

基于智慧包装的小麦种子防伪预警系统设计与实现

陈莹¹, 张友华^{1*}, 郭书普², 陆徐忠²

(1. 安徽农业大学信息与计算机学院, 合肥 230036; 2. 安徽省农业科学院农业经济与信息研究所, 合肥 230031)

摘要: 针对小麦种业假冒伪劣、窜货等问题, 为了加强小麦种业的安全防伪以及提高其智能化监督和管理水平, 在现有溯源、智慧包装等技术的基础上, 提出了一种结合小麦种子身份证的防伪溯源码编码方案。消费者通过扫码追溯并依据追溯防伪验证模型进行验证, 实现小麦种子真伪的判定; 同时设计了一种根据溯源防伪验证记录分析的防伪预警模型, 智能化展示可能问题小麦种子的地点分布和影响程度。根据研究结果设计相应的系统平台并应用于小麦种业中, 系统示范应用结果表明能够有效地实现小麦种子的追溯、防伪和预警, 保障种业安全, 具有较大的理论意义和实用价值, 在种子行业中有着广泛的应用前景。

关键词: 小麦种子; 防伪; 智慧包装; 溯源; 预警

中图分类号: TP311

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X(2016)05-1033-06

Design and implementation of wheat seeds anti-counterfeiting early warning system based on wisdom packaging

CHEN Ying¹, ZHANG Youhua¹, GUO Shupu², LU Xuzhong²

(1. School of Information and Computer, Anhui Agricultural University, Hefei 230036;

2. Agricultural Economy and Information Research Institute of Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei 230031)

Abstract: In order to prevent the emergence of “forged and fake commodity” and “fleeing goods” in wheat seed industry, strengthen the industry security, and improve the level of intelligent supervision and management, we proposed a new coding scheme related to the identity of wheat seed to generate a new traceability code for tracking based on the existing traceability technology and smart packaging. Furthermore, we designed and implemented an analysis model for anti-fake and forecasting, which can intelligently show managers and customers the areal distribution and influence degree of the fake wheat seed. By using the traceability code and analysis model, managers and customers can clearly determine the authenticity of the wheat seed. Our results showed that the new traceability code and analysis model have significant efficiency in traceability, anti-fake and forecasting of wheat seed, indicating their great practical value and application prospect for the wheat seed industry.

Key words: wheat seeds; anti-counterfeiting; wisdom packaging; traceability; early warning

小麦是三大谷物之一, 2015 年小麦在我国主要粮食作物品种总产量中位居第二^[1], 是我国粮食系统中的重中之重。我国是农业大国, 农业效益的先锋就是种子的质量问题^[2], 小麦种子的质量决定着麦业产量的高低, 关系着农业的发展。近年来, 伴随着种子市场的放开, 我国农产品质量安全事故时有发生, 人们对于农产品的需求和关注日益从数量向质量转变, 相关法规和文件均明确提出加强推

进农产品质量安全体系建设^[3]。

计算机物联网、智能决策等技术的发展, 为种业现代化提供了基础。尤其是最近几年溯源技术的发展, 从以前单纯的验证产品厂家信息到现在进行防伪的同时能够监控种子的生产、仓储、物流等信息, 成为近年来防伪发展的主要趋势, 例如刘英杰等提出的二维码林果业溯源防伪系统应用^[4], 王守友等提出的酒包装二维码溯源防伪设计^[5]等, 都是

收稿日期: 2016-03-01

基金项目: 安徽省科技重大专项(15czz03117)资助。

作者简介: 陈莹, 硕士。E-mail: chenying@ahau.edu.cn

* 通信作者: 张友华, 教授。E-mail: zhangyh@ahau.edu.cn

采用溯源技术实现防伪。粮食安全，信息先行，凡事预则立，不预则废，对于小麦种子危机管理，关键在于预防^[6]。建立科学的小麦种子防伪预警有助于降低小麦种业安全风险，及时发现安全隐患，为执法者提供决策支持，让其有目标和针对性的进行监管和检查，大大节约人力、物力、财力，从而维护消费者和农户权益以及合法种子经销单位的效益，保障麦种行业能够健康有序的发展。

本研究依据国家种业政策法规，针对小麦种子企业的安全特点，注重科技创新，利用溯源技术和智慧包装技术，建立防伪验证模型，实现小麦种子安全防伪，其中设计的防伪溯源码结合了小麦种子身份证，让小麦种子溯源防伪和小麦品种 DNA 检测防伪有效地结合在一起，双重保障种业防伪安全；在溯源防伪基础上，智能分析防伪验证时的扫码记录，设计小麦种子预警模型，为降低小麦种业安全隐患提供数据依据和技术支持，对应设计的小麦种子防伪预警系统弥补了当今国内种业市场中小麦种子防伪预警的空白，完善了种业安全智能化监管服务。

1 系统方案

1.1 技术路线

基于智慧包装的小麦种子溯源防伪及预警研究技术路线如图 1 所示。在前期数据准备阶段，收集小麦品种资源信息以及相关的商品信息，利用 SSR 荧光分析得到小麦品种分子指纹数据，基于种子身份证的概念，结合小麦品种的商品信息和特异基因补充信息等构建小麦种子身份证；获取小麦种子身份证信息之后，根据防伪溯源的编码方案，结合企业组织机构代码、生产批次信息等构建小麦种子防伪溯源码；基于智慧包装技术，结合溯源技术、物联网技术框架，针对小麦种业形成一个从小麦种子从育种到销售的完整供应链条，并研发小麦种子物联网综合信息平台，实现对小麦种子的溯源防伪和预警功能；消费者购买小麦种子产品时，通过手机或互联网等扫描工具对种子包装上的产品二维码进行扫描，判定产品二维码的真伪，在真码的基础上，通过对扫描情况进行分析，针对符合预警条件的情况进行相应等级的风险预警。

1.2 系统架构

根据农产品质量安全体系建设标准，结合小麦种业市场的法律法规以及实际需求，基于供应链管理现代管理手段，利用物联网、智慧包装、溯源等现代技术，以 UCC/EAN-128 二维码为追溯载体设

计实现了小麦种子防伪实现方案。方案分为“感知、网络、应用”3层物联网架构，系统架构图如图 2 所示。

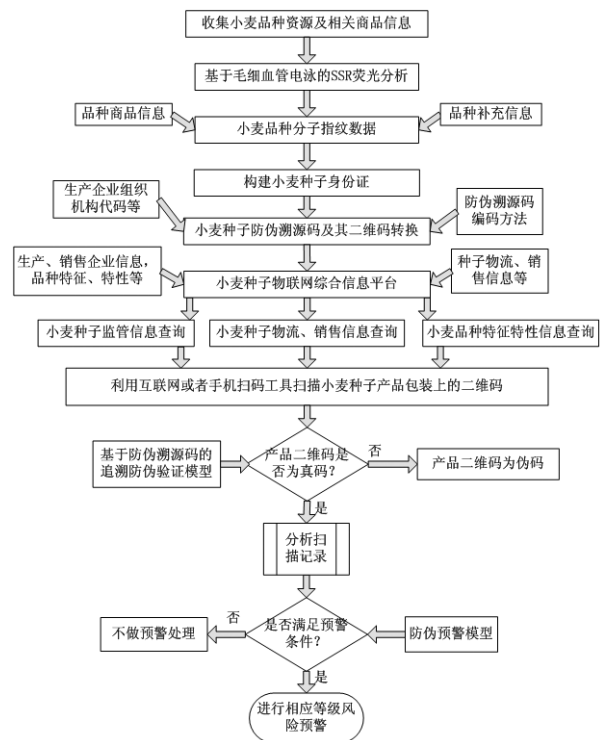


图 1 小麦种子溯源防伪及预警研究技术路线
Figure 1 The technology roadmap of the traceability security and early warning of wheat seeds

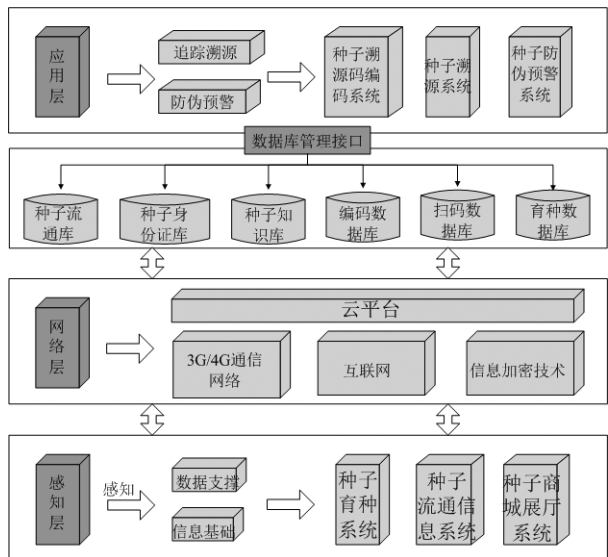


图 2 小麦种子防伪预警系统架构图
Figure 2 The system architecture of wheat seeds security warning

其中感知层主要作用是利用传感器、移动终端等设备，通过种子生产育种系统、种子流通信息系统和种子商城展厅系统，实时获取小麦种子从生产到销售整个供应链环节的信息，为整个系统平台提

供数据支撑和信息基础;网络层主要作用是通过互联网、3G/4G 通信网络,利用数据传输和信息加密等技术,调用小麦种子防伪数据库管理接口,将感知层采集到的数据实现安全存储^[7];应用层主要实现数据的处理和应用功能,利用智慧包装和溯源技术,通过小麦种子防伪溯源码编码系统和小麦种子溯源系统实现对小麦种子的追踪溯源,同时通过小麦种子防伪预警 GIS 系统,分析和交互小麦种子防伪数据库的数据,将分析结果反馈给管理者,协助管理者作出决策,实现小麦种子防伪预警功能。

2 系统关键技术

2.1 防伪溯源码编码方法

防伪溯源码是开展小麦种子追踪溯源的唯一标识,是实现小麦种子从生长到销售的整个供应链环节信息处理和交换的基础。种子防伪溯源码编码方法遵从唯一性、通用性等原则,采用 UCC/EAN-128 编码规则机制,结合小麦种子身份证进行编码,由企业组织机构代码、小麦种子身份证代码、生产批次号组成,共计 28 位。其与种子防伪网址 URL 一起,利用具有储存密度高、纠错能力强的二维码技术,生成最终产品二维码,结构示例如图 3 所示。

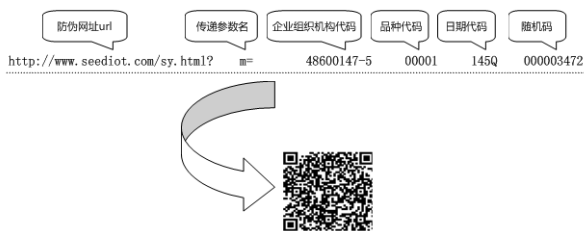


图 3 防伪溯源码编码结构

Figure 3 The coding structure of traceability security code

(1) 企业组织机构代码

企业组织机构代码是依法注册、依法登记的企业单位拥有的一个在全国范围内唯一的、始终不变的代码标识,同居民身份证一样,是企业组织机构在社会经济活动中被统一赋予的单位身份证。其覆盖范围广泛,以企业的数字档案为凭证,通过企业组织机构代码,可以动态追溯到每一个组织机构的历史发展变化以及企业的基本信息。

(2) 小麦种子身份证代码

种子身份证是 2012 年安徽省农业科学院水稻研究所和农业经济与信息研究所共同合作在前期针对两系杂交稻种子分子鉴定技术的基础上提出的概念^[10]。本文中的小麦种子身份证是通过 SSR 分子指纹荧光标记技术,获取小麦品种 DNA 指纹数据以

及小麦品种特有的特异基因信息,具有特殊性、可追溯性的特点,能够真实的展现出小麦种子的特定信息,保障小麦品种的准确识别,小麦种子身份证组成结构包括商品码、指纹码和补充码,如图 4 所示。为能够有效地应用于小麦品种真伪辨别方面,将小麦种子身份证技术融入到种子防伪溯源码中,同时遵循唯一性、开放性和最短原则,实际编码使用小麦种子身份证代码表示小麦种子身份证,从而设计出具有代表小麦种子品种 DNA 信息的种子防伪溯源码。

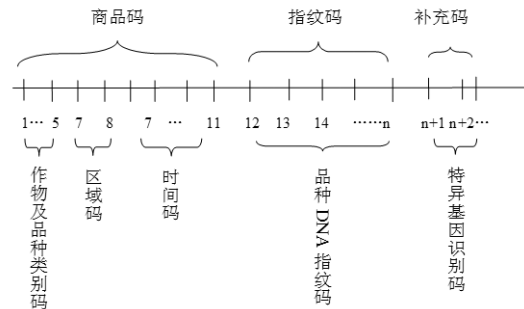


图 4 小麦种子身份证组成结构

Figure 4 The composition structure of wheat seeds varieties identity card

(3) 生产批次号

生产批次号是用来标识小麦种子生产的具体批次,用以区分小麦种子产品的特定性和唯一性。生产批次号由日期码和随机码构成,其中,日期码表示该批小麦种子的具体生产日期;随机码是利用随机函数分段随机生成,从而断绝根据规律仿造生产批次号的可能,确保由生产批次号构成的防伪溯源码具有唯一性和无规律性,增加防伪强度,提高小麦种子的防伪安全性。随机码生成公式如式(1)所示,其中: R_i 表示第*i*个随机码, n 表示生成随机码的个数, R_l 表示随机码 R_i 的区间长度,获得过程如式(2)所示, l 表示随机码的长度, R_{max} 表示随机函数 Rand()的最大值。

$$R_i = (i-1) \times R_l + \text{Rand}(R_l) \quad 1 \leq i \leq n \quad (1)$$

$$R_l = \begin{cases} \frac{l}{n}, & 0 < R_l < R_{max} \\ R_{max}, & R_l \geq R_{max} \end{cases} \quad (2)$$

例如,自定义随机码的长度为 9 位,即 $l=9$,则随机码范围为(000000000,999999999)。现需生产 100 万袋小麦种子,即 $n=1000000$,需生成 100 万条随机码,根据公式(2),可得区间长度 $R_l=1000$,即相当于在区间(000000000,999999999)中每隔 1000 个数生成一个随机码,利用公式(1),循环生

成 100 万条随机码。种子防伪溯源码编码系统如图 5 所示，可高效快速的生成百万级编码。

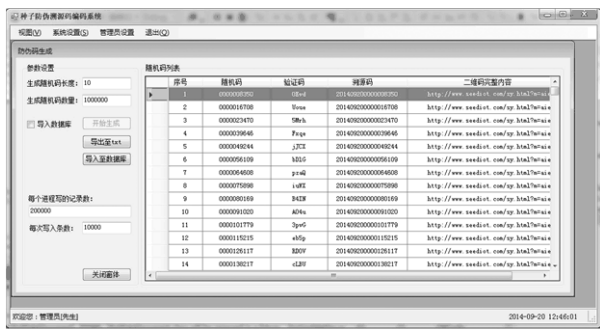


图 5 种子防伪溯源码编码系统

Figure 5 The coding system of seed security traceability code

2.2 基于防伪溯源码的追溯防伪验证模型

可追溯系统被认为是解决假冒伪劣问题的最佳手段，单纯的验证产品信息已经远远满足不了市场需求，通过完整和稳定的供应链追溯进行防伪验证已成为近年来防伪发展的主要趋势。本文利用溯源技术，基于小麦防伪溯源码构建小麦种子追溯防伪验证模型，追溯小麦种子包装产品的整个供应链数据，了解其生产过程和销售流向等反馈信息，从而对小麦种子的真伪进行验证。



图 6 种子追溯防伪验证手机界面

Figure 6 The phone interface of seeds retroactive security verification

首先，消费者通过手机等扫码工具扫描所属公司小麦种子包装上的产品二维码，获取小麦种子防伪溯源码，并跳转至小麦种子防伪验证网站，若扫描后未成功跳转，则小麦种子为假冒产品。

其次，记录扫码的时间，利用 GPS 定位功能获取扫码的经纬度信息，通过 3G/4G 等技术，将获取

的扫码记录与小麦种子防伪溯源码共同上传至小麦种子防伪网站的扫码数据库中。

最后，将小麦种子防伪溯源码和编码库中的所有种子防伪溯源码进行查找对比，若对比成功，则为真码，并进一步获取该溯源码对应产品的产地、企业以及所有供应链信息；若比对失败，则该小麦种子为假冒产品。

2.3 防伪预警模型

预警被联合国国际减灾战略 (ISDR) 定义为由专门的机构提供及时和有效的信息，使得处在危险中的个人或组织迅速采取行动以避免或减少他们的风险，并准备有效的应对^[11]。针对违法分子复制盗用正规商家小麦种子产品包装的情况，本文依据扫码数据库中的扫码记录，通过分析比较扫码时间、扫码次数和扫码地点之间距离智能分析判断产品被伪造盗用的严重程度和涉及范围，建立科学有效的小麦种子防伪预警模型，并设置次数阈值和距离阈值，将风险预警分为 3 个等级：轻度风险预警、中度风险预警和重度风险预警，利用 WebGIS 等可视化技术实现不同等级风险预警报警，提醒商家和政府监管人员进行有效查证，最小化假冒伪劣小麦种子造成的危害，为小麦种业安全建设提供有力的保障。小麦种子防伪预警模型流程图如图 7 所示。

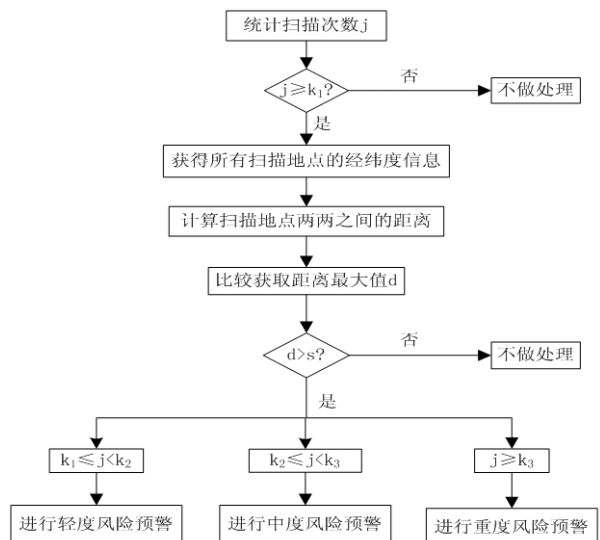


图 7 小麦种子防伪预警模型流程图

Figure 7 The flowchart of wheat seeds security warning model

(1) 扫描次数阈值

消费者购买小麦产品对应的小麦防伪溯源码初始扫描次数为 0，用户每扫描一次产品二维码，扫描记录增 1，对应的小麦防伪溯源码扫描次数值加 1。针对不同等级的风险预警设定不同的扫描次数阈

值 k , 设定轻度风险预警扫描次数阈值 k_1 , 中度风险预警扫描次数阈值 k_2 , 重度风险预警扫描次数阈值 k_3 。分析统计扫码数据库中的扫码记录, 获取小麦产品二维码的扫描次数 j , 将 j 与各风险等级扫描次数阈值 k 进行比较, 如果 $j \in [0, k_1)$, 则不做预警处理, 否则获得相应的风险预警等级, 并进一步判断是否进行预警。

(2) 扫描距离阈值

为了排除消费者在一定区域内对购买的正品产品进行多次扫描的情况, 设置距离阈值 s , 对小于 s 的多次扫描不进行风险预警。根据扫码记录中扫描地点的经纬度信息, 利用距离公式计算得到扫描地点两两之间的距离, 选出其中的距离最大值 d , 将 d 与距离阈值 s 进行比较, 当 $d > s$ 时进行对应的风险预警等级预警, 并给出风险预警等级对应的不同颜色的预警信号。

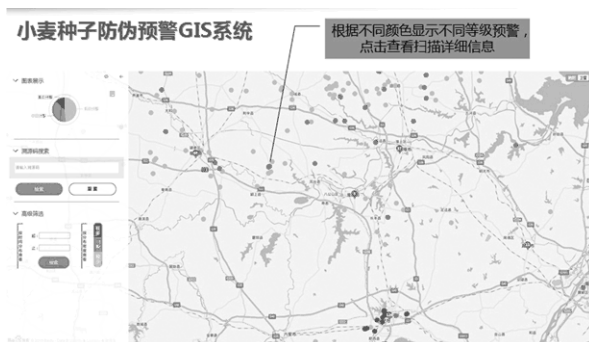


图 8 小麦种子防伪预警 GIS 系统

Figure 8 Wheat seeds security warning GIS system

小麦种子防伪预警 GIS 系统, 如图 8 所示, 监管人员可以根据警报情况及时了解到种子产品安全问题, 并科学地进行决策和处理。

3 应用案例

目前, 根据本研究方案研发设计的小麦种子物联网综合信息平台已经在安徽省宿州市种子公司等规模化种子企业进行了示范应用, 功能完善、性能稳定, 网上发布网址为: <http://www.seediot.com>。系统通过物联网、智慧包装、GIS 等现代技术, 以 UCC/EAN-128 二维码为追溯载体, 衔接编码数据库、扫码数据库等多个数据库管理接口, 构建了基于 B/S 模式的小麦种子物联网系统平台, 设计多个子系统, 包括种子流通信息系统、种子溯源系统、种子防伪预警系统等子系统, 能够唯一确定具体批次的小麦种子的育种、生产、销售等信息, 实现了小麦种子从生产到销售的全程追溯和监控预警。使

用该系统后, 消费者可以实时监控小麦种子的安全问题, 买的放心, 吃的安心, 提升了用户满意度, 同时增加了消费者对该企业的信任度, 提高了企业的竞争能力和知名度。

3 讨论与结论

种子产品安全问题关系到人民群众的根本利益, 提供安全可靠的种子产品是企业的基本条件。针对国内种子质量安全体系的需求, 在研究国内种业市场同类技术的基础上, 结合小麦种子身份证, 将物联网和智慧包装等技术应用于小麦种子的供应链环节中, 设计了小麦种子物联网系统平台。在实际使用过程中, 获得了较好的用户反映结果。

一方面系统不仅实现了对小麦种子的品种信息、企业信息、流通信息等的追踪溯源, 同时实现了对小麦种子产品防伪溯源码扫描情况的溯源可视化预警, 保障了小麦种子产品的质量安全, 增加了产品的信任度和附加值, 维护了消费者和商家的利益; 另一方面系统是一个新型的从生产加工到市场流通整个供应链环节的集溯源防伪预警于一体的系统平台, 为种业市场中防伪预警系统的缺乏提供了有效的解决方法, 对于市场上企业对小麦种子的监管具有一定的指导和借鉴意义, 在种业物联网中有着广泛的应用前景。在今后的工作中, 会根据用户的反馈和实际应用中发现的问题, 不断改进该系统, 使其具有更好的稳定性和适应性。

参考文献:

- [1] 王欢. 五谷杂粮之小麦[J]. 农产品市场周刊, 2015(21): 57-59.
- [2] 全国人民代表大会常务委员会. 中华人民共和国种子法[S]. [2000-12-01].
- [3] 杨信廷, 钱建平, 孙传恒, 等. 农产品及食品质量安全追溯系统关键技术研究进展[J]. 农业机械学报, 2014, 45(11): 212-222.
- [4] 刘英杰, 单东强, 张宏宇, 等. 二维码林果业溯源防伪系统应用[C]//中国通信学会无线电及通信专业委员会. 2012 全国无线及移动通信学术大会论文集(下). 北京: 人民邮电出版社, 2012: 342-345.
- [5] 王守友, 刘红云. 酒包装二维码溯源防伪设计[J]. 印刷技术, 2013(12): 18-20.
- [6] 宋涛. 我国政府公共危机管理体系建设研究[D]. 郑州: 郑州大学, 2005.
- [7] 陆徐忠, 马琳, 倪金龙, 等. 基于 DNA 指纹建立农作物品种身份证的方法探析[J]. 中国农学通报, 2014, 30(9): 248-252.
- [8] 解龙, 杜艳平, 程明智, 等. 基于加密 QR 二维码的商品包装防伪技术[J]. 北京印刷学院学报, 2013, 21(4):

- 16-20.
- [9] 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, 27(4): 1212-1215.
- [10] 刘艳朋, 杨宝祝, 王元胜. 基于 B/S 的森林火灾预警与指挥系统设计[J]. 计算机工程与设计, 2013, 34(1): 360-365.
- [11] 王朋, 吴秋峰, 傅丽芳, 等. 黑龙江省长岭湖蔬菜溯源系统设计与实现[J]. 农业网络信息, 2015(9): 72-77.
- [12] 方钰, 张立平, 郭书普, 等. 构建种子物联网的探索与实践[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(28): 10003-10006.
- [13] 陆徐忠, 倪金龙, 李莉, 等. 利用 SSR 分子指纹和商品信息构建水稻品种身份证[J]. 作物学报, 2014, 40(5): 823-829.
- [14] 姚国章. 江苏省应急预警系统建设研究[J]. 南京邮电大学学报(社会科学版), 2008, 10(2): 5-16.
- [15] 杨信廷, 钱建平, 张正, 等. 基于地理坐标和多重加密的农产品追溯编码设计[J]. 农业工程学报, 2009, 25(7): 131-135.
- [16] 周超, 孙传恒, 赵丽, 等. 农产品原产地防伪标识包装设计与应用[J]. 农业机械学报, 2012, 43(9): 125-130.
- [17] 刘光华, 付志文, 甘泳红, 等. 基于 Web 的有机水稻质量监控可追溯系统的构建[J]. 广东农业科学, 2012(24): 26-30.
- [18] 刘小峰. 基于物联网技术的智慧种业全周期追溯防伪管理系统[J]. 电脑开发与应用, 2014, 27(8): 21-23.