

上海农作物种质资源库管理信息系统建设

杨 华¹, 王国军¹, 朱天生², 林 田¹, 魏仕伟¹, 石群芳¹, 张前荣¹,
王 飞¹, 刘鸿艳¹, 罗利军¹, 龙 萍¹

(¹上海市农业生物基因中心, 上海 201106; ²上海市复旦大学计算机科学技术学院, 上海 200443)

摘要: 种质资源管理工作是一项基础性工作, 环节多、流程长、所涉及的相关信息量大。随着国家对种质资源工作的重视, 今后种质资源的收集、保存量还会进一步增大, 对种质资源的需求越来越多, 对外服务量也不断增加。因此, 需要利用现代化的管理信息系统来实现种质资源库的高效管理, 规范进出库的每一个流程。上海市农业生物基因中心基于十多年的运行经验, 遵循简单实用、规范性强、安全可靠、可扩充四大原则, 建立了一套种质资源库管理信息系统。本文详细介绍了该系统的总体设计框架, 以及本系统所包含的库位管理、种子信息管理、种子进出库管理、种子预警、统计汇总、用户管理、反馈管理这 7 个主要的功能模块, 希望为其他种质资源库建立类似的管理信息系统提供参考。

关键词: 种质资源; 种质资源库; 库管理; 工作模块

Construction of Shanghai Crop Germplasm Resources Management Information System

YANG Hua¹, WANG Guo-jun¹, ZHU Tian-sheng², LIN Tian¹, WEI Shi-wei¹, SHI Qun-fang¹,
ZHANG Qian-rong¹, WANG Fei¹, LIU Hong-yan¹, LUO Li-jun¹, LONG Ping¹

(¹Shanghai Agriobiological Gene center, Shanghai 201106; ²School of Computer science, Fudan University, Shanghai 200443)

Abstract: Germplasm resource management is a basic work. It is heavy, complex and the workflow is long. With the national attention to the work of germplasm resources, the collection and preservation of germplasm resources will be further increased in the future. The demand for germplasm resources will be more and more. The amount of external services will also be increasing. Therefore, it is necessary to use modern management information system to achieve efficient management of germplasm resource bank and standardize every process of germplasm storage and germplasm distribution. Based on more than ten years' operation experience, Shanghai Agriobiological Gene Center has established a set of management information system of germplasm resource bank, following four principles: simple and practical, normative, safe and reliable, expandable. In this paper, the overall design framework of the system is introduced in detail, as well as the seven main functional modules of the system, which are storage management, seed information management, seed import and export management, seed early warning, statistical summary, user management and feedback management. It is hoped that the system can provide reference for other germplasm resource banks to establish similar management information systems.

Key words: germplasm resources; germplasm resource repository; management of germplasm; work module

收稿日期: 2018-07-09 修回日期: 2018-08-15 网络出版日期: 2018-11-13

URL: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20181112.1010.004.html>

第一作者研究方向为种质资源的收集、保存和鉴定, E-mail: yh@sage.org.cn; 王国军为共同第一作者

通信作者: 龙萍, 研究方向为种质资源数据信息, E-mail: lp@sage.org.cn

基金项目: 上海市农作物种质资源共享服务平台(18DZ2293700); 国家农作物种质资源共享服务平台(上海)(NICGR2018-21)

Foundation project: Shared Platform of Crop Germplasm Resources in Shanghai(18DZ2293700), Sharing Platform for National Crop Germplasm Resources(Shanghai)(NICGR2018-21)

农作物种质资源是人类社会赖以生存和经济社会长远发展的战略资源^[1]。种质资源的收集保护与开发利用是维护国家生态安全、食物安全乃至国家安全的重大国家需求^[2-3]。丰富的农作物种质资源是品种改良和生物学理论研究的物质基础^[4-5]。因此,发掘和收集各种农作物种质资源,并科学地加以贮藏,使种质在几十年甚至数百年之后仍具有原有的遗传特性和很高的发芽力,具有非常重要意义^[6-7]。而种质资源库就是利用仪器设备控制贮藏环境,实现农作物种质的长期保存^[8-10]。

上海市农业生物基因中心是上海市基因资源保存与服务中心,致力于基因资源的收集保存、评价创新和分发利用。中心自2002年成立以来,累计收集保存各类农作物种质资源21万余份,向100余家单位和个人提供了8万余份次各类种质资源。

随着上海市农业生物基因中心种质资源的保存量和服务量的增加,急需一套种质资源库管理信息系统(以下简称库管系统)来保障种质资源的科学管理。该中心根据种质库10多年的管理经验,开发了一套库管系统,实现种质资源从接收、入库、出库的有序管理,并能够随时了解库里种质资源的库位信息、繁种信息以及监测等信息,同时满足各种数据统计分析的需求^[11-13]。

1 种质资源库管理信息系统建设原则

农作物种质资源不同于常规商品,同一品种在不同的世代、不同繁殖条件下都有可能造成基因差异,

在库管系统的设计上也有别于常规库管系统^[14-15]。基于种质资源管理的特殊性,上海市农业生物基因中心的库管系统在设计之初遵循4大原则:(1)简单实用性原则。系统具有一致的、友好的客户化界面,易于使用和推广。并具有实际可操作性,使用户能够快速掌握系统的使用。系统功能具有针对性,系统界面简洁友好,易学易用,可操作性强。(2)规范化原则。各个子系统均实现结构化、标准化、模块化、系列化。(3)安全可靠原则。既做到查询数据方便性和资料管理的可操作性,又要保证数据的安全性,做到所有数据能够追根溯源。(4)可扩充原则。本系统采用标准化的数据库和开放性软件开发架构,以方便日常代码维护以及未来新功能模块的植入^[16]。

2 种质资源库管理系统总体构架设计

库管系统实现了库位可视化管理、资源引种管理、种子信息管理、种子出入库管理、不同用户的管理、资源库预警管理、数据统计等功能,是一套功能齐全、实用性强的资源库管理系统。解决了工作人员在日常管理中碰到的诸如资源进出库、信息管理、资源活力检测等问题^[17]。

在整体构架上,系统采用如图1所示的N层体系结构:展示层负责整个系统的展示;应用层汇集了具体的业务应用逻辑,并实现了与其他系统之间数据的导入、导出功能;基础层则封装了应用层所需的通用的可重用的基础模块,供应用层调用;数据层则提供整个系统数据的保存机制。

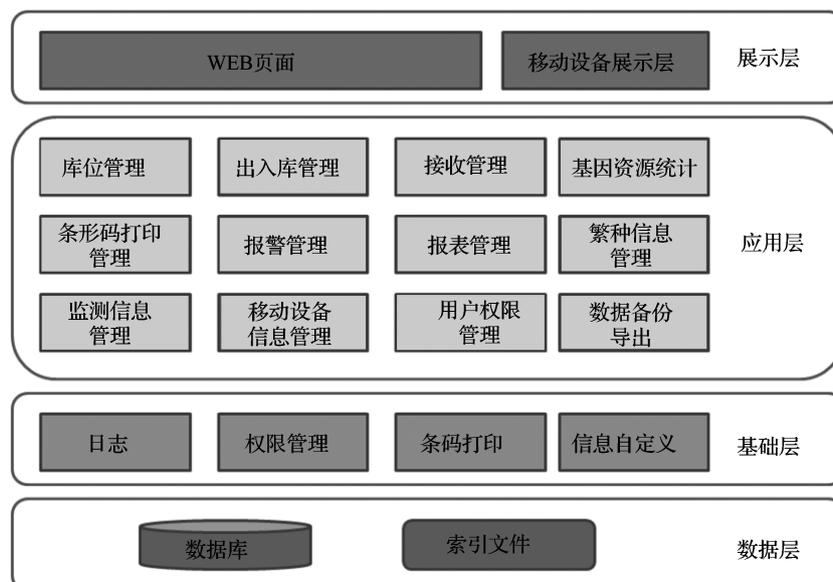


图1 种质资源库管理系统分层图

Fig.1 The stratified map of germplasm resource management system

本系统在流程细节上,按照种子引进和分发的
 工作流程进行设计,因此具有很强的实用性和可操作性。
 如图 2 所示。引进种子,从最初的种子登记、查重、确
 定入库种子、种子入库前处理工作都通过系统进行操

作,产生的发芽率、含水量、种子重量等所有信息,都
 及时录入系统。同样,种子出库流程也是通过系统进
 行操作:在系统中录入需要供种的单位信息,以及种
 子取出的用处等。并及时更新库存种子的动态信息。

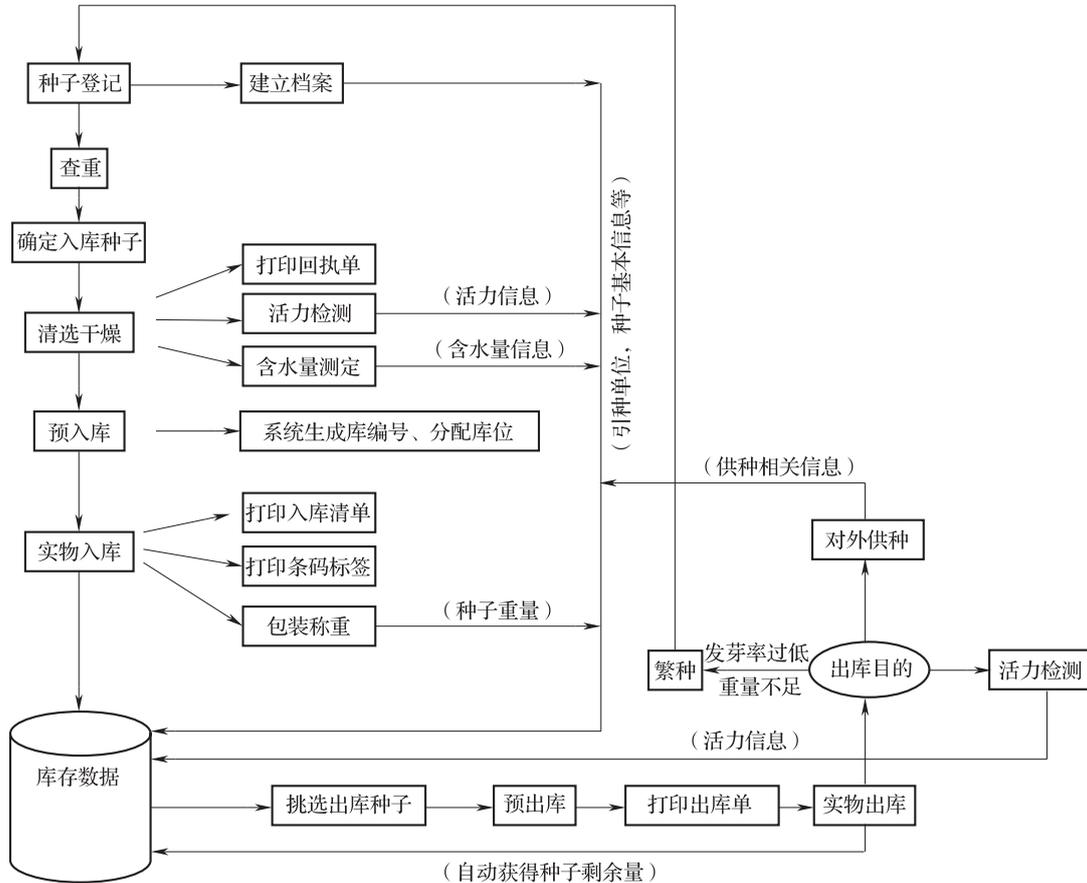


图 2 基因资源管理流程图
 Fig.2 Flow chart of gene resource management

3 主要功能模块设计

3.1 库位管理

库位管理采用存储空间的可视化管理,以图形化的方式模拟显示实际的存储空间结构。本种质资源库包含液氮库、低温低湿库两种保存类型。

低温低湿库包含短期库、中期库、长期库,每间库中有多个库架,每个库架有若干种子框,种子框内的种子袋以不同图标来标识不同类型的基因资源,用户可设置基因资源类型(图 3)。点击种子框可以查看每个框里的种子保存情况,做到了库房—库架—种子框—种子袋,层层分级,直观地反映了库房内种子保存情况,便于管理人员对新入库种子的库位分配,直观显示存储空间的利用率。

液氮库资源保存在 -196 ℃ 的液氮罐中,液氮

罐内部分布与低温低湿库不同,为了保持系统的一致性,将液氮罐中的扇区用类似低温低湿库中的图示表示(图 4),直观显示不同区位资源的分布状况。

3.2 种子信息管理

种子信息管理包含:种子信息、所有复份列表、品种测试管理、所有测试记录、繁种信息、损耗信息管理共 6 个子模块(图 5)。

3.2.1 种子信息

种子信息展示了库存种子库编、统一编号、种质名称、种质类型、存放库位、种子重量、千粒重、是否对外、发芽率(发芽势)信息,点击“查看”,可以获得某份资源复份情况、含水量、繁殖时间、地点、原始田间编号、提交种子单位、相关课题等信息。在“编辑”中,可编辑种子相关信息。也可以进行其他操作查看历次活力检测的数据,了解种子活力变化状况。

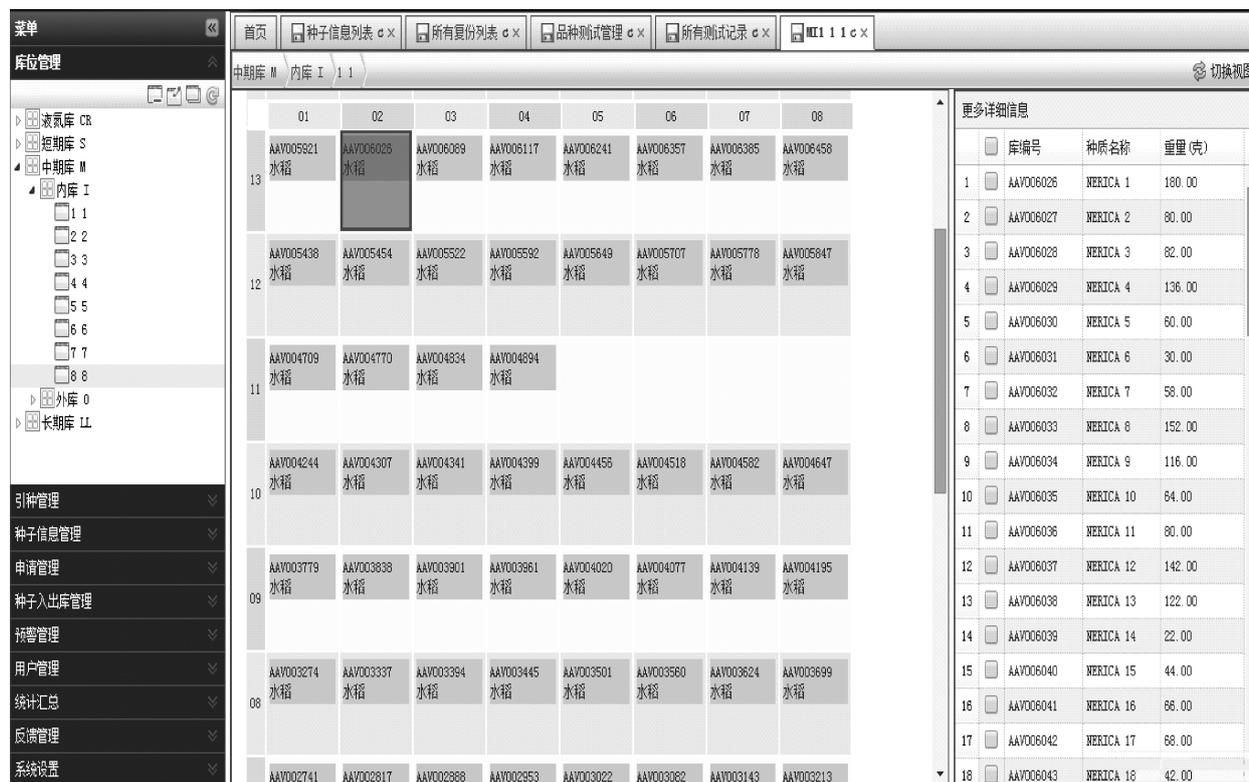


图3 种质资源库位管理示意图

Fig.3 The schematic diagram of germplasm resource management system

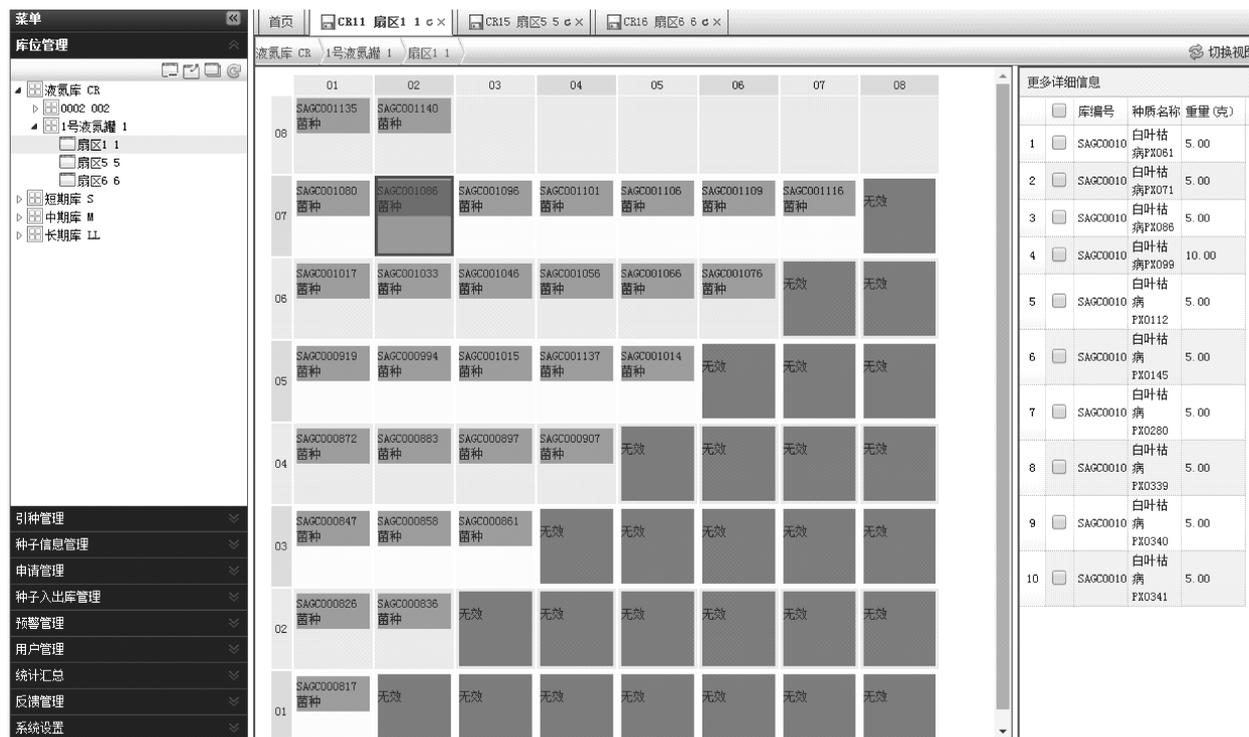


图4 液氮库库位管理示意图

Fig.4 The schematic diagram of liquid nitrogen germplasm resource management system

序号	库编号	统一编号	种质名称	种质类型	各库重量(克)			总重量(克)	粒数	千粒重(是否对外)	发芽率(%)	发芽势(%)	操作	
					长期库	中期库	短期库							
1	AA6000002		珍汕97B/粳 水稻遗传材料		22.83		400.00	422.83	18495	22.85	是	88	0	查看/编辑/删除/更多操作
2	AA6000003		珍汕97B/粳 水稻遗传材料		22.00		499.71	521.71	18274	28.95	是	100	0	查看/编辑/删除/更多操作
3	AA6000004		珍汕97B/粳 水稻遗传材料		20.00		481.73	501.73	18257	27.42	是	100	0	查看/编辑/删除/更多操作
4	AA6000005		珍汕97B/粳 水稻遗传材料		6.00		455.77	451.77	20068	23.01	是	100	0	查看/编辑/删除/更多操作
5	AA6000006		珍汕97B/粳 水稻遗传材料		16.00		472.00	490.00	21643	22.54	是	98	0	查看/编辑/删除/更多操作
6	AA6000007		珍汕97B/粳 水稻遗传材料		20.00		354.00	374.00	14678	25.48	是	100	0	查看/编辑/删除/更多操作
7	AA6000008		珍汕97B/粳 水稻遗传材料		20.00		424.00	444.00	18137	24.48	是	99	0	查看/编辑/删除/更多操作
8	AA6000009		珍汕97B/粳 水稻遗传材料		24.00		482.00	506.00	19335	28.17	是	100	0	查看/编辑/删除/更多操作
9	AA6000010		珍汕97B/粳 水稻遗传材料		22.00		366.00	388.00	16490	23.53	是	0	0	查看/编辑/删除/更多操作
10	AA6000011		珍汕97B/粳 水稻遗传材料		20.00		386.00	406.00	16240	25	是	100	0	查看/编辑/删除/更多操作
11	AA6000012		珍汕97B/粳 水稻遗传材料		22.00		301.00	323.00	16175	19.97	是	94	0	查看/编辑/删除/更多操作
12	AA6000013		珍汕97B/粳 水稻遗传材料		24.00		246.00	270.00	10539	25.82	是	99	0	查看/编辑/删除/更多操作
13	AA6000014		珍汕97B/粳 水稻遗传材料		24.00		482.00	506.00	23010	21.99	是	99	0	查看/编辑/删除/更多操作
14	AA6000015		珍汕97B/粳 水稻遗传材料		24.00		204.00	228.00	9768	23.34	是	81	0	查看/编辑/删除/更多操作
15	AA6000016		珍汕97B/粳 水稻遗传材料		26.00		142.00	168.00	5981	28.09	是	98	0	查看/编辑/删除/更多操作
16	AA6000017		珍汕97B/粳 水稻遗传材料		24.00		294.00	318.00	12650	25.14	是	98	0	查看/编辑/删除/更多操作
17	AA6000018		珍汕97B/粳 水稻遗传材料		22.00		406.00	430.00	19111	22.5	是	100	0	查看/编辑/删除/更多操作

图 5 种子信息管理示意图

Fig.5 The schematic diagram of seed management system

3.2.2 所有复份列表 所有复份列表是基于两点原因设置的:(1)上海市农业生物基因中心种质库有长期、中期、短期3种保存环境,部分保存在中期或者短期库的重要资源,在长期库中进行了备份。(2)同一品种的种质资源在不同年代繁殖,也存在基因上的差异。为了保证入库的每一份资源都有唯一的标识而设置,做到每一复份编号下的材料都能追溯来源,不造成混淆。

3.2.3 品种测试管理 品种测试管理主要由负责种子活力检测的工作人员对测试的数据进行录入,包括批次号、测试类型、发芽录入日期、校验录入日期、置床日期、首检日期、是否完成发芽、是否完成校验。点击“发芽”,可查看本批次所有品种的发芽试验数据;“校验”则要求所有试验数据两次录入,如果出现录入不一致,系统会自动报错,保障数据录入的准确性。

3.2.4 所有测试记录 该子模块记录了历年来所有批次种子进行测试的全部记录,管理者可以搜索任意编号种子的历次检测记录。

3.2.5 繁种信息 为了管理者能够随时掌握繁种情况,便于后期跟踪鉴定和采收,设置繁种信息模块。所有进入繁种程序的种子都将进入该模块进行管理。该模块展示了种子编号、库编号、名称、繁种日期、地点、繁种量、所处状态等信息^[18]。

3.2.6 损耗信息管理 库管系统中,对每一份材料

都有种子重量、千粒重的登记,一旦登记后不可改变。但是每次取种后,系统会根据取种种子量自动减少库存种子的重量;另外,若出现种子失去活力等情况,系统管理员可以根据实际情况,通过损耗信息管理调整库存种子的重量。

3.2.7 定期检测 为了监控库内种子的活力变化和不同库位对种子是否存在影响,本单位在各个库的不同位置放置了不同类型同一批次的种子,分年度跟踪活力变化情况,以及不同库位对种子活力的影响。

3.3 种质资源进出库模块

3.3.1 引种管理 该模块是对新引进资源的详细信息进行录入,包括:引种单位、种质名称、课题编号、接收日期、种质类型、统一编号、课题名称、接收人、标签,同时也可以根据以上信息,查询已引进的资源情况。点击引种接收单管理,可以查看所有引进资源按时间先后顺序详细显示每个批次的引种情况,且可显示每个批次引种入库流程的完成情况,便于管理人员进行资源入库前处理的检查。以上信息也可通过 Excel 进行数据的导入,从而大大简化了工作人员的操作。

3.3.2 申请管理 该模块直接与种质资源数据库连接,实现外网查询。用户确定需要申请的资源后,系统自动转入库管系统,进行申请引种出库的流程。方便用户进行资源申请的同时,减少了资源管理工

作人员的工作量。

3.3.3 种子入出库管理 入库单管理按时间顺序列出每一个批次的种子入库信息,包括入库时间、工作流程状态等,管理人员可直接查看到历年入库各批次的情况。

出库暂存单是基于种质库承担对外供种的功能设计的管理模块。录入取种单位、取种目的、单位联系人、签订协议编号、其他需要备注的信息,同时管理人员根据库存的种子重量、复份情况(本库管系统考虑到同一品种不同繁殖世代的情况,部分品种设立不同复份)、申请品种是否可以外供等信息,勾选最终可以对外提供的资源,进入种质出库单,工作流程转给负责种子出库人员。相关人员根据该流程单,基于库位、种子量信息等进行取种,取种后确认出库,则出库单的状态栏显示“已出库”,否则显示“待出库”。

3.4 种子预警模块

该模块对保存资源的种子重量以及种子活力设置了预警,当种子重量少于管理人员所设置的重量,或者种子的发芽率低于事先设置的预警值时,系统会提示管理人员该种质资源待繁种。

对于库里前期引进过的种质资源,但由于某种原因种子完全没有了,则会显示待引种。该模块的作用就是提示管理人员及时引进和繁殖资源。

3.5 统计汇总

统计汇总模块为满足管理者的各种统计要求而设置,也是管理者经常用到的一个模块。该模块可分年度,分资源类型等对种质库新引进资源,种质资源的出入库,资源在库情况进行统计。该模块便于管理者掌握社会对本库资源的需求情况,根据需求情况充实本库的资源及信息,为用户提供服务。

3.6 用户管理

用户管理模块分种质资源用户管理和系统用户管理^[19]。种质资源用户管理是对本资源库的所有服务单位进行整理,便于管理人员统计服务对象的组成以及对资源的需求情况,为有针对性的提供服务做准备;系统用户管理指内部参与种质资源管理流程的工作人员以及系统管理员,通过角色设置来分配各用户的权限,做到资源管理中每个程序都有专人负责。

3.7 反馈管理

该模块是为统计服务成效而设置的,用来添加服务时间、类型/方式、内容、数量、证明材料以及服务对象的基本信息;如果服务对象通过我们的服务

有产出时,应将相关信息及时提供给本库并录入系统。主要反馈信息涉及论文、论著、标准、专利、获奖、软件著作、新品种、社会效益、经济效益。这些反馈信息可根据用户取得的成效分批添加。同时,填报本平台提供的专题服务、典型案例、培训服务、服务统计。该模块可满足向上级管理部门提供服务信息的需求。

4 讨论

随着种质资源数量的逐步增加、分发工作任务的加大,利用传统的管理方式越来越困难。必须采用先进的管理理念和方法,来实现基因资源的高效管理^[20]。通过两年多的实践,该库管系统能极大地提高工作效率,尤其便于管理者掌握种子出入库的每个流程进展情况,同时便捷、准确地生成各种统计数据,对资源保存工作起到了很好的指导作用。但是该库管系统也存在着某些缺陷,如在统计功能上还需进一步增加功能,这些需要结合今后种质资源库管理的实际工作进一步完善。同时也希望基因资源管理工作者能共同努力,建设一套适用于各地基因资源库的管理系统,便于各资源库之间的种质交流以及国家对各资源库的管理与指导。

参考文献

- [1] 张小勇,王述民.《粮食和农业植物遗传资源国际条约》的实施进展和改革动态——以获取和惠益分享多边系统为中心.植物遗传资源学报,2018,19(6):1019-1029
Zhang X Y, Wang S M. The implementation progress and reform developments on the international treaty on plant genetic resources for food and agriculture——focusing on the multilateral system of access and benefit-sharing. Journal of Plant Genetic Resources, 2018, 19(6): 1019-1029
- [2] 刘旭,李立会,黎裕,方涛.作物种质资源研究回顾与发展趋势.农学学报,2018(1):1-6
Liu X, Li L H, Li Y, Fang W. Crop germplasm resources: advances and trends. Journal of Agriculture, 2018(1): 1-6
- [3] 王述民.中国农作物种质资源保护与利用现状.中国种业,2002(10):8-11
Wang S M. Conservation and utilization of crop germplasm resources in China. China Seed Industry, 2002(10): 8-11
- [4] 杨华,龙萍,夏辉,陈海荣,林田,罗利军.上海水稻种质资源的研究与利用进展.植物遗传资源学报,2015,16(2):245-249
Yang H, Long P, Xia H, Chen H R, Lin T, Luo L J. The research and utilization progress of rice germplasm resource in Shanghai. Journal of Plant Genetic Resources, 2015, 16(2): 245-249
- [5] 韩龙植.水稻种质资源基础性工作研究进展.植物遗传资源学报,2013,14(1):195
Han L Z. Research progress on basic work of rice germplasm

- resources. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2013, 14(1): 195
- [6] 卢新雄, 辛霞, 尹广鹏, 张金梅, 陈晓玲, 王述民, 方洸, 何娟娟. 中国作物种质资源安全保存理论与实践. *植物遗传资源学报*, 2019, 20(1): 1-10
Lu X X, Xin X, Yin G K, Zhang J M, Chen X L, Wang S M, Fang W, He J J. Theory and practice of the safe conservation of crop germplasm resources in China. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2019, 20(1): 1-10
- [7] 卢新雄, 陈晓玲. 我国作物种质资源保存与研究进展. *中国农业科学*, 2003, 36(10): 1125-1132
Lu X X, Chen X L. Progress of conservation and research of crop germplasm resources in China. *Scientia Agricultura Sinica*, 2003, 36(10): 1125-1132
- [8] 郭颖荷, 卢新雄, 彭高军. 我国低温种质资源库建造技术调查分析. *农业工程学报*, 2005, 21(21): 186-190
Guo Y H, LU X X, Peng G J. Design and construction of agricultural germplasm genebank. *Transactions of the CSAE*, 2005, 21(21): 186-190
- [9] 卢新雄. 植物种质资源库的设计与建设要求. *植物学通报*, 2006, 23(1): 119-125
LU X X. Design and construction of plant germplasm banks. *Chinese Bulletin of Botany*, 2006, 23(1): 119-125
- [10] 卢新雄. 农业种质库的设计与建设要求探讨. *农业工程学报*, 2003, 19(6): 252-255
LU X X. Design and construction of agricultural germplasm genebank. *Transactions of the CSAE*, 2003, 19(6): 252-255
- [11] 张爱民, 阳文龙, 方红曼, 吕慧颖, 邓向东, 葛毅强, 魏珣, 杨维才. 作物种质资源研究态势分析. *植物遗传资源学报*, 2018, 19(3): 377-382
Zhang A M, Yang W L, Fang H M, Lv H Y, Deng X D, Ge Y Q, Wei X, Yang W C. Current status of research on crop genetic germplasms. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2018, 19(3): 377-382
- [12] 曹永生, 方洸. 国家农作物种质资源平台的建立和应用. *生物多样性*, 2010, 18(5): 454-460
Cao Y S, Fang W. Establishment and application of national crop germplasm resources infrastructure in China. *Biodiversity Science*, 2010, 18(5): 454-460
- [13] 曹永生, 陈育, 孔繁胜. 中国作物种质资源信息共享网络的建立. *资源科学*, 2001, 23(1): 46-48
Cao Y S, Chen Y, Kong F S. Establishment of Chinese crop germplasm information sharing network. *Resources Science*, 2001, 23(1): 46-48
- [14] 栾汝朋, 孙素芬, 张峻峰, 于峰. 北京农作物种质资源信息服务平台的设计与构建. *中国农学通报*, 2010, 26(20): 383-387
Luan R P, Sun S F, Zhang J F, Yu F. Design and construction of Beijing crop germplasm information platform. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2010, 26(20): 383-387
- [15] Kaplan, K. International partnership to develop a global plant genebank information system. (2008-02-11) [2018-07-01]. <http://www.ars.usda.gov/is/pr/2008/080211.2.htm>
- [16] 杨欣, 颜伟, 许大光, 蔡仕宾, 王才林. 江苏省农业种质资源库管系统设计与构建. *农业网络信息*, 2010(11): 44-47
Yang X, Yan W, Xu D G, Cai S B, Wang C L. Design and construction of the Jiangsu germplasm inventory management system. *Agriculture Network Information*, 2010(11): 44-47
- [17] 方洸, 曹永生. 中国作物种质资源信息系统. *科研信息化技术与应用*, 2012, 3(6): 66-73
Fang W, Cao Y S. Chinese crop germplasm resources information system. *E-science Technology & Application*. 2012, 3(6): 66-73
- [18] 马缘生, 范传珠, 王述民, 谭富娟, 周红立, 周涛. 五种作物基因库种子繁殖更新技术研究. *植物遗传资源学报*, 2002, 3(2): 1-7
Ma Y S, Fan C Z, Wang S M, Tan F J, Zhou H L, Zhou T. Study on regeneration of the seeds of five crops stored in genebank. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2002, 3(2): 1-7
- [19] 林磊, 骆建彬, 邓宪, 宋志刚. 管理信息系统中基于角色的权限控制. *计算机应用研究*, 2002(6): 82-84
Lin L, Luo J B, Deng X, Song Z G. Role based access control in MIS. *Application Research of Computers*, 2002(6): 82-84
- [20] 陈斌. 浅析烽火物流存货库位管理. *物流科技*, 2014(12): 116-117
Chen B. Analysis of the Logistics and Storage Management in Fiberhome. *Logistics Science-Technology*, 2014(12): 116-117