

山东省农作物种质资源库的建设与运转

王 栋, 孔维国, 张 煜, 贾 曦, 张晓冬, 李润芳, 李 湛, 李娜娜, 丁汉凤

(山东省农作物种质资源中心/农业部农作物基因资源与种质创制

山东科学观测试验站/山东省作物遗传改良与生态生理重点实验室, 济南 250100)

摘要: 山东省农作物种质资源丰富多样, 但长久以来缺乏统一、有效的保存管理, 许多珍贵的种质资源面临丢失和灭绝的危险。本文简要阐述了建设山东省农作物种质资源库的必要性, 详细介绍了山东省农作物种质资源库的类型、功能、技术指标及入库保存和运行服务情况, 以期为其他单位建设种质资源库提供参考。

关键词: 农作物种质资源; 基因库; 建设; 运转

Construction and Operation of Crop Genebank in Shandong Province

WANG Dong, KONG Wei-guo, ZHANG Yu, JIA Xi, ZHANG Xiao-dong,

LI Run-fang, LI Zhan, LI Na-na, DING Han-feng

(Shandong Center of Crop Germplasm Resources / Shandong Research Station of Crop Gene Resource & Germplasm

Enhancement, Ministry of Agriculture, P. R. China / Shandong Provincial Key Laboratory of Crop

Genetic Improvement, Ecology and Physiology, Jinan 250100)

Abstract: Crop germplasm resources of Shandong province are diverse and abundant. In the past years, there lacks of unified and effective management strategies, which leads to the decrease and even extinction of many rare germplasm resources. In this study, the necessity for the construction of crop genebank in Shandong province was briefly described. Besides, the types, functions and technical indicators, as well as the situations in conservation and operation for the crop germplasm resources of Shandong province were comprehensively introduced, with the aim to provide a reference for the construction of crop genebank by the other units or organizations.

Key words: crop germplasm resource; genebank; construction; operation

农作物种质资源是维护人类生存、健康, 维护生态安全的战略性资源, 是农业持续发展的重要保障, 为作物新品种培育、生物技术及相关学科研究提供基础物质。山东省由于具有良好的气候、土壤和地形地貌条件及悠久的农业垦殖历史, 农作物种质资源丰富多样。1949 年新中国成立以来, 农业行政部门和科研单位组织了 3 次较大规模的农作物种质资源调查、收集和整理工作, 共收集鉴定粮、棉、油、果、菜等农作物种质资源约 3 万余份^[1], 其中许多品种是山东所独有, 如龙山小米、曲阜香稻、章丘大葱、苍山大蒜、莱阳梨、肥城桃、乐陵小枣等都是珍贵的山东地方品种。这些种质的收集整理工作作为以后选育

出泰山和济麦系列小麦、鲁棉系列棉花、掖单和鲁单系列玉米、鲁花系列花生等优良品种提供了关键的亲本材料, 也为国家农作物种质长期库 39.7 万份种质资源库存量做出了重要贡献^[2-3]。

长期以来, 山东大量农作物种质资源分散保存在不同科研和教学单位, 由于保存条件差, 保存技术滞后, 许多珍贵的地方品种资源面临丢失和灭绝的危险, 尤其是缺乏专用种质资源库, 大部分种质资源只能在常温下用货架、木柜、档案橱等简易设施保存, 种质资源生活力下降甚至丧失, 造成了无法弥补的损失。

《中华人民共和国种子法》将种质资源保护列入重要章节, 规定“省、自治区、直辖市人民政府农

收稿日期: 2014-07-22 修回日期: 2014-11-05 网络出版日期: 2015-06-23

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20150623.0900.003.html>

基金项目: 山东省农业良种工程(2014LZ01); “十二五”国家科技支撑计划(2013BAD01B0106); 山东省自主创新专项(2012CX90204); 国家农作物种质资源平台(2012/2013-032)

第一作者研究方向为作物种质资源保存。E-mail: shandong_wangdong@126.com

通信作者: 丁汉凤, 研究方向为农作物种质资源收集、保存、利用与创新。E-mail: dinghf2005@163.com

业、林业行政主管部门可以根据需要建立种质资源库、种质资源保护区或者种质资源保护地”。《山东省农作物种子管理条例》第八条规定:“全省农作物品种资源的收集、整理、保存、鉴定、创新和利用工作,由省农业科学院负责组织进行”。为此,在山东省内建立国内一流的种质资源库十分必要且迫在眉睫。这是贯彻落实国家和地方法规政策的重要举措,也是一项“功在当代、利在千秋”的社会公益性事业,对于促进山东农作物种质资源保存的规范化和标准化,确保保存种质的遗传完整性,提高种质分发和利用效率具有深远的战略意义和重要的现实意义。

1 山东省农作物种质资源库的类型和功能

面对山东农作物种质资源保护工作存在的问题以及种业竞争形势,山东省发改委于2005年批准立项建设山东省农业生物资源中心,主要内容是建设一座综合性实验楼,包括现代化、综合性的农作物种质资源库,以及配套的实验室、办公室及仪器设备等。在完成此建设项目的基础上,山东省机构编制委员会于2010年9月批准设立了山东省农作物种质资源中心(以下简称“中心”),作为山东省农业科学院所属社会公益性一类事业单位,主要职责是承担全省农作物种质资源的收集、整理、保存、研究和利用等工作。山东省农作物种质资源库的类型和功能如下。

1.1 低温种子库

低温种子库是种质资源库的核心组成部分,其贮藏对象是耐低温、耐干燥的正常型种子。正常型种子在低温低湿条件下可大大延长其贮藏寿命^[4-6]。低温种子库包括低温冷库、种子入库前处理操作室和附属设备用房等^[7]。低温冷库建在砖混结构的建筑内,用聚氨酯板搭建而成,聚氨酯板起保温隔汽作用^[8]。通过机房的制冷除湿机组向冷库内输送冷气,并通过库内蒸发设备进行除霜,从而使冷库常年处于恒定的低温低湿状态。前处理操作室包括接收室、清选室、熏蒸室、发芽室、干燥室、水分测定室、包装室、称重室和信息处理室等。附属设备用房包括中心控制室(消防、安保监视、网络系统等)、制冷设备用房、资料档案室和实验室等。

中心所建设的低温种子库定位于中短期库,与国家农作物种质长期库配套衔接。低温种子库共有5间。其中:中期库2间,总面积121.5 m²;短期库3间,总面积182.3 m²。中期库保存材料为应用收集

品材料,用于种质分发、研究及评价鉴定。入库贮藏种子需进行前处理操作,包括:接纳登记、查重去重、生活力检测、含水量测定、干燥包装等。贮藏过程需定期检测种子生活力。短期库主要用于保存待鉴定评价的新收集种质资源的短期或临时保存,也可作为作物改良或研究而收集的种质材料(即工作收集品)的短期保存。

1.2 试管苗库

植物细胞具有全能性,即每个细胞都包含该物种的全部遗传信息,从而具备发育成完整植株的遗传能力^[9-10]。试管苗库即是依据此原理,通过组织培养技术,用试管或组培瓶保存组织或细胞培养物,以便有效保存种质资源的设施。试管苗库主要由低温保存室和附属设施组成。附属设施包括组织培养室、接种室、配剂室、洗涤及灭菌室等。

中心建有试管苗低温保存室4间,总面积70 m²。低温保存室主要用于种质的保存,保存种质一般不直接对外提供,需要时取其中的1~2管作为种苗扩繁,扩繁后及时补充以维持种质保存量。组织培养室主要用于新收集种质脱毒试管苗诱导、待鉴定评价及用于繁殖更新、分发利用等种质试管苗的繁殖和短期或临时保存,也可用于脱毒试管苗的快繁等。接种室用于茎尖剥离或试管苗茎段继代繁殖。配剂室用于配置试剂、制作培养基等。洗涤及灭菌室用于试管、培养皿等的洗涤以及培养基和剪刀等接种器具的灭菌。

1.3 超低温库

超低温保存是指在低于-80℃环境中对生物器官、组织或细胞等材料进行长期保存,其原理是生物材料的代谢和生长活动在超低温条件下几乎完全停止,即处于“生机停顿”(suspended animation)状态^[11-12],因此能够有效保持材料的遗传稳定性,同时又不会丧失其形态发生的潜能。超低温库即采用超低温保存技术,将经过预处理的植物离体材料放入密封冻存管中,置于液氮中进行长期保存的设施。超低温库由超低温室、组织培养室和接种室等组成。

中心建有超低温室1间,面积为40 m²,室内放置液氮存储罐2个,液氮供给罐2个,液氮转移罐10个。2个液氮存储罐,其中一个用于保存中间操作材料,另一个用于种质资源长期保存。液氮供给罐通过连接管道随时向液氮存储罐提供液氮,从而保证液氮存储罐温度恒定在设定温度。液氮转移罐用以运输液氮,向液氮供给罐中及时补充液氮。组织培养室和接种室等其他附属设施的功能同试管苗库。

2 山东省农作物种质资源库的技术指标

山东省农作物种质资源库的设计与建设参照 FAO/IPGRI (1994) 的《基因库标准》以及国家农作物种质库的建造标准执行^[13-15]。

2.1 低温种子库

低温种子库冷库部分净容积为 900 m³, 其中, 中期库 360 m³ (180 m³ × 2); 短期库 540 m³ (180 m³ × 3), 设计种质贮藏能力为 20 万份。

中期库贮藏温度 (-4 ± 2) °C, 相对湿度 $\leq 45\%$, 种子含水量 (6 ± 2) %, 净度 $\geq 98\%$, 专用铝箔袋或 PET 种质瓶密封包装保存。每份材料的保存量为异花授粉作物 5000 粒以上, 自花授粉作物 10000 粒以上, 种子贮藏寿命 10 ~ 20 年。中期库制冷除湿机型号为 FM0100D, 每库 2 套设备, 1 备 1 用, 详见图 1。制冷主机为法国 MTZ100 型, 风机干燥风量 4500 m³/h, 总装机功率 46 kW。外库板采用 150 mm 厚的硬质聚氨酯泡沫夹芯板, 库内隔断墙厚度为 100 mm, 芯材为聚氨酯, 其密度 41 kg/m³, 导热系数 $\leq$

0.022 W/m² · K, 吸水率 2.4% (v/v)。库板内层为不锈钢板、外层为聚酯涂层热镀锌彩钢板 (库内隔断墙表面材料为双面不锈钢), 钢板厚度 0.6 mm。库门夹芯采用 150 mm 厚硬质聚氨酯泡沫板, 内外表面均为不锈钢, 钢板厚度 0.7 mm。库门装有单转轴 (铰链门) 和安全脱锁装置, 库内外均能开启, 且开关灵活, 无变形, 密封良好。此外, 库门安装有电压不超过 24 V 的电热线以防结露和冻粘。地坪保温材料采用挤出型聚苯乙烯板 (XPS), 厚度 150 mm, 抗压强度 353 kPa, 吸水率 0.5% (v/v)。库内地面铺设优质热轧钢筋混凝土层, 厚度 150 mm。

短期库贮藏温度为 (10 ± 2) °C, 相对湿度 $\leq 50\%$, 种子含水量 (10 ± 2) %, 净度 $\geq 98\%$, 铝箔袋密封或不密封包装保存, 种子贮藏寿命 3 ~ 5 年。短期库制冷除湿机型号为 FM065D, 每库 2 套设备, 1 备 1 用, 详见图 1。制冷主机为法国 MTZ80 型, 风机干燥风量 5000 m³/h, 总装机功率 28.4 kW。短期库库板、库门和地坪保温材料与中期库相同。

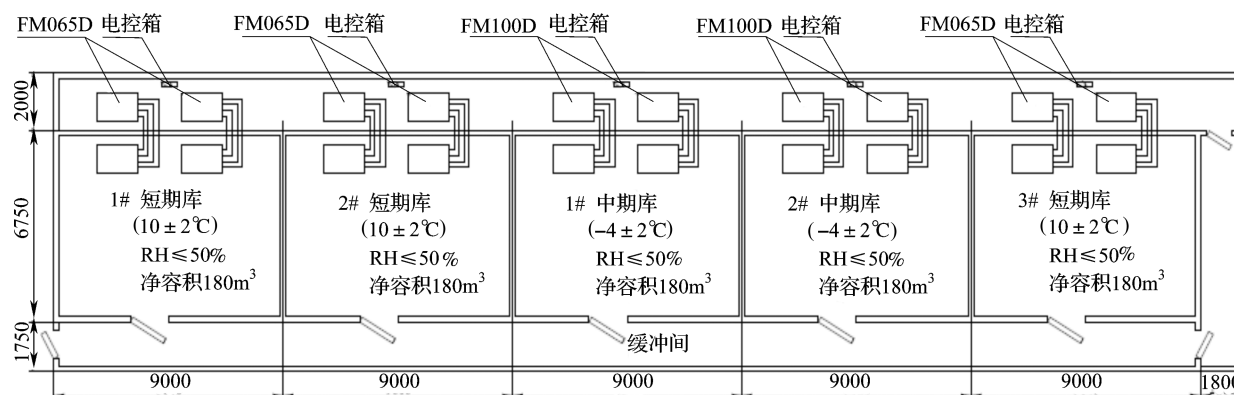


图1 低温种子库结构示意图

Fig. 1 Schematic diagram of seed genebank structure

温、湿度自控系统每库 1 套, 温、湿度控制器及传感器均为意大利原装进口, 温度控制精度为优于满刻度的 0.5%, 湿度控制精度为 3%, 均安装在库门旁, 库内各点温差 ≤ 2 °C。低温种子库配有计算机监测系统, 该系统具备 5 间低温库的温、湿度显示、运行状态显示、故障报警和数据存储打印等功能。此外, 照明设施采用丹伦特防潮灯 40 盏。

低温种子库种子架采用手动抽屉式冷库密集架, 具体规格为: 800 mm × 600 mm × 2700 mm, 每库为 12 列, 每列 5 节, 每节 10 屉, 每屉净高为 150 mm。按每屉容纳 80 个 PET 种质瓶计算, 5 间低

温库的存储能力为 $80 \times 10 \times 5 \times 12 \times 5 = 240000$ 份。密集架抽屉所用钢板为 1.2 mm 冷轧钢板, 抽屉滑轨保证承重量不低于 60 kg。密集架侧板和顶板设有通风孔, 中间平均分布 3 根加固横梁。密集架传动机构采用高强度组合轮架加固底盘结构, 底盘中间传动部分齿轮与链条采用 5 齿同时连接传动。密集架轨道采用 20 mm × 20 mm 实心方钢, 密集架可通过钢制滑轮轻便地来回移动, 空载时发出噪音不超过 65 dB。

前处理操作室和附属设备用房的主要技术指标详见表 1。

表 1 低温种子库前处理操作室和附属设备用房主要技术指标

Table 1 Main technical indicator of pre-processing operating room and ancillary equipment room for seed genebank

设施类别 Facility category	温度(℃)Temperature			相对湿度(%) Relative humidity	其他指标和功能 Other indicator and function
	恒温 Constant temperature	冬季 Winter	夏季 Summer		
接收室 Receiving room		18 ~ 20	25 ~ 28		
清选室 Cleaning room		18 ~ 20	25 ~ 28		
熏蒸室 Fumigation room		18 ~ 20	25 ~ 28		
发芽室 Germination chamber		18 ~ 20	25 ~ 28		
干燥室 Drying room		18 ~ 20	25 ~ 28	< 30	
水分测定室 Moisture determination room		18 ~ 20	25 ~ 28	< 30	
包装室 Packing room		18 ~ 20	25 ~ 28	< 40	
称重室 Weighing room		18 ~ 20	25 ~ 28		
信息处理室 Information processing chamber	20 ~ 25				粉尘控制 10 万级
中心控制室 Central control room	20 ~ 25			< 60	粉尘控制 10 万级 设在冷库的一侧,配
制冷设备机房 Refrigeration equipment room					备通风管道,具有较好 的散热、排气、通风环境 条件
资料档案室 Data archive room	20 ~ 25			< 60	
实验室 Laboratory					配备通风管道

2.2 试管苗库

试管苗库低温保存室净容积为 160 m³ (40 m³ × 4),共 4 间,设计温度分别为(9 ± 1)℃、(5 ± 1)℃、(2 ± 2)℃,相对湿度 45% ~ 65%,光照强度 1000 ~ 1200 Lx。试管苗保存器皿为 18 mm × 180 mm 或 20 mm × 200 mm 玻璃试管,棉球塞口。每份种质保存

量≥5 管,每管 1 株。试管苗继代期限为 6 个月以上。低温保存室制冷机组为 MTZ80HP4AVE 型 4 台,GX-HE303-500 型冷风机 4 台,新风量 539 m³/h,两者均每库 1 台,总装机功率 10.3 kW,详见图 2。除库板及地坪保温材料厚度为 100 mm 外,其他设施,如冷藏门、温、湿度自控系统等与低温种子库相同。

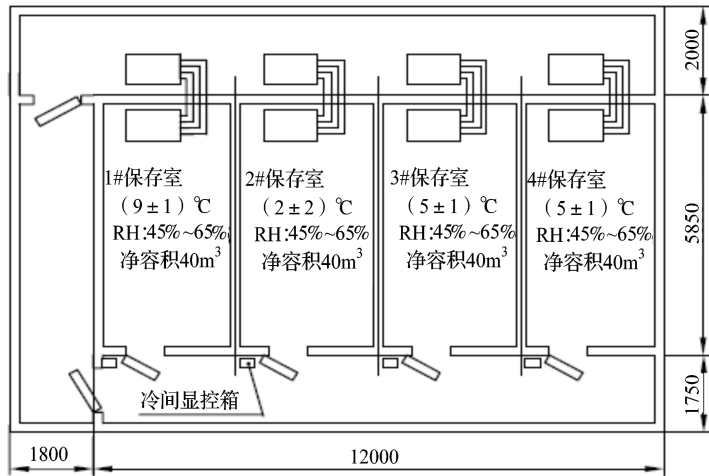


图 2 试管苗库结构示意图

Fig. 2 Schematic diagram of *in vitro* genebank structure

低温保存室培养架由架体、照明灯具和电源开关控制装置组成。架体规格为 1250 mm × 500 mm × 1800 mm。架体框架为专用静电吸附材料,装配方便,承载能力较普通培养架强。隔板为“隔热反光板”,照度均匀且增强光照强度。照明采用 27 W 专业组培灯(全光谱灯),其光谱组成与自然光接近,与 36 W 日光灯相比,不但节约电能,而且能满足植物光照需要。由于专业组

培灯的发热率低,架体之间可紧凑摆放,增大了房屋的使用空间。电源开关控制装置以单片微处理器为核心,配合电子电路组成的电源开关控制装置,可以模拟昼夜变化,还可预设每天或 1 周内不同时间的开关控制,架体配有嵌入式电路,可上下接电,各层均有照明开关,并配有漏电总控制开关,保证安全。

试管苗库附属设施的主要技术指标见表 2。

表 2 试管苗库附属设施主要技术指标

Table 2 Main technical indicator of ancillary facilities for *in vitro* genebank

设施类别 Facility category	温度(℃)Temperature			相对湿度(%) Relative humidity	其他指标 Other indicator
	恒温 Constant temperature	冬季 Winter	夏季 Summer		
组织培养室 Tissue culture chamber	5 ~ 15			< 65	光照; 2500 ~ 4000 Lx; 光照时间: 每天 16 h; 培养器皿不作具体要求; 每份种质培养量, 根据需要确定; 试管苗继代期限: 30 d 左右
接种室 Vaccination room		18 ~ 20	25 ~ 28	< 65	室内具灭菌和消毒设备, 保证接种时处于无菌状态
配剂室 Dispensing Room		18 ~ 20	25 ~ 28	< 75	室内具有通风管道, 配有耐酸碱、带电源的试验台、药品柜、冰箱, 不同感量天平及各种规格的玻璃器皿
洗涤及灭菌室 Washing and sterilization room		18 ~ 20	25 ~ 28		室内配有洗涤槽、放置试管等的操作台和高压灭菌器等

2.3 超低温库

超低温室内存放 Chart-MVE 公司生产的全自动气相液氮存储罐 2 个, 型号分别为 MVE1520 和 MVE1830, 主要技术指标详见表 3。这两种型号的液氮存储罐均具有微电脑控制 TE3000 系统, 可进行程序设定、自我诊断及密码保护; 具有铂金 RTD 温度探头, 可以监测液氮罐温度及样品温度, 可确保样品温度始终处于设定温度点; 具有双通道压力传导测量感应器, 可进行液氮水平测量, 若液氮水平低于限定值, 可报警提醒; 具有全不锈钢真空结构, 真空面积可达到 90% 以上, 避免碳钢外壳的冷凝水腐

蚀及生锈导致的真空度下降。每个气相液氮存储罐都配有 1 个 230 L 液氮供给罐, 为抛光不锈钢结构, 罐内设增压系统, 可自动补加液氮。此外, 每个液氮存储罐配有液氮转移罐 5 个。MVE1520 液氮存储罐用于保存工作材料, 可保存 33800 个 2.0 mL 冷冻管或者 21500 个 5.0 mL 冷冻管。MVE1830 液氮存储罐用于种质资源的长期保存, 可保存 79950 个 2.0 mL 冷冻管或者 50000 个 5.0 mL 冷冻管。

超低温库的组织培养室和接种室等其他附属设施与试管苗库共用。

表 3 液氮存储罐主要技术指标

Table 3 Main technical indicator of liquid nitrogen storage tanks

技术指标 Technical indicator	MVE1520	MVE1830
液氮容量(L) Liquid nitrogen capacity	756	1672
平台下液氮容量(L) Liquid nitrogen capacity under platform	133	296
最低温度(℃) Lowest temperature	≤ -190	≤ -190
外径(mm) Outside diameter	1066.8	1524
内径(mm) Inner diameter	977.9	1422.4
总高(mm) Total height	1351	1608
可用高度(mm) Available height	726.4	726.4
罐颈直径(mm) Tank neck diameter	444.5	635
真空覆盖面积 Vacuum coverage	> 90%	> 90%
空罐重量(kg) Empty can height	341	681
每框架层数(2.0 mL 管/5.0 mL 管) Layers of each frame	≥13 层/ ≥8 层	≥13 层/ ≥8 层
2.0 mL 冻存管容量 Capacity of 2.0 mL cryogenic vial	33800	79950
5.0 mL 冻存管容量 Capacity of 5.0 mL cryogenic vial	21500	50000

3 山东省农作物种质资源库的运转

3.1 机组设备运行情况

2010 年 9 月, 中心种质资源库建成后随即进入设备调试和运行阶段, 目的是检查机组的制冷除湿效果是否达到设计标准。由于保存种质资源数量有

限, 目前只启用了 1 间中期库和 1 间试管苗库。2011-2013 年中期库及试管苗库机组运行监测结果详见表 4。

中期库设定温度 (-4 ± 2)℃, 相对湿度 ≤ 45%。当库温 ≥ -2.0℃ 时开始制冷, 当相对湿度 ≥ 45% 时开始除湿。在运行过程中, 机组会根据

蒸发器结霜情况自动除霜。试管苗库设定温度(9±1)℃,相对湿度≤65%,机组制冷除湿原理和过程与中期库相似,即当库温≥10.0℃时开始制冷,当相对湿度≥65%时开始除湿。按冷库设计规范,

表 4 低温种子库和试管苗库运行监测结果(2011-2013)

Table 4 Running monitoring results of seed genebank and in vitro genebank (2011-2013)

种质库类型 Type of genebank	运行机组 Operation unit	监测时间 Monitoring time	制冷时最大湿差(%) Maximum humidity difference in refrigeration	除湿时最大温差(℃) Maximuntemperature difference in dehumidification	除霜时最大温差(℃) Maximuntemperature difference in defrosting	除霜时最大湿差(%) Maximum humidity difference in defrosting
低温种子库 Seed genebank	主机 (FM0100D)	8:30~17:30	4.9	1.9	2.3	7.9
	备用机 (FM0100D)	8:30~17:30	4.5	1.7	2.4	8.8
试管苗库 in vitro genebank	主机 (MTZ80HP4 AVE)	8:30~17:30	6.4	2.6	3.7	9.8

监测日期为2011年7月19-21日、2012年7月27-29日和2013年8月6-8日,外界环境温度为24.1~36.2℃,相对湿度为59%~72%。表中温、湿度为库内环境平均值

The monitoringdate was July 19~21, 2011, July 27~29, 2012 and August 6~8, 2013. The temperature was 24.1~36.2℃ and the relative humidity was 59%-72% in the external environment. The temperature and the relative humidity in table is the average value in the genebank

3.2 种质资源入库保存情况

截至2014年3月,低温种子库共保存粮食作物、经济作物、蔬菜、牧草绿肥及药用植物种质资源15018份,隶属21科67属89种,详见表5。其中,

表 5 低温种子库保存种质资源

Table 5 Germplasm resources preserved in seed genebank

作物类别 Crops category	科 Family	属 Genus	种 Species	保存份数 Preservation accession
粮食作物 Food crop	2	17	24	8241
经济作物 Industrial crop	7	7	7	3183
蔬菜 Vegetable	7	17	23	1164
牧草绿肥 Forage and green manure	2	10	15	1068
药用植物 Medical plant	14	20	20	1362
合计 Total	21	67	89	15018

粮食作物数量最多,共计8241份,隶属禾本科、豆科共2科17属24种。粮食作物中以小麦、玉米资源数量最多,分别为3306份和771份。经济作物共保存资源3183份,隶属豆科、锦葵科和胡麻科等共7科7属7种。经济作物以花生和棉花数量最多,分别为2416和436份。蔬菜共保存资源1164份,隶属豆科、葫芦科和十字花科等7科17属23

除霜过程中库内温度升高幅度应≤7℃^[16]。监测结果表明,中心低温种子库和试管苗库机组在除霜过程温度升高值符合规范要求,说明两库机组的各项运行指标达到设计要求。

种。蔬菜中保存数量较多的为菜豆、白菜、丝瓜、韭菜、南瓜和黄瓜等作物。牧草绿肥共保存资源1068份,隶属豆科、禾本科共2科10属15种。牧草绿肥中保存数量最多的是苜蓿和田菁,分别为681份和123份。药用植物是中心种质资源保存的重要特色,共保存资源1362份,隶属菊科、豆科和唇形科等共14科20属20种。药用植物中保存数量较多的为丹参、桔梗、黄芪、白术、红花和薏苡等。试管苗库共保存无性繁殖作物种质资源312份,其中甘薯143份,马铃薯169份,每份资源均保存5管,单株保存。

3.3 运行服务绩效情况

山东省农作物种质资源中心是国家农作物种质资源平台(以下简称“平台”)的参建单位,面向全国开放共享服务。2011-2013年,中心平台服务成果显著。中心通过平台向省内外的科研院所、大专院校和企业个人等提供了1422份次的农作物种质资源实物共享服务、618人次的培训服务、662人次的参观访问与科普宣传。服务用户单位17个,其中非平台参建单位13个,占总用户数的76.5%;企业用户8个,占总用户数的47.1%。中心通过平台服务国家科技重大专项项目(课题)2个;服务各级各类科技计划(项目/课题)45个,其中服务国家支撑计划项目(课题)6个,省部级科技计划项目(课题)22个,其他科

技计划项目(课题)17个。中心通过平台支撑科学研究和技术创新取得了长足发展,支撑发表论文75篇、出版论著3部、授权专利30项、制定标准18个、各级科技奖励16个(省部级科技奖励7个)、审定品种9个,创造社会经济效益9.2亿元,为山东省粮食安全和农业可持续发展提供了坚实可靠的基础支撑。

4 展望

山东省农作物种质资源库建成以来,运转情况良好有序,已成为国家农作物种质资源平台的重要组成部分。山东省农作物种质资源库的建成及其运行管理,改变了山东省农作物种质资源保存的落后现状,有利于保证种质资源的遗传完整性,避免种质基因的遗传漂移,使种质资源的生活力始终保持在理想状态,为农作物育种、相关科研活动提供了有效保障。截至2014年3月,山东省农作物种质资源库共保存植物种质资源1.5万余份,这些种质材料必将成为发展现代农业的宝贵战略资源,为山东乃至全国生态安全、粮食安全和农业可持续发展提供坚实可靠的基础支撑。

参考文献

[1] 万书波,丁汉凤.山东省农业生物资源保护现状与发展战略

- [J]. 山东农业科学, 2009(7): 113-117
- [2] 王述民,李立会,黎裕,等.中国粮食和农业植物遗传资源状况报告(I) [J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12 (1): 1-12
- [3] 王述民,李立会,黎裕,等.中国粮食和农业植物遗传资源状况报告(II) [J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12 (2): 167-177
- [4] 卢新雄. 农业种质库的设计与建设要求探讨[J]. 农业工程学报, 2003, 19 (6): 252-255
- [5] 卢新雄. 我国作物种质资源保存与研究进展[J]. 中国农业科学, 2003, 36 (10): 1125-1132
- [6] 卢新雄,张云兰. 国家种质库种子干燥处理技术的建立与应用[J]. 植物遗传资源学报, 2003, 4 (4): 365-368
- [7] 卢新雄. 植物种质资源库的设计与建设要求[J]. 植物学通报, 2006, 23 (1): 119-125
- [8] 郭颖荷,卢新雄,彭高军,等. 中国低温种质库建造技术调查分析[J]. 农业工程学报, 2005, 21 (4): 186-190
- [9] 曾红学,张小华. 植物细胞全能性在中国的研究和实践[J]. 分子植物学育种, 2004, 2 (6): 885-889
- [10] 肖尊安. 植物细胞的全能性[J]. 生物学通报, 2006, 41 (6): 1-3
- [11] 陈晓玲,张金梅,辛霞,等. 植物种质资源超低温保存现状及其研究进展[J]. 植物遗传资源学报, 2013, 14 (3): 414-427
- [12] 马千全,徐立,李志英,等. 植物种质资源超低温保存技术研究进展[J]. 热带作物学报, 2007, 28 (1): 105-110
- [13] FAO/IPGRI. Genebank Standards [S]. Italy: Rome, 1994: 1-10
- [14] 陈叔平. 种质资源低温保存原理和技术[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1995
- [15] 卢新雄,陈叔平,刘旭,等. 农作物种质资源保存技术规程[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007
- [16] 机械工业部冷冻设备标准化技术委员会. 制冷空调技术标准应用手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1998: 735