, 实现从田间到市场环节的信息记录与查询。②开发采用当前主流技术, 采用扁平化设计理念, 提高自动化程度, 简化用户操作流程, 具备良好的用户使用体验。③采用“云服务”的设计模式, 用户无须安装和部署任何软件与系统, 即可实现蔬菜产品信息的溯源。④开发农残检测仪数据上传接口, 实现检测数据自动上传, 并锁定上传数据不可更改。⑤支持移动端蓝牙连接打印机, 通过手机 APP 移动终端打印溯源二维码标签。⑥支持相关信息数据查询和展示, 根据不同基地的溯源内容展示不同的农业种植信息和

基金项目 广西科技重大专项“蔬菜精准管理监控大数据与质量安全溯源平台研发示范”(桂科 AA17204043-3); 广西农业科学院基本科研业务专项“农业信息技术研究”(桂农科 2021YT077)。

作者简介 曾志康(1978—), 男, 广东惠东人, 高级工程师, 从事农业信息技术研究。*通信作者, 研究员, 硕士, 从事农业经济与农业信息研究。

收稿日期 2021-02-01

产品溯源信息。⑦要求可适配物联网环境数据采集设备、土壤墒情采集设备、水肥一体化控制设备、视频监控设备等,实现设备数据与系统的无缝对接。⑧要求设计PC端和移动端版本,管理人员使用PC端进行管理与统计,信息采集录入人员使用移动端进行生产等信息登记,实现蔬菜溯源内容的“二屏合一”。

1.2 系统架构设计 蔬菜质量溯源系统总体分为应用层、接口层、业务层、数据层、传输层、感知层、设备层,系统总体设计架构如图1所示。



图1 系统架构

Fig. 1 System architecture diagram

应用层以用户使用的各类功能为主,直接为用户提供服务,包括普通用户日常信息录入、审核人员对信息的维护与管理、生产批次管理、二维码管理、系统维护等功能。

接口层负责各类软件设备接口的具体实现,可实现展示数据对接、移动端接口对接、传感器设备对接等,作为系统内外数据传输的通道。

业务层是溯源系统整体流程的具体实现,是系统的核心部分,负责完成流程的管理与控制、各个功能的实现、数据的处理与校验,对数据层、接口层和应用层具有承上启下的作用。

传输层主要用于感知设备的数据传输,负责传递系统对传感器或控制器下达的控制指令,以及传输传感器回传的数据。

感知层主要由各类传感器构成,传感器的作用是识别物质和采集数据,可测量蔬菜生产过程中种植环境、加工环境、仓储运输环境的各项数据。

设备层由溯源过程中使用到的各类输入输出设备组成,一般包括二维码打印机、手持信息录入终端、条码扫描仪、农残检测仪等设备。

1.3 系统总体设计 通过对蔬菜生产过程涉及的数据、流程和业务进行分析,对系统的功能分布、数据走向、整体结构进行层次化和结构化设计。溯源信息以种植批次为中心,积累整个蔬菜生产过程中所产生的各类信息,最终形成完整的

溯源信息,并以二维码的形式呈现于产品外包装上,提供PC端查询与移动端扫码查询两种溯源信息查询方式。系统总体结构如图2所示。

2 系统实现

2.1 功能模块设计

2.1.1 农业投入品管理模块。投入品管理模块针对蔬菜种植过程中的投入品实际使用情况进行开发,涉及供应商、投入品与投入品使用情况3个方面,包括投入品供应商资质审核与备案、投入品准入审核与备案、投入品采购记录监管、投入品仓储记录、投入品使用记录等功能。通过信息化技术实现对蔬菜生产商、生产投入品等蔬菜产品生产要素的监管,确保蔬菜生产基础投入的安全性。具体业务流程如下:①用户在系统内提交投入品供应商的资质信息与其他审核材料进行备案。②系统管理运营方审核供应商资质。③根据系统的投入品模型添加农业投入品。④系统管理运营方审核投入品信息。

2.1.2 模型管理模块。模型管理模块负责制定各个环节的数据内容、数据格式与环节流程,具体可分为投入品模型、生产模型、加工模型、销售模型等,可作为各环节中数据录入界面生成的依据以及接口对接的数据标准。在数据录入界面生成时,根据数据内容与格式,生成相应的界面表单以及数据校验规则。在进行接口对接时,需要根据模型中的数据格式进行接口的对接、校验、数据转换等操作。

2.1.3 生产管理模块。生产管理模块是整个溯源系统的核心模块,功能覆盖蔬菜种植过程中的所有环节,具体分为以下3个部分:①种植前包括种植生产计划制定、地块用途规划、农业设施建设计划等。②种植过程中包括农资需求采购、作业计划制定、作业记录、产品生长情况记录、异常与问题处理等,并对接环境数据监测,提供预警功能,如土壤湿度监测提供干旱预警、气温监测提供高温预警等。③蔬菜成熟后可进行采收计划的制定、运输计划的制定等。

2.1.4 生产环境信息监测模块。在蔬菜生产过程中,针对土壤环境采用墒情监测传感器,对不同土层进行湿度、温度、EC值、pH的监测;针对气象环境采用小型农业气象站,对空气湿度、空气温度、大气压强、降雨量、风向、风速、光照度等环境指标进行监测。在种植大棚的环境中,采用室内环境采集传感器,对室温、室内湿度、室内光照度、一氧化碳、二氧化碳等环境指标进行监测。

2.1.5 仓储管理模块。仓储管理模块负责针对需要储存的蔬菜产品,进行严格的称重与出入库登记操作,保障蔬菜产品按时、按量、按质出库流通,并针对冷链车体、冷库、厂房等储藏空间,采用耐低温的温度、湿度传感器对储藏环境指标进行监测。对于物流过程中的位置信息,利用BDS结合人工定点打卡的模式,进行蔬菜产品的位置跟踪。

2.1.6 加工流通监测模块。利用RFID、BDS等技术实现蔬菜农产品加工仓储环节、物流运输环节、市场流通监测环节的信息追溯,确保产品在加工、存储、运输、流通等环节的质量安全防护。

实时监控和跟踪,并将运输环节中的信息,例如出发时间、车体环境、到达时间以及运输路线通过车载无线模块上传至蔬菜质量安全溯源系统数据中心(图4)。^③蔬菜产品销售环节信息监测与获取。超市以及批发市场的经营户在零售蔬菜产品时,以随附其上的 QR Code 追溯条码标签刷开标签电子秤,电子秤完成零售蔬菜产品的称重后,自动打印出包含 QR Code 追溯条码的收银小票。超市以及批发市场的销售管理子系统将销售数据(出售地点、出售时间等)保存在本地,并定期上传数据中心进行存储和处理,这样各级政府管理人员就可以通过监管决策平台对超市或者批发市场的市场行为进行监控,而消费者通过查询终端查询蔬菜产品的相关溯源信息(图5)。



图4 蔬菜产品运输信息获取

Fig. 4 The transportation information acquisition of vegetable product

2.2.2 基于 SOA 架构研发系统销售流通数据交换平台。蔬菜产品全产业链关键数据信息经过传感器采集后,通过网络传输渠道集中回发至数据中心,经由数据中心对多源异构数据进行解析、提取、转换、存储后,向上提供跨平台应用。因

此销售流通数据交换平台是第3方物流服务平台建设的基础设施。销售流通数据交换平台的数据源来自蔬菜流通各个环节,各环节的本地数据信息输入系统数据中心数据库或与蔬菜质量安全溯源系统数据中心的数据库系统无缝交换。平台集成的中间件基于 JBI 架构,以插件的集成模式作用于完整的中间件平台(图6)。平台集成开发时,以各类不同物流系统的集成要求为基础,对中间件进行差异化配置,以适应异构数据的接入需求。数据绑定中间件采用统一的 SDO 规范封装数据集对象,实现各业务数据结构的高度标准化;数据转换中间件通过 XSLT 和 XPATH 技术,将异构数据进行转换,使不同应用的数据能彼此兼容互通;数据安全中间件通过可信计算等先进技术来实现数据的安全保障;流程控制集成中间件采用 BPEL 引擎,并严格遵循 BPM 规范,实现应用服务结构的流程化装配,通过低耦合的服务化模式,将离散型逻辑应用模块整合为全流程化的业务处理模块。



图5 蔬菜产品销售信息获取

Fig. 5 The sales information acquisition of vegetable product

2.2.3 基于SAAS技术研发广西外向型蔬菜质量安全溯源系统。安装蔬菜产品信息溯源查询终端,通过条码扫描等方式,可以查询到蔬菜产品入出库、流通的全部信息,展示屏可以考虑使用电视屏,具体数量可以根据现场情况确定。基于查询终端的溯源查询系统是消费者进行农产品信息追溯的

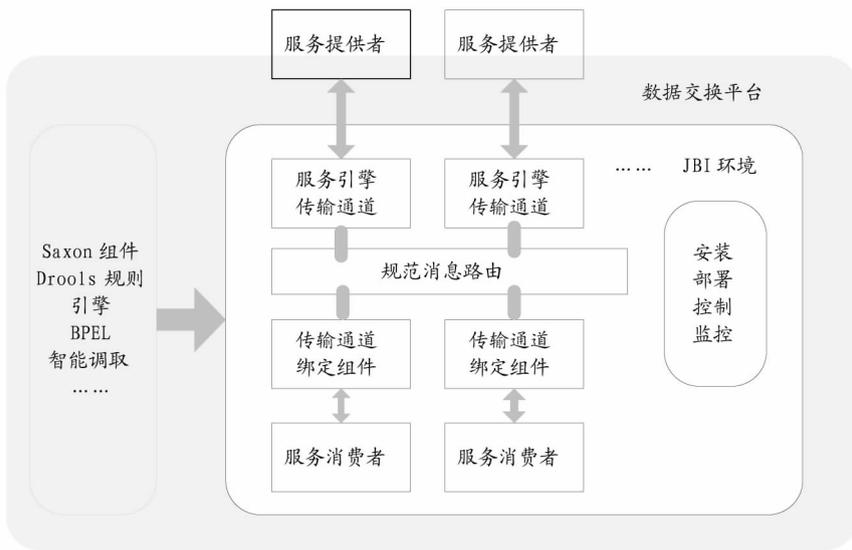


图6 物流数据交换平台技术路线

Fig. 6 Technical roadmap of logistics data exchange platform

窗口,支持的查询终端可以是 Web 网站、手机、条码扫描仪。消费者买到农产品后,可以根据收银小票上的追溯条码或者追溯号,以终端查询机、公共信息平台网站、手机短信、条码

扫描等方式查询所购买蔬菜产品产品的流通、销售等信息,通过这种方式让消费者吃到经过产品质量安全认证的蔬菜农产品种植基地(企业)的产品(图7)。



图7 系统使用界面

Fig.7 System user interface

3 系统应用

系统通过部署和测试后,在广西禾美生态农业股份有限公司、广西九盛农业有限公司、广西巨力普惠农业投资有限公司、广西深禾丰农业科技发展有限公司、广西长江天成农业集团有限公司、天峨县富民农业技术服务专业合作社 6 个企业的蔬菜生产基地进行应用,应用面积 196.67 hm²,涉及菜心、胡萝卜、番茄、黄瓜、西蓝花、南瓜等 30 多个蔬菜品种。通过对采购、生产、库存、销售等各环节精细化管控,利用物联网技术实时抓取最新基地环境数据和加工流通环境数据,助力了基地农业生产加快标准化、规模化、现代化发展进程,实现广西外向型蔬菜产业生产全过程的管理和溯源。另外,通过为基地产业链中被授权的各方(农业主管部门、农产品监管部门、基地公司)提供种植基地各项报表,也起到了监督基地运行管理的作用。

但系统在实际应用过程中也存在一些问题。例如,数据可篡改、数据真实性有待验证;有些基地管理人员专业知识缺乏、培训不足导致未能按照系统上设置的业务流程进行规范操作;系统宣传推广和社会参与度不够,系统功能应用效果无法得到最真实的反馈。

4 结语

通过集成 RFID 技术,辅以 Web、BDS 和传感器技术等,研发了面向广西外向型蔬菜产业的质量溯源系统,该系统具有覆盖外向型蔬菜全产业链、各环节数据无缝衔接等特点,并在蔬菜种植企业进行了推广和应用,根据用户使用报告,系统功能模块设计吻合实际应用需求,在实现企业蔬菜产品追溯、打造企业产品品牌形象、提升企业基地信息管理水平等方面具有重要意义。随着信息技术的不断发展,特别是

5G 技术、区块链技术的普及应用和溯源数据安全性、不可篡改性需求更加明确,开发基于区块链技术的蔬菜溯源系统^[10-13],实现数据上链,基于计算机视觉技术建立蔬菜农残检测模型,以区块链技术+计算机视觉模式,验证大数据与表型农残检测训练数据的关系,验证溯源数据的真实性,解决产品信任问题,并将结果应用于电子商务和社区团购配送等领域,实现产地数据的反向消费,是外向型数据溯源系统下一步重点开展研究的方向。

参考文献

- [1] 国家发展改革委,农业部. 全国蔬菜产业发展规划(2011-2020年)[R]. 2011.
- [2] 宁夏,孔令孜,尚小红,等. 广西蔬菜产业发展现状与对策分析[J]. 热带农业科学,2017,37(2):107-113.
- [3] 覃汉林,韦荣敏. 广西蔬菜优势区域布局及发展对策[J]. 中国蔬菜,2007(8):7-9.
- [4] 广西壮族自治区统计局. 广西统计年鉴 2019[M]. 北京:中国统计出版社,2019.
- [5] 於文刚. 基于 RFID 的蔬菜质量溯源系统的设计与实现[J]. 智能计算机与应用,2016,6(4):48-50.
- [6] 王林生,于玲. 基于 Android 和 QR 码的有机蔬菜溯源系统开发与应用[J]. 农机化研究,2018,40(4):220-224.
- [7] 郑业鲁,刘晓珂,郭洛先,等. 基于供应链的蔬菜安全溯源系统的设计与实现[J]. 广东农业科学,2016,43(1):145-150.
- [8] 付志文,李建军,林健,等. 基于社区支持农业的蔬菜质量安全溯源系统研究[J]. 江苏农业科学,2018,46(3):196-201.
- [9] 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.
- [10] 王宝堂,楼百均. 基于区块链技术的农产品溯源体系建设[J]. 浙江万里学院学报,2021,34(1):33-38.
- [11] 汪汇涓,周爱莲,梁晓贤,等. 区块链技术在农产品溯源领域的应用研究[J]. 中国农学通报,2020,36(36):158-164.
- [12] 范立南,张志雷,赵宏伟. 基于区块链技术的农产品信息追溯系统模型研究[J]. 物流科技,2020,43(12):11-14.
- [13] 李鹏伟,于凤荣. 基于区块链的黑龙江垦区农产品溯源系统研究[J]. 现代化农业,2021(1):68-70.