

生物种质资源与实验材料样本建设存储情况的 国际比较研究

白晨¹ 王弋波¹ 赫运涛² 范治成²

(1. 中国科学技术信息研究所, 北京 100038; 2. 国家科技基础条件平台中心, 北京 100862)

摘要: 生物种质资源是国家的重要基础战略资源之一。本研究主要选择13个世界主要国家与中国的资源建设情况进行对比, 分别从保藏机构、保藏资源数量、保藏机构设施水平等方面进行比较分析, 以看出我国的优势和不足, 为我国生物种质资源建设政策的制定提供参考。

关键词: 生物种质; 生物物资资源; 国家基础条件资源; 科技资源建设; 指标评估; 国际比较

中图分类号: N99

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2017.01.002

International Comparative Study on the Construction and Storage of Biological Germplasm Resources

BAI Chen¹, WANG Yibo¹, HE Yuntao², FAN Zhizheng²

(1. Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038; 2. National Science and Technology Infrastructure Center, Beijing 100862)

Abstract: Biological germplasm resource is one of the basic and important national strategic resources. This paper chooses 13 major countries in the world to compare with China about the resource construction, which including Preservation organization, the quantity of resource and the level of preservation facilities. Based on the comparison, we can conclude the advantages and weaknesses of China, and then provide reference for the resource construction in future.

Keywords: biological germplasm, biological germplasm resource, national strategic resources, resource construction, index evaluation, international comparison

1 引言

生物种质资源是指对人类具有实际用途和潜在价值(即在人类可预见的未来也有实际利用价值)的遗传资源、生物体、生物种群或生态系统中任何其他生物组成部分^[1]。生物种质资源是国

家的重要基础战略资源, 主要分为陆生与水生两大体系, 其中最具有活力和再生能力的主要包括植物种质资源、动物种质资源和微生物种质资源。世界主要发达国家和新兴国家都普遍重视生物种质和实验材料资源的收集、保存和开发利用。从上世纪初, 我国科学家就开始了生物种质资源的

作者简介: 白晨*(1980—), 女, 中国科学技术信息研究所助理研究员, 博士, 研究方向: 科技资源共享; 王弋波(1985—), 男, 中国科学技术信息研究所助理研究员, 研究方向: 科技资源管理; 赫运涛(1980—), 男, 国家科技基础条件平台中心副研究员, 研究方向: 科技资源管理与共享; 范治成(1985—), 男, 国家科技基础条件平台中心助理研究员, 研究方向: 科技资源共享、创新券理论与实践。

基金项目: 国家科技基础条件平台专项课题“科技基础条件资源建设与发展国际比较分析研究”(2016DDJ1ZZ04)。

收稿时间: 2016年11月1日。

相关建设和研究工作，特别是建国以来，以系统调查为主的中国生物种质资源进入全新阶段，经过 100 多年科学家的不懈努力，我国已经成为生物种质资源大国。尤其是近年来，我国不断加大生物种质资源的保藏机构建设的力度，取得了举世瞩目的成就。国家通过科技基础性工作专项、科技支撑计划等支持了生物种质和实验材料的采集和研制工作。此外，农业部、卫生部、国家质检总局、国家林业局、国家海洋局等部门通过行业专项支持了生物种质资源的研制和采集工作。

目前，国内的相关研究大都是针对中国或某个地区生物种质资源的调查，如：刘旭^[1]对中国 8 种重要的生物种质资源的重大进展、现状和问题进行了总结；吕萍等^[2]运用分层聚类法分析了全国 30 个省（市、区）生物种质资源保存机构的建设情况，并针对不同特点提出了有针对性的政策建议；郑殿升等^[3]对云南省和西藏自治区内的 41 个县进行了调查，获得了大量基础数据和稀有种植资源数据，对于系统分类研究具有重要意义；林雄等^[4]通过比较分析国内外生物种质资源保护和管理机制，针对广东生物种质资源平台提出了建设目标和保障措施，为平台建设和管理提供理论依据；方嘉禾^[5]简述了我国生物种质资源保护的现状和保护的必要性、紧迫性，并对我国目前生物种质资源的问题提出了相关的建议和对策。

为了更好地认清中国生物种质资源与世界其他主要国家相比的基本情况，查找与其他国家之间的差距，本研究对世界主要国家生物种质资源进行综合评价，通过对定量化和客观的指标数据的国际对比，反映中国生物种质资源活动的发展情况。

2 分析指标及数据采集

2.1 分析指标

在评价指标的选择上，本研究立足为科技决策服务，为衡量和评价生物种质资源发展水平提供量化数据。在文献调研的基础上，根据系统界定与内容分解，再经过专家多次讨论论证及反馈，综合考虑评价指标的全面性、整体性、科学

性、简明性、可操作性以及数据采集的可行性等基本原则，进行选择确定分析指标。

根据前期相关研究的成果以及专家调研，结合数据的可采集性，分别从规模、质量、人均规模、开发水平等方面进行数据收集和分析。在此基础上运用系统科学的原理，深入分析评价对象特征，突出能够反映条件资源建设本质的指标，舍去某些次要因素，最终确定了以生物种质资源的规模和质量作为分析指标。

(1) 规模。生物种质资源和实验材料规模是指资源保存机构所实际保存的种质资源数量，即保存种质资源必须在生物遗传性上具有唯一性，主要从物种数量和保藏数量两个方面进行考察。

(2) 质量。生物种质资源和实验材料质量是指物种资源是否容易被需求方获取以及是否能够满足需求方对数据的要求。其中，针对标准物质资源与实验材料主要考察其集中保藏量、相关国际互认能力数量、资源互认优势领域数量；针对家养动物种质资源主要考察其入库率；针对微生物种质资源主要考察其编目率；针对作物种质资源主要考察其可提供数；针对标本资源主要考察其数字化比例和编目率。

资源质量水平反映评价对象科技基础条件资源的先进性和规范性，由国家统一编目和模式菌株或专利菌株的生物种质资源占比综合而成。国家统一编目和模式菌株或专利菌株的生物种质资源占比由植物种质资源国家编目率、动物种质资源国家编目率、微生物模式菌株或专利菌株占比组成。

2.2 数据采集

本研究主要采集了美国、英国、加拿大、法国、德国、意大利、澳大利亚、俄罗斯、印度、巴西、南非、日本、韩国等 13 个世界主要国家的数据，并与我国进行对比研究。选择上述国家的原因：一是注重与发达经济体的比较，由于我国是世界上最大、经济实力最强的发展中国家，虽然发展速度卓越，但是很多领域与发达国家相比还存在一定差距，因此选择了美国、英国、加拿大、法国、德国、意大利、澳大利亚等；二是

与金砖国家进行比较,金砖国家都具有大国特征,都是新兴市场国家,因此选择了俄罗斯、印度、巴西、南非4个具有类似发展背景的金砖国家进行比较;三是韩国和日本与我国同为亚洲国家,因地域因素而选择进行比较。

由于无法获取相关国家全部生物种质资源数据,所以选择了3种具有代表性的生物种质资源来获取数据,即微生物资源、岩矿化石资源、标本资源(包括动物标本、植物标本、岩矿化石标本)。微生物资源的数据来源于<http://www.wfcm.info>和<http://www.wdcm.org>数据库;岩矿化石资源数据来源于各国相关网站;动物标本资源数据来源于COL网站;植物标本资源数据来源于相关网站和研究报告;作物种植资源数据来源于<https://www.genesys-pgr.org/welcome>和《世界粮食和农业植物遗传资源概况第二份报告》的国家报告。

3 结果分析

3.1 生物种质保藏资源覆盖面不足

目前,世界主要发达国家和新兴国家都普遍重视生物种质和实验材料资源的收集、保存和开发利用,部署并长期开展了大量的工作。我国已收集保藏并研制了相当规模的生物种质和实验材料资源,资源规模数量处于世界领先地位。美国从20世纪初就开始在全球范围内收集植物资源,现保存的植物资源总量巨大,且80%来自其他国家。此外,英国、印度、德国在世界上的生物种质和实验材料资源规模也较大,以较明显的规模优势领先于其他国家。俄罗斯从19世纪末开始进行了220余次全球考察收集,现保存的植物资源来自130多个国家和地区;日本多次派出考察队赴东南亚和南亚各国收集水稻种质资源。

据不完全统计,我国目前收集保藏并研制了相当规模的生物种质和实验材料资源。其中,保藏农作物种植资源52万份,约占世界总量的17%,保藏量居世界第二位;林木种质资源108万份,占世界总量的16.6%。此外,还收集保藏了水生动物种质6077种、活体家养动物650种、

微生物菌种50万株、各类标本4453万份;研制了国产科研用试剂1万种,试剂使用量据世界第二位;研制有证标准物质8100种,保有实验动物品种品系3000个、实验细胞6200株系,均居世界前列。表1列出了各国其他主要实验材料资源、生物种质资源、标本资源的具体资源规模情况。

从表1可以得到以下结论:一是从家养动物资源规模来看,我国处于领先地位,德国、英国、法国家养动物资源规模也较大。二是从微生物资源的资源规模排名来看,美国的资源规模较大地领先于我国,韩国、日本的资源规模与我国比较接近,其他国家则较多地落后于我国。三是从作物种质资源的资源规模排名来看,我国和美国处于世界领先地位,其他国家的作物种质规模远小于我国和美国。四是从标本资源的资源规模排名可以看出,我国和美国处于相对领先的地位,其他国家的差距相对较大。具体到各类细分资源,对于植物标本来说,美国、巴西的规模领先于我国;对于动物标本来说,我国处于世界领先地位;对于岩矿化石标本来说,美国、英国、德国、澳大利亚、法国领先于我国,我国在该类标本保有量上还比较落后。

总体上看,经过60多年的建设与积累,我国生物种质与实验材料资源的研究和保藏已取得较大进步,许多类型的资源保有数量跃居世界前列,但我国生物种质与实验材料资源的结构仍有待优化,资源覆盖面仍需扩大。首先,以英国千年种子库为例。英国千年种子库不仅储藏英国所有1400多种野生植物种质资源,而且收集保存了全球36345种野生植物种子,其中木本植物8266种,树木3914种(截至2015年10月)。千年种子库正与全球80多个国家和地区合作,计划在2020年之前收集保存7.5万种植物种子,约占全球有花植物的25%。而我国西南野生生物种质资源库收集保存了9729种野生植物的67869份资源,其中仅有小部分是国外资源。林木种质资源则以保存主要造林树种和乡土树种为主,国外引进资源尚无保藏机构进行系统保存。其次,

表 1 各类生物种质与实验材料资源规模

	生物种质资源				标本资源			
	家养动物资源	微生物菌种	作物种质资源		岩矿化石标本	植物标本		动物标本
	物种数量/种	保藏数量/株	物种数量/个	保藏数量/个	保藏数量/万份	物种数量/个	保藏数量/万份	物种数量/个
中国	748	192800	10000	391919	115	33062	1600	206266
美国	289	260300	11815	508994	6245	16108	7318	68290
加拿大	112	82315	1166	106280	52	3270	892	5488
德国	693	94882	3049	148128	1202	2682	2156	5988
英国	655	69454	1955	304229	1459	1623	2079	3789
法国	500	89550	/	36170	663	4630	1179	10203
意大利	343	35081	6700	64357	52	5599	887	6897
澳大利亚	359	82946	/	20745	745	15638	736	28856
日本	92	155700	1409	243463	5	5565	1011	13015
韩国	90	158600	4884	156282	3	2898	120	2568
印度	298	195187	1495	366333	15.5	16000	452	14759
俄罗斯	344	58240	2025	322238	63	/	1566	12848
南非	210	10860	/	/	65.5	23420	316	46826
巴西	252	92894	670	107246	11	56215	637	26343

注：微生物资源数据来源于<http://www.wfcc.info>和<http://www.wdcm.org>数据库；岩矿化石资源数据来源于各国相关网站；动物标本资源数据来源于COL网站；植物标本资源数据来源于相关网站和研究报告；作物种植资源数据来源于<https://www.genesys-pgr.org/welcome>和《世界粮食和农业植物遗传资源概况第二份报告》的国家报告。

以农作物种质资源为例。截至 2015 年年底，我国已保存了各类农作物种质资源近 47 万份，保存总量虽已居世界第二，但资源的覆盖面仍显不足，遗传基础狭窄，多样性不够丰富，严重影响了农作物育种和基础研究。主要原因：一是我国农作物种质资源的来源较狭窄，在我国保存的资源中约有 79% 来自本土，只有 21% 左右来自海外，而美国 72% 收集的资源来自海外，28% 来自本土，可见差距十分明显。二是我国收集保存的农作物种质资源物种数量较少，多样性还不够丰富。目前我国收集保存的资源约 2800 个物种，而美国则保存了近 1.5 万个物种。

3.2 保藏机构数量较多，不同类型资源机构分布存在差异

表 2 是各国分类的生物种质资源机构数量。从总体上看，虽然我国的保藏/研制机构数量在国际上处于领先地位，资源建设数量也在世界上

处于领先地位，但是不同类型资源的机构建设数量上存在很大的差异。从微生物资源、岩矿化石标本和植物标本资源的机构建设的情况可以看出：我国微生物资源、岩矿化石标本和植物标本资源的机构数量分别位于第 4 位、第 5 位、第 3 位，处于世界前列，但是与先进国家相比仍存在一定差距，标本资源机构建设领先的是美国和英国，从数值上看我国与他们的差距较大。

3.3 生物种质机构的设施水平和体系建设有待完善

从生物种质机构设施建设来看，自 20 世纪 50 年代以来，世界各国十分重视种质资源的收集和保存，截至 2014 年年底，全世界已建成 1750 多座种质资源保存库（又称“种子银行”），共保存各类植物种质 740 余万份（含重复），其中低温库保存 580 万份以上。例如 1958 年建成的美国国家种质库是世界上第一座现代化种质库。该库于 1992 年扩建成库容 100 万份的现代化国家

表2 各国分类生物种质资源机构数量

单位: 个

国别	微生物资源数	标本机构	
		岩矿化石标本机构数	植物标本机构数
中国	32	32	318
美国	28	89	761
加拿大	18	28	121
德国	13	48	77
英国	19	90	555
法国	37	15	77
意大利	15	10	76
澳大利亚	33	42	46
日本	27	7	73
韩国	22	6	3
印度	31	20	80
俄罗斯	21	16	106
南非	3	8	54
巴西	69	12	155

注: 微生物资源数据来源于<http://www.wfcc.info>和<http://www.wdcm.org>数据库; 岩矿化石资源数据来源于各国相关网站; 动物标本资源数据来源于COL网站; 植物标本资源数据来源于相关网站和研究报告。

种质库。美国的国家植物种质资源系统(NPGS)已保存217科2389属15048种植物种质资源57万份,其中在科罗拉多Fort Collin's国家种质资源保存中心(NCGRP)长期保存库保存了36万份各类植物种子。与美国相比较,我国生物种质资源的设施和体系建设尚不平衡。农作物种质资源保存体系建设相对比较完善,由库、圃构成,已建成国家种质资源长期库及其复份库各1座、国家中期保存库10座、国家种质资源圃40个(含2个试管苗库)以及原生境保护点116个。几乎包含了我国大部分的作物资源和部分的热带作物种质资源(25种)。我国的林木及野生植物种质资源设施保存仍处于起步阶段,目前仅有中国科学院昆明植物研究所西南野生植物种质资源库。该库是一座现代化的种质库,其冷库面积600平方米,截至2014年年底已收集保存野生植物种子8855种65067份。而林木种质资源设施保存则几乎是空白,在异地保存方面主要以保存主要造林树种为主,而关注的物种较少且较为分

散,尚未形成完整的系统。

与发达国家相比,我国的保藏管理和共享利用的政策体系尚不完善。当前,英国、法国、德国、荷兰、瑞典、瑞士、美国及日本等发达国家,在实验动物管理的立法方面主体明确,系统配套,且在实验动物生产方面已实现了专业化、规模化和标准化,并通过完整的组织管理机构和完善的教育、科研、生产管理与应用体系,将实验动物管理纳入法制化轨道。而我国在实验动物方面,有关实验动物的行政许可管理和质量监督制度依据的法律体系不完善,政府实施实验动物法制化管理的基础还比较薄弱。尤其是缺少实验动物国家层面的法律及行政法规,国家科技行政主管部门的相关规章还亟待修订。此外,实验动物的保护、福利和伦理审查法规也相对缺失。随着我国法制化发展进程的加快,实验动物法制不健全的问题将日显突出。目前,国家实验动物种子中心一直没有固定的运行经费,限制了保种中心的发展质量和规模,这在一定程度上难以完成

国家赋予的使命。由于众多实验动物资源(包括小鼠种子、ES细胞、胚胎、组织实验试剂等)主要来源于国外机构,而由于目前各国对生物类相关物品的监管十分严格,手续繁琐且耗时很长,对实验动物资源的引入和输出造成了很大的障碍。在微生物保藏机构的专业化管理层面,截至目前,仅有6个国家级保藏管理中心和1个省级微生物保藏机构通过质量管理体系的认证。微生物资源保藏机构在体系建设层面,缺乏深度的统筹规划与合理布局。我国正在重新布局病原微生物保藏管理中心建设,并在农业微生物资源领域开展资源收集与保藏基础性工作的体系建设。

4 结语

我国生物种质和实验材料资源收集保藏工作成效显著。资源积累效果初步显现,资源保藏量居世界前列,已建成一批重要资源保藏库馆,资源保障能力大幅提升,资源保护与利用的政策法规体系不断完善,资源的研究和利用水平不断提升。

虽然在各类资源的规模上均居前列,但我国科技资源的结构建设仍存在不足。一是我国生物种质资源具有规模优势,但是资源机构建设不均衡,例如微生物资源、岩矿化石标本、植物标

本资源的机构建设与先进国家相比存在一定的差距;二是生物种质保藏资源覆盖面不足,生物种质与实验材料资源的结构有待进一步优化,例如我国80%的植物资源都来自其他国家;三是生物种质资源机构的设施水平和体系建设有待完善,与美国相比,我国生物种质资源的设施和体系建设尚不平衡,例如林木种质资源设施保存几乎是空白;四是保藏管理和共享利用的政策体系与国外发达国家相比也不完善。

生物种质资源是人类繁衍和发展的最根本物质基础和战略资源,是人类明天生存与发展的物质基础。通过与世界其他国家生物种质资源建设的比较,可以看到我国在相关领域的不足和差距,为日后的建设提供参考。

参考文献

- [1] 刘旭.中国生物种质资源科学报告[M].北京:科学出版社,2015.
- [2] 吕萍,王蕾.我国生物种质资源保存机构建设的区域差异分析[J].科技管理研究,2012(24):90-95.
- [3] 郑殿升,高爱农,李立会,等.云南及周边地区稀有农业生物种质资源[J].植物遗传资源学报,2013(1):8-17.
- [4] 林雄,陈琴琴,余亮,等.广东省生物种质资源管理机构研究初探[J].广东农业科学,2010(6):355-357.
- [5] 方嘉禾.中国生物种质资源保护现状与行动建议[J].中国农业科技导报,2001(1):77-80.

(上接第7页)

射,推动经济发达地区优质科技资源为后发地区服务。

5.4 优化完善创新券管理机制

创新券是一项系统工程,涉及企业、创业团队、高校、科研院所、政府等多元主体,应在实践中进一步深化创新券管理机制研究,总结先进经验,解决存在问题,在资金支持、派发规则、诚信使用、绩效评估和监管等方面,不断改进和完善,进一步优化创新管理,提高创新券使用效益,更好地发挥创新券的作用,进一步推进科技资源开放共享,助力大众创业万众创新。

参考文献

- [1] 王红艳,马俊芳,罗锐.我国科技创新券政策的探索与实践[J].改革与开放,2016(19):1-3.
- [2] 易守菊.科技创新券与科技公共服务平台融合之可行性探析[J].图书与情报工作,2015(6):247-249.
- [3] 朱悦,金爱民,王迎春.创新券在科技平台服务中的应用[J].中国科技论坛,2013(7):153-156.
- [4] 张玉强.创新券对科技资源配置的优化研究[J].科技管理研究,2015(23):42-45.
- [5] 郭丽峰,郭铁成.用户导向的政府创新投入政策—创新券[J].科技创新与生产,2012(8):10-13.
- [6] 刘毅.国内科技创新券政策研究及对广东的启示建议[J].科技管理研究,2015(13):13-15.