农药学学报 2022, 24(3): 630-636 http://www.nyxxb.cn
Chinese Journal of Pesticide Science E-mail: nyxuebao@263.net

·研究论文·

doi: 10.16801/j.issn.1008-7303.2022.0026

农作物病虫害防治农药速查系统构建与应用

邱荣洲[1]， 陈韶萍[1]， 赵 健[2]， 池美香[1]， 林建伟[3]， 黄 婷[1]， 翁启勇[*,1]

(1. 福建省农业科学院 植物保护研究所，福建省作物有害生物监测与治理重点实验室，福建省作物有害生物绿色防控工程研究中心，福州 350013；2. 福建省农业科学院 数字农业研究所，福州 350003；3. 福建省莆田市城厢区农业农村局，福建 莆田 351100)

摘 要：为了让农户能够直观了解及掌握常见病虫害的防治信息，帮助农户通过智能手机在农田、果园和茶园等现场方便快捷地获取作物病虫害图文识别要点与科学防治方法，为农户提供在线植保技术服务，本研究采用 RESTful Web 服务架构设计，运用 HTML5 移动 Web 开发技术，借助微信平台作为用户访问入口，开发了一款跨平台 (android/iOS) 的农药速查软件系统，实现了农药信息查询、病虫害图谱查询及后台数据管理等功能。通过建立农药与病虫害间的关联关系，实现了从农药名称和病虫害名称两个途径查询农药信息；所构建的数据库涵盖了蔬菜、果树、水稻、茶叶及烟草等共 30 种福建省常规种植作物上的重要病虫害农药防治技术。初步运用验证结果表明，该系统整体实用性和稳定性较好，适合在农村基层推广应用。基于微信平台的农药速查系统能够满足植保新技术普及和应用的需求，可为农户提供简单便捷、对症下药的在线植保科技服务，对提高用户安全施药和科学防控能力、推进农药的增效减量均具有重要意义。

关键词: 农药查询；病虫害图谱；病虫害防治；在线植保；数据库；微信公众平台

中图分类号：TP391；S48 **文献标志码：**A

Construction and application of pesticide fast searching system for crop diseases and pests control

QIU Rongzhou[1], CHEN Shaoping[1], ZHAO Jian[2], CHI Meixiang[1], LIN Jianwei[3], HUANG Ting[1], WENG Qiyong[*,1]

(1. *Fujian Key Laboratory for Monitoring and Integrated Management of Crop Pests*, *Fujian Engineering Research Center for Green Pest Management*, *Institute of Plant Protection*, *Fujian Academy of Agricultural Sciences*, *Fuzhou* 350013, *China*; 2. *Institute of Digital Agriculture Research*, *Fujian Academy of Agriculture Sciences*, *Fuzhou* 350003, *China*; 3. *Agricultural and Rural Bureau of Chengxiang District*, *Putian City*, *Putian* 351100, *Fujian Province*, *China*)

Abstract: A cross-platform pesticide fast searching system for crop diseases and pests control was developed for helping farmers understand and master the knowledge of pest control, facilitating farmers

收稿日期：2021-07-11；**录用日期：**2022-01-16；**网络首发日期：**2022-03-21.
Received: July 11, 2021; **Accepted:** January 16, 2022; **Published online:** March 21, 2022.
URL: https://doi.org/10.16801/j.issn.1008-7303.2022.0026
http://www.nyxxb.cn/cn/article/doi/10.16801/j.issn.1008-7303.2022.0026

基金项目：福建省属公益类科研院所基本科研专项 (2018R1025-4)；福建省农业科学院植物保护创新团队项目 (CXTD2021027)；“5511”协同创新工程 (XTCXGC2021011， XTCXGC2021017)；福建省农业科学院科研项目 (AA2018-8).

Funding: Supported by the Special Fund for Agro-Scientific Research in the Public Interest of Fujian Province (2018R1025-4), Innovation Team of Plant Protection and Fujian Academy of Agricultural Sciences (CXTD2021027), “5511” Collaborative Innovation Project of High-Quality Agricultural Development and Surpassment in Fujian Province (XTCXGC2021011, XTCXGC2021017), Free Exploring Research Project of Fujian Academy of Agricultural Sciences (AA2018-8).

第一作者 (First author)：邱荣洲，49497479@qq.com. *通信作者 (Corresponding author)：翁启勇，wengqy@faas.cn.

The authors declare that they have no competing interests.

to obtain the key characteristics and scientific control methods of crop diseases and pests through mobile phones quickly and conveniently, and providing online plant protection technology services for farmers. The fast searching system was developed using RESTful web service architecture, HTML5 mobile web development technology, and taking the Wechat platform as user access portal, which realized the functions of pesticide searching, plant diseases and pests mapping searching, and backstage data management. The detailed information of pesticides could be searched by pesticide names and crop disease or pests names for the relationships between pesticides and crop diseases or pests were established. The control technologies of 30 important pest and disease in Fujian Province, which including vegetables, fruit trees, rice, tea and tobacco, were covered in the constructed database. The preliminary application results showed that the system displayed satisfying practicability and stability, which indicating the system was suitable for popularization and application in rural grassroots. The pesticide fast searching system based on Wechat platform could satisfy the demands of the popularization and application of new crop protection technologies, and providing farmers with simple and convenient online plant protection technology services. The research had great significance on improving the ability of farmers in safe application of pesticides and scientific prevention and control of crop diseases and pests, and promoting the efficiency and reduction of pesticides.

Keywords: pesticide query; plant diseases and pests mapping; control of plant diseases and pests; online plant protection; database; WeChat public platform

农药是目前农业生产中使用最广泛且高效的作物病虫害防治手段，GB/T8321.10—2018《农药合理使用准则 (十)》[1] 中规定的 430 种农药在 50 种作物上的合理使用准则多达 580 项。由于品种繁多，作用方式多样，农民很难全面掌握各种农药的适用对象与安全使用方法。保证农药的科学合理使用，密切关系到农产品的产量和质量安全[2]。随着农村基础硬件设施建设不断进步，农民通过计算机、手机和移动网络获取和利用农业信息的渠道已经打通[3]，且具备了一定规模，传统以广播电视、报刊书籍等为载体的农业科技信息推广，正向以移动互联网终端为载体的移动传播发展[4]。

本研究针对农业病虫害防治中农药安全合理使用这一关键环节，以农户、各级农药经销人员及农技推广人员为主要用户群体，采用 RESTful Web 服务架构设计，运用 HTML5 移动 Web 开发技术，开发了一款跨平台 (android/iOS) 的农药速查软件系统，以期在微信等社交媒体平台广泛普及的环境下[5]，以微信平台为用户访问入口，通过构建农药与病虫害之间的相互关联，为用户提供专业的病虫害识别知识及用药选择建议。

1 系统方案设计

1.1 数据来源与处理方法

数据主要来源于 GB/T8321《农药合理使用准则》、中国农药信息网的农药登记数据库[6]、相关病虫害防治类书籍以及本课题组十多年来采集的病虫害图片库，共整理收录了福建省 30 种主要作物病虫害防治中所涉及的农药 525 种、病害 247 种、虫害 258 种、防治配方 630 项及图片 2078 张。其中，病虫害识别相关内容包括为害部位、为害期、为害症状、防治方法及相应图片等，农药品种信息包括农药中英文通用名称、化学结构分类、剂型及理化性质等内容。

数据处理方法如下：1) 以适用作物、防治对象为检索条件，分别检索 GB/T8321《农药合理使用准则》和农药登记数据库，选取检索结果中出现频次较高的农药及其剂型为农药防治配方，并邀请相关植保专家进行审核，根据专家的建议对防治配方进行修订；2) 当出现《农药合理使用准则》中的信息与农药登记数据 (核准标签) 不一致时，以农药登记数据为准；3) 由于农药产品更新换代快，农药登记数据也在不断更新，为提高采集数据的及时、准确，将每年定期对农药防治配方和图片数据进行更新维护。

1.2 体系结构设计

系统由 Web 管理端和 Web 移动端组成，采用 RESTful (Representational State Transfer，表现层状态转换) Web 服务 [7] 架构设计。相较基于传

统 SOAP (Simple Object Access Protocol，简单对象访问协议) Web 服务[8-10] 模式开发的应用系统，RESTful Web 服务在统一接口、轻量级特性及兼容性等方面更具有优势[11]。基于 RESTfu Web 服务开发农药速查数据接口，使得 Web 管理端和 Web 移动端应用程序可以通过 HTTP 的方式调用 RESTful 服务接口来获取数据，从而降低系统的耦合度、提高资源复用率及降低软件开发成本。

1.3 数据库设计

本系统的数据库主要设计了 6 个数据表单，分别为 plant_disease (作物病害表)、plant_pest (作物虫害表)、pesticide (农药品种表)、prescription (防治配方表)、crop (作物表) 及 user (用户表)。其中，作物病害表存储病害名称、为害作物、发生期、为害部位、田间症状、发病规律、防治措施、图片等字段；作物虫害表存储虫害名称、为害作物、发生期、为害部位、形态特征、生活习性、防治措施、图片等字段；农药品种表存储中文通用名称、英文通用名称、化学名称、CAS 登录号、主要剂型、理化性质、作用特点等字段；防治配方表存储病虫害名称、防治药剂、使用方法、注意事项等字段；作物表存储作物类别、作物名称、生育期划分、植物部位划分、图片等字段；用户表存储账号、昵称、密码、关注作物等字段。用户账号通过和个人微信号的唯一标识 openID 进行绑定，实现了用户点击微信菜单进入功能页面后，自动识别身份信息的功能。病虫害和作物的图片字段保存为包括图片名称、大小和路径等信息的 JSON (JavaScript Object Notation，JS 对象标记) 字符串，格式为“{name:*.jpg; size:*kb; path:root\year\month\day*.jpg;}”。

1.4 系统功能的设计

Web 管理端分为农药管理、病虫害管理和系统管理 3 个功能模块，Web 移动端分为农药查询和病虫害图谱 2 个功能模块 (图 1)。Web 移动端以“数字植保”微信公众号为访问入口，可实现农药品种与病虫害信息的交叉快速查询。

农药和病虫害查询是系统的核心功能。通过病虫害防治配方表建立农药与病虫害间的“多对多”关系，实现从农药名称和病虫害名称两个途径分别查询农药品种的功能：其一是输入农药名称进行查询，通过关键词进行模糊匹配，筛选出符合条件的记录，并以清单列表的形式列出，用户从列表中选择某个农药，获得农药的详细信息以及可防治的病虫害对象；其二是输入作物及病虫害 (防治对象) 名称进行查询，系统给出模糊匹配成功的作物病虫害列表，用户从列表中选择某个防治对象，获得可以防治该病虫害的农药品种。

2 系统实现

2.1 系统开发平台

系统采用 B/S 架构，前端采用 HTML5、CSS3、Javascript、jQuery 及 Bootstrap 等技术，后端以 JAVA 作为开发语言，基于 Spring Boot 实现 RESTful 数据服务，为前端提供数据接口。测试环境包括：服务器，硬件配置为 Xeon (R) Platinum 8163 2.50 GHz 两核处理器，4 GB 内存，操作系统为 Windows Server 2008 R2 Enterprise，数据库系统为 Microsoft SQL Server 2008；客户端智能手机，硬件配置为 2.84 GHz 八核处理器，128 GB ROM，8 GB RAM，6.39 英寸主屏，操作系统 Android OS 10；客户端个人电脑，硬件配置为 3.60 GHz 八核处理器，32 GB 内存，操作系统为 Windows 10，浏览器为 Google Chrome 71.0。

2.2 系统主要功能的实现

2.2.1 农药查询 用户通过“数字植保”微信公众号的“农药速查”菜单按钮进入农药速查 Web 移动端，首次进入时，系统可以通过微信网页授权机制获取用户的微信 openID，并将其与用户账号绑

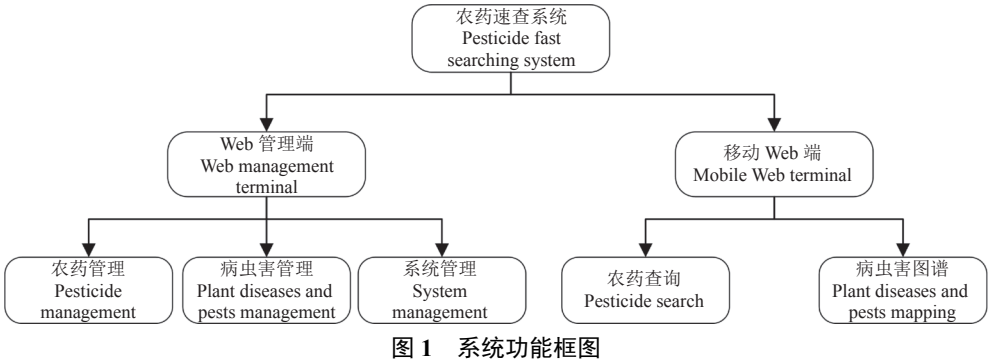


图 1 系统功能框图

Fig. 1 Block diagram of system function

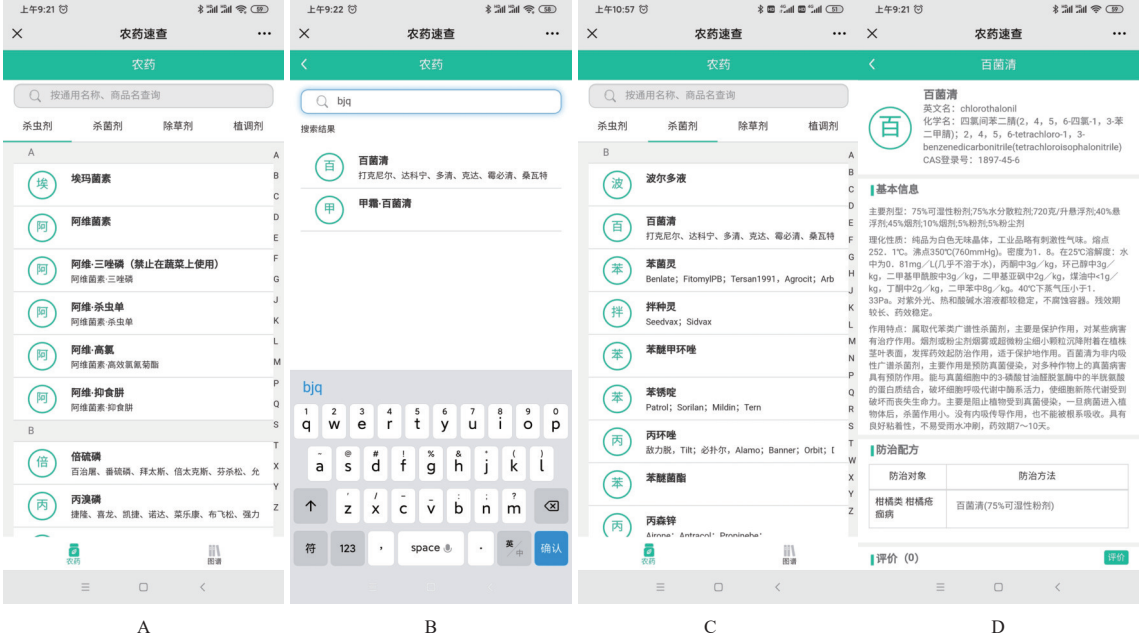
定，实现系统自动识别用户身份信息的功能。Web 移动端的农药查询服务由杀虫剂、杀菌剂、除草剂及植物生长调节剂 (在软件系统中简称为植调剂) 4 个子功能模块组成。各子功能模块可按农药通用名称和农药商品名称进行模糊查询，或按通用名称首个汉字的拼音首字母分类浏览查询。以搜索杀菌剂“百菌清”为例：进入农药查询主页面 (图 2A) 后，在页面顶端的查询输入框中输入农药通用名称“百菌清”或名称首字母“bjq”进行模糊匹配查询 (图 2B)；或进入杀菌剂子功能模块页面——杀菌剂列表，通过右侧“百菌清”首个汉字“百”的拼音首字母“B”分类浏览进行查询 (图 2C)，点击“百菌清”，系统即显示百菌清相关的详细信息，包括英文通用名称、化学名称、CAS 登录号、主要剂型、理化性质、作用特点等信息，并关联显示该农药的防治配方信息 (图 2D)。

2.2.2　农作物病虫害图谱　农作物病虫害图谱按作物类别分为蔬菜、水果、粮油糖棉、烟茶及花卉 5 大类，每个大类下再细分若干作物对象，用户可通过“+ 关注”来收藏常用的作物对象，方便下次通过“我的关注”快速找到作物对象，如病虫害图谱主页面所示 (图 3A)。选择某一种作物进入作物病虫害列表页面 (图 3B)，点击列表中的病虫害名称即可进入该病虫害的详细信息页面 (图 3C ~ 3D)，查看发生期、为害部位、为害特点、防治配方、预防措施、图片等信息，其中防治配方中的农药与农药查询模块相关联，选择农药名称即可进入该农药的详细信息页面。当某种病虫害查不到与之相关的登记农药配方时，系统还可根据关联规则算法自动关联显示同属病原病害或同科害虫的防治信息以供参考。

2.2.3　Web 管理端

2.2.3.1　农药信息管理　根据农药用途和化学成分对农药进行分类管理，共分为杀虫 (螨) 剂、杀菌剂、除草剂及植物生长调节剂 4 类。农药信息管理模块包括对农药信息进行增加、删除、修改和查询等操作功能。管理员登录 Web 管理端后，进入农药信息管理模块，分级展开农药分类，如杀虫剂 > 有机磷类 > 倍硫磷 (图 4A)，点击农药列表上方的“新增”按钮可创建新的农药数据，包括中文通用名称、英文通用名称、化学名称、CAS 登录号、其他名称、原料来源、禁限用情况、敏感作物、主要剂型、理化性质、作用特点等信息。在农药列表栏，管理员可在上方的文本框 (图 4A) 中输入农药名称来查询已录入的农药信息，或选择某一种已录入的农药，对该农药条目进行修改和删除。

2.2.3.2　作物病虫害管理　管理员进入作物病害或作物虫害管理模块，分级展开作物分类 (如选择“水果”>“柑橘类”)，点击右侧的“添加”按钮可



A　　B　　C　　D

A: 农药查询主页; B: 农药关键词查询; C: 杀菌剂列表; D: 农药详细信息。
A: Pesticide inquiry homepage; B: Pesticide keyword inquiry; C: Fungicide list; D: Pesticide details.

图 2　农药查询用户界面

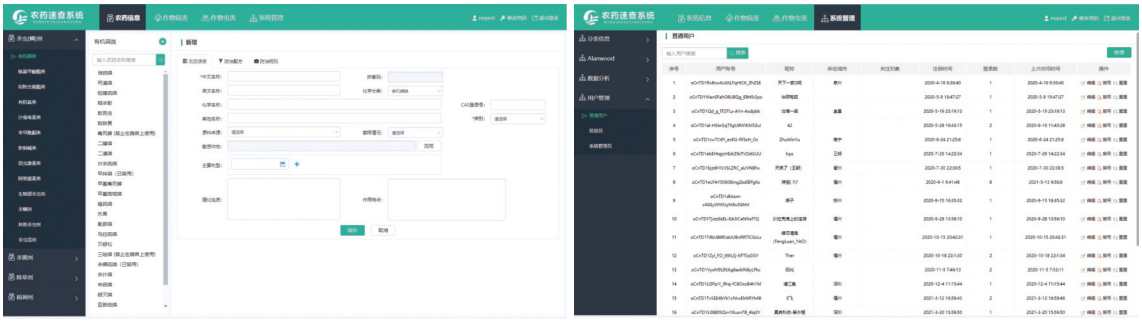
Fig. 2　User interface of pesticide inquiry

A B C D

A: 病虫害图谱主页; B: 病虫害列表; C: 病害详细信息; D: 虫害详细信息。
A: Homepage of atlas of crop diseases and pests; B: Diseases and pests list; C: Diseases details; D: Pests details.

图 3 病虫害图谱用户界面

Fig. 3 User interface of plant diseases and pest mapping



A B

A: 农药信息管理; B: 用户数据管理。
A: Pesticide data management; B: User data management.

图 4 Web 管理端用户界面

Fig. 4 User interface of Web management

创建新的病虫害数据。病害信息包括病害名称、别名、病原、发生期、为害部位、田间症状、发病规律、预防措施、病害症状图片等信息；虫害信息包括虫害名称、别名、分类地位、发生期、为害部位、形态特征、危害特点、预防措施、害虫特征图片等信息。

2.2.3.3 系统管理 系统管理包括信息类别管理、Alanwood、数据分析和用户管理 4 个功能模块。类别管理是指对农药类别、作物类别、病害病原类别、害虫类别等信息进行增加、删除、修改、查询等操作； Alanwood 功能模块收录每种农药的中英文通用名称对应关系，主要根据农药通用名称简编 (compendium of pesticide common names, CPCN)[12] 公布的内容整理而成；数据分析主要是对农药、病害、虫害等数据的用户访问情况进行统计，包括访问量、最近一次访问时间、访问用户等信息；用户管理主要是对账号、姓名、邮箱、密码等信息进行管理，以及管理员对密码进行重置管理 (图 4B)。

2.3 实际应用举例分析

本系统的相关软件为自主研发产品，已申请软件著作权 (授权号：2020SR0823742)。系统于 2021 年 5 月 13 日开通试运行，并在福建省进行了推广应用。根据数据库统计 (图 5，截至 2022 年 3 月)，涵盖的作物有 30 种，农药配方为 630 个，其中杀菌剂 348 个，杀虫剂 282 个。除去杀虫剂混剂 (6.83%)、杀菌剂混剂 (10.16%)、其他杀虫剂

(9.05%) 及其他杀菌剂 (8.25%)。按化学结构分类，目前占比超过有机磷类 (5.08%) 的有：甾醇合成抑制剂类 (7.94%)、抗菌素类 (6.98%)、甲氧基丙烯酸酯类 (6.87%)、新烟碱类 (5.56%)、拟除虫菊酯类 (5.40%) 及生物源类杀虫剂 (5.24%)，表明随着化学农药品种不断推陈出新，有机磷类农药的占比呈不断下降趋势，农药向高效、低毒、多样化方向发展。30 种作物对应的农药配方数据量统计结果见图 6，排名前 5 位的分别是水稻、黄瓜、柑橘、番茄和辣椒，其中水稻和柑橘的种植面积较大，黄瓜、番茄、辣椒的经济价值较高，因此相对应的病虫害种类多、用药量大。

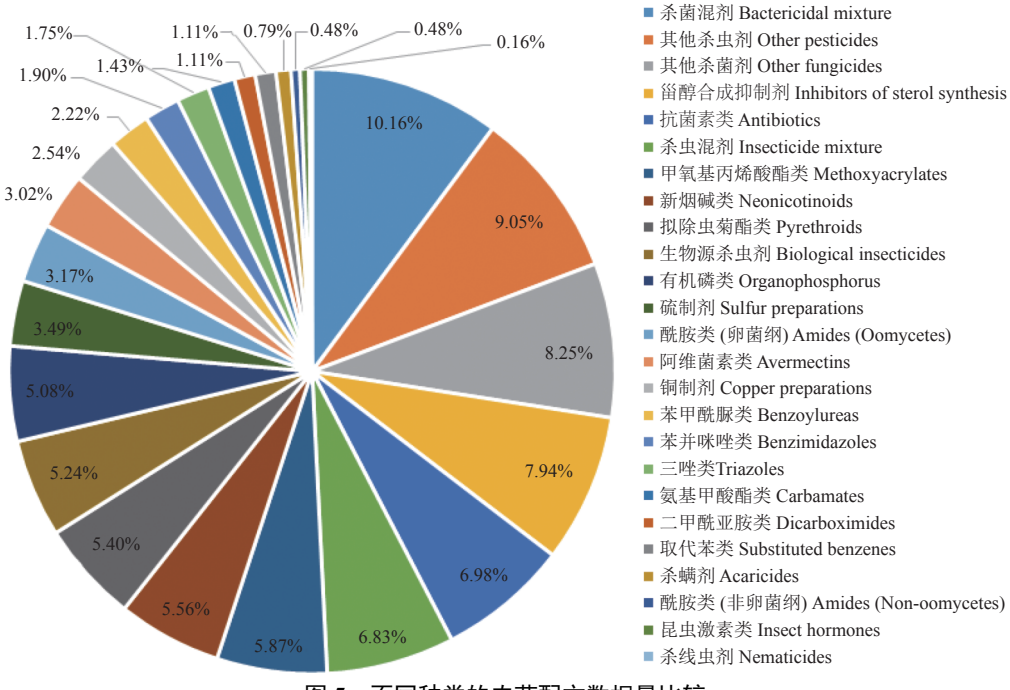


图 5　不同种类的农药配方数据量比较

Fig. 5　Comparison of pesticide prescription records of different chemical classification

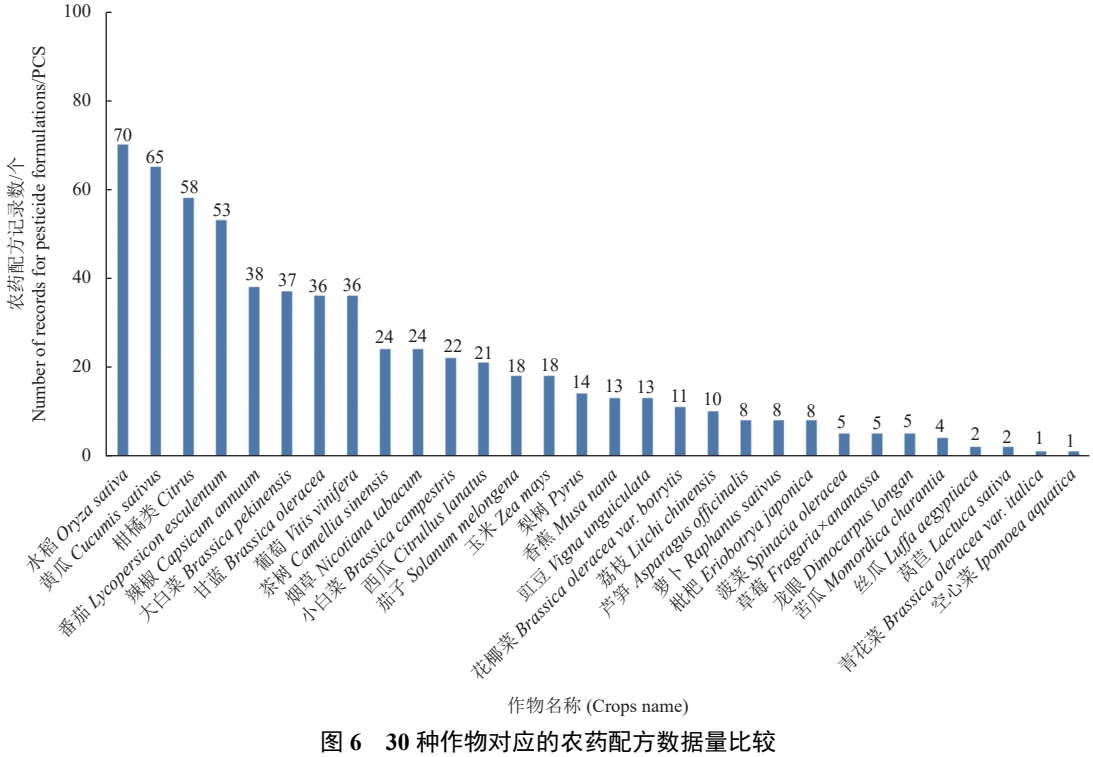


图 6　30 种作物对应的农药配方数据量比较

Fig. 6　Comparison of pesticide prescription records of 30 crops

3 结论与讨论

因农药使用不当造成的农产品中农药残留超标等问题，是影响农产品质量安全的重要因素，农药的科学、合理使用亟需专业的技术指导，而植保专家“一对一”科技服务存在服务成本高、服务内容受限及服务人员缺乏等突出问题。目前农民在遇到病虫害防治问题时，解决的主要途径是依赖于当地农资公司提供的产品与技术服务，存在农药乱用、滥用的风险。为了让农户能够自主掌握病虫害防治基本知识，本研究应用移动 Web 开发技术，研发了一款跨平台的农药速查软件系统，可持续为农户提供在线植保技术服务，帮助农户在田间方便快捷地获取作物病虫害图文识别要点及科学防治方法，旨在不断提升农户的职业素养和知识水平，提高技能，推进农药的增效减量。

本研究建立的农药速查软件与同类系统[13-16]比较具有以下优点：1) 在软件架构上，本系统是采用 RESTful Web 服务架构设计，运用 HTML5 移动 Web 开发技术开发的一款基于微信的跨平台农药速查系统，可以借助微信平台进行多次转发，有助于提升农药使用技术的传播效率；2) 在数据采集上，本系统主要依据中国农药信息网的农药登记数据库以及相关病虫害防治书籍内容进行归类、梳理而成，可为病虫害防控提供科学、准确、详细的农药合理使用专业知识；3) 在查询服务方面，本系统通过建立农药与病虫害间的“多对多”关联关系，实现了农药与病虫害的相互查询，提高了数据检索的效率。

为提高系统的实用性，对病虫害识别特征的描述采用了通俗性的语言，并配以直观的病虫害田间全真图片。针对部分农户可能对智能手机操作不够娴熟的问题，设计了简化的操作界面及步骤，用户可通过选择作物生育期和病虫害发生部位进行初步诊断，结合比对田间典型特征图片，实现对病虫害的准确快速检索。农药速查系统的推广使用，有望通过不断向农户输送现代植保新技术以及病虫害识别、诊治、防治技术，为农户提供对症下药的便捷科技服务，帮助农户提升病虫害管控水平，提高安全施药和科学防控能力。

参考文献 (References):

[1] 农药合理使用准则: GB/T 8321.10—2018[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
Guideline for safety application of pesticides (X): GB/T 8321.10—2018[S]. Beijing: Standards Press of China, 2018.

[2] 崔元培, 齐国, 万蕾, 等. 认知冲突下农民参与培训的影响因素分析——基于化学农药科学使用的实证[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(5): 45-49.
CUI Y P, QI G, WAN L, et al. Analysis of factors influencing farmers participation in training under cognitive conflict: evidence based on scientific use of chemical pesticides[J]. Jiangsu Agric Sci, 2020, 48(5): 45-49.

[3] 孙坦, 黄永文, 鲜国建, 等. 新一代信息技术驱动下的农业信息化发展思考[J]. 农业图书情报学报, 2021, 33(3): 4-15.
SUN T, HUANG Y W, XIAN G J, et al. Considerations for the development of agricultural informatization driven by a new generation of information technologies[J]. J Libr Inf Sci Agric, 2021, 33(3): 4-15.

[4] 郭建烽. 移动互联网在农业科技推广信息传播中的应用研究——以雷溪镇农业科技微信公众号为例[D]. 南昌: 江西农业大学, 2017.
GUO J F. Research on the application of mobile internet in information dissemination of agricultural science and technology extension: a case study of agricultural science and technology WeChat public number[D]. Nanchang: Jiangxi Agricultural University, 2017.

[5] 黄冲, 刘万才, 姜玉英, 等. 微信公众号发布病虫情报的创新与实践[J]. 中国植保导刊, 2017, 37(10): 30-34.
HUANG C, LIU W C, JIANG Y Y, et al. Innovation and practice of disease and insect pests information dissemination by WeChat public account[J]. China Plant Prot, 2017, 37(10): 30-34.

[6] 中国农药信息网. 农药登记数据 [DB/OL]. [2021-05-18]. http://www.icama.org.cn/hysj/index.jhtml.

[7] Leonard Richardson, Sam Ruby, Mike Amundsen. RESTful Web APIs[M]. O'Reilly Media, 2013.

[8] WANG S G, SUN Q B, ZOU H, et al. Particle swarm optimization with skyline operator for fast cloud-based Web Service composition[J]. Mob Netw Appl, 2013, 18(1): 116-121.

[9] WANG S G, ZHENG Z B, WU Z P, et al. Reputation measurement and malicious feedback rating prevention in Web Service recommendation systems[J]. IEEE Trans Serv Comput, 2015, 8(5): 755-767.

[10] 陈玉亮, 薛燕平. 基于 Web Service 的数字档案资源集成研究与实现[J]. 软件, 2015, 36(9): 39-41.
CHEN Y L, XUE Y P. Research and implementation of digital archives resource integration based on Web Service[J]. Comput Eng Softw, 2015, 36(9): 39-41.

[11] 黄沛. 基于 RESTful 架构的科技信息共享接口系统的设计[J]. 软件, 2018, 39(7): 170-172.
HUANG P. Design of sharing interface system for technology information base on RESTful architecture[J]. Comput Eng Softw, 2018, 39(7): 170-172.

[12] British Crop Production Council. Compendium of pesticide common names[DB/OL]. [2022-05-04]. https://pesticidecompendium.bcpc.org/index.html

[13] 池美香, 邱荣洲, 赵健, 等. 基于 Web Services 的农药处方管理信息系统的设计与实现[J]. 福建农业学报, 2010, 25(2): 222-225.
CHI M X, QIU R Z, ZHAO J, et al. Design and implementation of a web-based pesticide information management system[J]. Fujian J Agric Sci, 2010, 25(2): 222-225.

[14] 林勇, 张秀虹, 庄洪洁. 热带农业农药数据库系统的构建与应用[J]. 农药, 2011, 50(7): 539-542.
LIN Y, ZHANG X H, ZHUANG H J. Construction of the tropical agricultural pesticide database system[J]. Agrochemicals, 2011, 50(7): 539-542.

[15] 葛庆之, 李凤英, 徐阳, 等. 农药助剂信息管理系统的设计与应用[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(5): 403-408.
GE Q Z, LI F Y, XU Y, et al. Design and application of information management system of pesticide adjuvant[J]. Jiangsu Agric Sci, 2015, 43(5): 403-408.

[16] 朱春雨, 任晓东, 李健强. 蔬菜生产中农药安全合理使用专家系统研究[J]. 农药, 2013, 52(7): 535-539.
ZHU C Y, REN X D, LI J Q. Research of the expert system for reasonable safety application of pesticides in vegetable production[J]. Agrochemicals, 2013, 52(7): 535-539.

(责任编辑: 唐 静)