

野生棉的收集与保存

王坤波*

(农业部棉花遗传改良重点开放实验室,中国农业科学院棉花研究所,河南安阳 455000)

摘要:从种质资源角度,对我国野生棉的引种和保存工作做了较全面的总结,肯定了许多专业研究机构和工作者的历史贡献。作者认为,全部收集并保存到所有野生棉种的工作难度是很大的,但在材料类型方面还有很大的潜力。今后收集的重点是我国现在所缺乏的黄褐棉、二倍体栽培种的多年生类型等,考察收集重点地区是澳大利亚、巴西、印度、巴基斯坦、非洲部分地区等。从综合背景来看,美国仍然是当今补充收集最有效的对象。作者认为,我国进行种间杂交转育野生棉有益种质有巨大的潜在优势,而且我国已经到了发挥这个巨大优势的时候了。

关键词:野生棉资源,收集,保存

中图分类号:S562.024 **文献标识码:**A

文章编号:1002-7807(2007)05-0354-08

Introduction and Conservation of Wild Cotton in China

WANG Kun-bo

(Key Laboratory of Cotton Genetic Improvement, Ministry of Agriculture, Cotton Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Anyang, Henan 455000, China)

Abstract: The author reviewed the collection and conservation of wild cotton germplasm in China, and emphasized the contributions of some research organizations and early scientists in this research field. The outstanding research works have been made by both Cash Crop Research Institute of Jiangsu Academy of Agricultural Sciences and Cotton Research Institute of Chinese Academy of Agricultural Sciences (CRT, CAAS). The National Wild Cotton Plantation, sponsored by CRT, CAAS, played important role in the field. The author pointed out in this paper that future collection for wild cotton are *G. mustelinum* and perennial stocks of African and Asian cultivated cottons etc. which China has not kept. The main target regions for in-situ collection are Australia, Brazil, India, Pakistan and some areas in Africa. The author considered that there should be great potentials for transfer and application in upland cotton from wild cotton in China via inter-specific breeding, and it is the time to explore the potentials.

Key words: wild cotton germplasm; introduction; conservation

我国是世界上棉花生产和消费大国,但不是棉花原产地,所以追根溯源棉花资源材料应该都是“舶来品”。野生资源有栽培品种所缺乏的许多优良性状,是品种在高产、品质、抗逆性等方面得以改良的物质基础,所以,收集保存和开拓利用资源特别是野生等原始资源尤为重要。在棉花方面,美国和前苏联一直是棉花生产和科技的排头兵,与其长

期坚持有目的地收集保存和开拓利用野生棉资源不无关系。我国于上个世纪 80 年代以来,在棉花野生棉资源方面也得到长足发展,为我国棉花科技和专业人才培养发挥了良好的作用。

回顾历史和展望未来,对于推动这一领域工作是很有必要的。

收稿日期:2007-06-20 作者简介:王坤波(1956-),男,研究员

*:汪若海、胡绍安、周宝良、梁正兰、李炳林、韦贞国、韩泽林等审阅了稿件,王春英协助查阅资料,作者一并表示感谢。

基金项目:中央级公益性院所基本科研业务费(SJA0602;SJC0601)

1 棉花的分类地位和野生棉资源的概念

棉花是短日照植物,其原始种质材料主要分布在热带,少量在亚热带。棉花属于被子植物的锦葵目(Malvales)、锦葵科(Malvaceae)、棉属(*Gossypium* L.)。美国棉花植物分类学家 Paul A. Fryxell 在经典之作《棉族自然史》(The Natural History of the Cotton Tribe)中,从锦葵科中列出一个棉族(cotton tribe: *Gossypieae*),棉属是棉族 8 个属之一,共 39 个种^[1]。20 世纪 80 年代以后,在澳大利亚不断发现棉属植物的野生类型,使棉属增添了较多新种^[2-3]。近代对于棉花分类学的研究,在常规的形态学和杂种细胞学的基础上,增加了棉种的细胞遗传学、生物化学和分子生物学的研究成果。棉属植物的细胞学特征是:染色体基数 $x=13$,二倍体棉种 $2n=2x=26$,四倍体棉种 $2n=4x=52$ 。迄今,棉属发现并定名了 51 个种,以形态特征为主线分为 4 个亚属(subgenus)、8 个组(section)、9 个亚组(subsection)。以染色体组(genome)和生态学为主线,二倍体棉种 46 个,分别归到 A、B、C、D、E、F、G 和 K 等 8 个染色体组;四倍体棉种 5 个,染色体组构成是异源的 A 和 D^[4-6]。

从种质资源角度来讲,野生棉包括棉属野生种和栽培种的野生类型^[6]。在实际工作中,野生棉资源还常常包括棉属近缘植物,例如棉族植物中的桐棉(*Thespesia* L)等。棉属 51 个种中仅 4 个栽培种,四倍体和二倍体各两个:陆地棉(*G. hirsutum* L, 4x)、海岛棉(*G. babardense* L, 4x)、草棉(*G. herbaceum* L, 2x)和亚洲棉(*G. arboreum* L, 2x),其余均是野生种。可见,棉属是个大家族,而且野生资源很丰富。野生棉具有栽培棉所缺乏的许多有益特性,例如抗干旱、耐盐碱、耐寒、抗虫、抗病、纤维优质等等,但真正掌握到的可利用性状很少,梁正兰等就已知的一些有益特性作了概括^[7]。由于其重要性,主要的国家长期以来很重视野生棉的收集保存和研究利用。

2 国外野生棉收集保存简况

据有限资料估计,全世界棉花栽培资源约 9000~10000 份,野生资源 2000 余份^[3,6,8-17]。当今世界棉花种质材料大国依次是美国、印度、中国、巴西、巴基斯坦和澳大利亚等。在介绍现今棉花资源大国之前不得不谈一谈前苏联。位于莫斯科的瓦维洛夫(Vavilov)植物研究所虽然是植物资源的收集保存中心,但棉花资源工作的中心是

在位于塔什干的以扎依采夫(Zaitzev)为首任所长的全苏棉花育种研究所,收集保存的棉花种质资源份数曾经是世界上最多的。到 20 世纪 80 年代末期在塔什干国家棉花种质库保存的棉花资源 9000 余份(有部分重复),其中包括在温室在内的一共保存的野生棉种 31 个。前苏联解体不久,大部分棉花资源转移到了美国^[6]。

美国收集棉花材料的种类最全,在得克萨斯州 College Station 设有国家棉花资源库,库存材料 6550 份,其中野生种 541 份,陆地棉野生种系约 2000 份。此外,美国的一些大学保存不少棉花材料,如阿肯色州大学的 Stewart 博士保存了大量的野生资源,涵盖了来自于世界各地现有的全部野生种。美国的野生种除了在温室保存外,还在墨西哥设有一个野生棉种植园,原在伊瓜拉(Iguala),1981 年开始搬迁到特考曼(Tecoman)^[34]。据赴美国、墨西哥考察团 1980 年 12 月的报告^[18],伊瓜拉种植园位于墨西哥南部格雷罗州,北纬 18°,西经 99°,海拔 700 m,最高温度 40°C,最低温度 28°C,保存野生种 20 个(当时棉属定名 32 个种)和陆地棉种系若干份。据 1984 年我国农业部组团赴墨西哥的考察^[19],伊瓜拉种植园保存 16 个野生种:斯特提棉(*G. sturtianum* Willis)、南岱华棉(*G. nandewarensis* Derera)、比克氏棉(*G. bickii* Prokhanov)、长萼棉(*G. longicalyx* Hutchinson & Lee)、司笃克氏棉(*G. stocksii* Masters in Hooker)、雷蒙德氏棉(*G. raimondii* Ulbrich)、瑟伯氏棉(*G. thurberi* Todaro)、辣根棉(*G. armourianum* Kearney)、哈克尼西棉(*G. harknessii* Brandegees)、戴维逊氏棉(*G. davidsonii* Kellogg)、克劳茨基棉(*G. klotzschianum* Andersson)、旱地棉(*G. aridum* (Rose & Standley) Skovsted)、拟似棉(*G. gossypoides* (Ulbrich) Standley)、裂片棉(*G. lobatum* Gentry)、三裂棉(*G. trilobum* (DC.) Skovsted)、松散棉(*G. laxum* Phillips)、奈尔逊氏棉(*G. nelsonii* Fryxell)。印度是迄今世界上唯一同时种植 4 个栽培种的植棉国,收集保存的棉花栽培资源比较全面。到 20 世纪末,印度中央棉花研究所保存的棉花种质资源共 9607 份,其中野生种和多年生材料共 173 份,野生棉种 25 个(1985 年即达 25 个^[9]),多年生材料包括亚洲棉的 6 个种系,陆地棉的 6 个种系,草棉和海岛棉各 1 个种系。巴西地处热带和亚热带,生物资源丰富。全国自 1974 年建立一个国家遗传资源中心(National Center

of Genetic Resources, 简为 CENARGEN), 隶属于巴西农业研究院 (Brazilian Agricultural Research Cooperation, 简为 EMBRAPA), 10 年后转为巴西农业研究院的资源与生物技术研究中心, 在生物遗传资源的收集、鉴定、评价、保存、检疫和创新利用等方面, 形成了全国性的工作网, 全国各地设有 11 个分中心和 187 个种质资源工作库 (Active Germplasm Bank)。截至 2006 年, 在巴西利亚总部的长期库 (-20℃) 保存棉花资源 2785 份, 其中一半以上是野生资源, 为 1459 份。棉花种质资源除了国家长期库外, 在棉花研究中心还有个工作库 (实际在 PARAIBA 州的 PATOS), 温度是 9~10℃, 种子可保存数年, 保存的棉花资源 637 份。棉属共 47 个野生种, 其中只有黄褐棉 (*G. mustelinum* Miers ex Watt) 原产于巴西, 而黄褐棉在世界上也仅仅分布于巴西。黄褐棉曾经被归在海岛棉之下 (海岛棉的野生类型或一个变种), 记载统计中都成了海岛棉, 所以历史上巴西植棉记录的海岛棉其实很多是黄褐棉。巴西棉花遗传资源总共有 3000 多份, 其中特有野生种黄褐棉约 300 份。巴基斯坦收集的棉花种质资源近 2000 份, 对野生棉的收集与保存较突出, 共收集到野生种 25 个。在木尔坦设有专门的种质圃, 常年宿生保存野生种 21 个, 陆地棉野生种系 2 份, 多年生海岛棉 1 份、亚洲棉和草棉各 2 份。澳大利亚是棉花野生资源最大的“故乡”, 野生资源最丰富, 棉属 51 种中就占了 18 个, 共 100 余份材料。有专门的收集与保存机构, 但是与巴西一样没有专门的室外种质圃, 却保存在自动控温的温室里。此外, 起源于本土的野生棉种均有标本, 保存在澳大利亚国家植物标本馆里。

3 我国野生棉的引种历史

我国野生棉引进工作早在新中国成立前已经开始, 主要是原中央农业试验所, 只有少数几个棉种。由于条件所限, 所引进的棉种没有保存下来^[20]。据梁正兰先生回忆 (2007 年), 建国初期到“文革”前, 也有野生棉的引进。主要是从前苏联, 由留学生引进, 有瑟伯氏棉、异常棉 (*G. anomalum* Wawra & Peyritsch)、斯特提棉、索马里棉 (*G. somalense* (Gurke) Hutchinson) 等。“文革”时期, 科研工作做做停停, 没有正常的课题。而植物远缘杂交研究受到米丘林遗传学说的影响, 由种间扩展到属间, 甚至不同科之间。如棉花, 甚至采用蓖麻为授粉的父本。所以也没有人注重引进

和研究野生棉, 此前引进的少量野生棉也全部丢失。“文革”结束, 随着全国科技工作逐步走上正轨, 特别是 1978 年第二次全国科学大会的召开, 野生棉资源的研究工作也迎来了“春天”, 我国正式有计划地引进野生棉。工作较为系统、进展较为突出的主要是江苏省农业科学院经济作物研究所 (简称江苏经作所) 和中国农业科学院棉花研究所 (简称中棉所)。

江苏经作所于 1977 年, 在江苏省植物研究所帮助下, 从前捷克斯洛伐克布拉格农业大学热带亚热带农业研究所引进 9 个种: 阿非利加棉、异常棉、澳洲棉 (*G. australe* Mueller)、比克氏棉、斯特提棉、戴维逊氏棉、克劳茨基棉、三裂棉 (*G. trilobum* (DC.) Skovsted)、毛棉 (*G. tomentosum* Nuttall ex Seemann); 1982 年 2 月, 从美国引进 21 个棉种, 新增加的有: 南岱华棉、绿顶棉 (*G. capitiviridis* Mauer)、旱地棉、辣根棉、拟似棉、裂片棉、雷蒙德氏棉、长萼棉、三叶棉 (*G. triphyllum* (Harvey & Sonder) Hochreutiner)、灰白棉 (*G. incanum* (Schwartz) Hillcoat), 其中三叶棉种子没有发芽, 灰白棉实际上是索马里棉; 1982 年 4 月, 从法国 IRCT (棉花及海外纺织纤维研究所) 引进 3 个野生棉种: 特纳氏棉 (*G. turneri* Fryxell)、松散棉和奈尔逊氏棉; 1983 年 11 月, 从澳大利亚引进 4 个野生棉种, 新增加的有鲁滨逊氏棉 (*G. robinsonii* Mueller) 和未定名的 A111; 1984 年从墨西哥引进 6 个种, 增加的是旱地棉和松散棉的不同类型; 1986 年 10 月, 从澳大利亚科学研究院 (CSIRO) 引进 6 个种: 肯宁汉氏棉 (*G. cunninghamii* Todaro)、皱壳棉 (*G. costulatum* Todaro)、杨叶棉 (*G. populifolium* (Bentham) Mueller ex Todaro) 和尚未定名的 A112、A114、A120; 1987 年从美国又引进比克氏棉、异常棉和三叶棉; 1989 年元月从科特迪瓦共和国布瓦凯草原研究所经济作物研究中心引进 3 个种: 灰白棉、特纳氏棉和黄褐棉; 1990 年 3 月、1993 年 3 月、1995 年 3 月, 从墨西哥先后引进 8 个陆地棉种系和 4 个野生棉种 (包括施温迪茫棉 *G. schwendimani* Fryxell), 除增加了已有棉种的类型外, 施温迪茫棉为第一次引进, 且为直接从原生态地自然生长下考察采集引进^[20]。分别于 1979、1984、1991 和 1993 年, 派出 7 人次到墨西哥考察, 收集到上述野生种之外, 还引进了陆地棉野生种系 7 个: 尖斑棉 (race *punctatum*)、墨西哥棉 (race *mexicanum*)、雷奇蒙地棉 (race *richmondii*)、阔

叶棉(*race latifolium*)、莫利尔棉(*race morilli*)、玛利加朗特棉(*race marie-galante*)、帕默尔棉(*race parmeri*)^[21]。

中棉所 1980 年前保存的野生棉种主要来源于江苏经作所从前捷克斯洛伐克引进的。据于绍杰等的总结^[22]和赴美国、墨西哥棉花考察团的报告^[18],1980 年 9 月 25 日至 10 月 29 日,由国家农委、中国农科院(黄滋康)、中国农业工程设计院、全国供销合作总社及新疆、江苏、上海、湖北、河南等省的棉花主产县生产管理人员等组成的代表团赴美国和墨西哥考察了棉花生产,引进了一些种质资源,其中引自墨西哥的陆地棉野生种系 7 个共 16 份是我国首次引进的(1981 年引种编号):尖斑棉(2 份:81-33、81-40),墨西哥棉(1 份:81-41),雷奇蒙地棉(5 份:81-42、81-43、81-44、81-45、81-46),阔叶棉(2 份:81-47、81-48),莫利尔棉(2 份:81-49、81-50),玛利加朗特棉(2 份:81-51、81-52),帕默尔棉(2 份:81-53、81-54)。这些材料相当混杂,经过自交整理后成为 90 份材料,仅墨西哥原引进 1 份材料成为 11 份了。1981 年 10 月 17 日马家璋在美国合作研究期满回国,从现在在学院站的美国农业部农业研究局南方平原试验站引进 5 个野生种:鲁滨逊氏棉、早地棉、雷蒙德氏棉、拟似棉、三裂棉,其中鲁滨逊氏棉和拟似棉是此前我国没有过的。1983 年,在中国农科院品种资源研究所(下称品资所)的帮助下,引进了我国第二批陆地棉野生种系,7 个种系各 2 份材料,其名称及其原 ID 号为:帕默尔棉, T-1、T-37;玛利加朗特棉, T-121、T-265;莫利尔棉, T-192、T-308;阔叶棉, T-86、T-96;尖斑棉, T-25、T-62;雷奇蒙地棉, T-12、T-41;尤卡坦棉(Yucatanense), T-1039、T-312。其中,尤卡坦棉是新增加的种系。自 20 世纪 80 年代开始,中棉所先后多次组团出国考察,收集到一批批棉花资源,包括野生棉材料。1984 年 3 月 14 日至 4 月 2 日,由农业部组团,胡绍安、陈仲方(江苏经作所)、张颖(中国农科院情报所)一行 3 人赴墨西哥实地考察野生棉资源,共收集资源材料(籽棉和种子)210 份,其中野生种 7 个共 22 份,陆地棉种系 8 个类型计 187 份,多年生海岛棉 1 份。三裂棉、司笃克氏棉、早地棉、戴维逊氏棉、拟似棉和瑟伯氏棉等 6 个野生种材料采自于伊瓜拉野生棉种植园,其余为野外实地采集的,包括野生种松散棉和多年生海岛棉巴西联核木棉。这次收集的全部材料分为两套,分别由中棉所和江苏经作所同时保存^[19]。1986

年 10 月 30 日至 11 月 17 日,张雄伟、王坤波、彭东昌(山东棉花研究所)和张锦辉(农牧渔业部)等一行 4 人赴巴基斯坦进行棉花科技考察,引进了 12 份野生棉,其中包括 2 份桐棉属植物:桐棉和肖桐棉(*T. lampas*)^[12];1989 年 9 月 19 日至 10 月 2 日,黄滋康、李成葆和王坤波等一个 3 人代表团考察了前苏联的棉花生产与科技,引进了野生棉资源 18 份,其中野生棉 9 份:瑟伯氏棉、戴维逊氏棉、克劳茨基棉、早地棉、三裂棉、三叶棉、尖斑棉、墨西哥棉、玛利加朗特棉^[15]。当时是中苏关系刚刚“解冻”,彼此之间还有些保守。但是,我们在考察中学术上的交流使得苏方同行们很是高兴,特别是位于乌兹别克斯坦的前苏联全苏棉花育种研究所所长馈赠了几个野生棉种,其中三叶棉是较难以繁殖保存的材料;1992 年 6 月 5 日至 27 日,郭金城、陈建华、王坤波和李玉奎等一个 4 人代表团访问了澳大利亚,引进了棉花资源共 94 份,其中野生棉材料 16 份,涉及 15 个种:阿非利加棉(原种质号 120874)、皱壳棉、肯宁汉氏棉、小小棉、奈尔逊氏棉、稀毛棉(*G. pilosum* Fryxell)、鲁滨逊氏棉、圆叶棉(*G. rotundifolium* Fryxell, Craven & Stewart)、比克氏棉(2 份)、瑟伯氏棉、索马里棉、澳洲棉()、斯特提棉、陆地棉种系尖斑棉^[13,23];1997 年 8 月 16 日至 29 日,王坤波、刘国强、刘金定、张国平(农业部种植业司)等 4 人代表团以棉花种质资源和遗传改良为主题考察了美国,引进棉花资源材料 56 份,其中野生棉 28 份,包括在澳大利亚采集到的新棉种^[8];2001 年 11 月 25 日至 12 月 2 日,王坤波和赵新华第二次考察了印度的棉花生产与科技(1985 年 11 月中棉所组团出访过印度),引进了一批棉花资源材料,其中 2 份野生棉:早地棉和裂片棉^[10]。通过信函方式,也征集到一些野生棉资源材料。王坤波于 1991 年从美国国家棉花种质库协调员 Percival 博士处,引进 3 个野生种(拟似棉、戴维逊氏棉、克劳茨基棉)和陆地棉野生种系 49 份材料^[24]。这些种系是我国第三批引进的,包括帕默尔棉 6 份、莫利尔棉 8 份、尖斑棉 7 份、玛利加朗特棉 17 份、雷奇蒙地棉 2 份、阔叶棉 6 份和没有分类名(not classified)的 3 份,其中 2 份是重复引进的(帕默尔棉 T-1,尖斑棉 T-25)。这些种系是美国早期在墨西哥等地考察收集的原始材料,引进后在国家野生棉种质圃试种,各自纯度很高,不像前两批引进的材料有很大的分离,达到了作为标准材料引种的目的。在 1992 年冬季种植时,有 3 份材料

没有出苗:莫利尔棉(T-130)、玛利加朗特棉(T-376)、阔叶棉(T-8)。2006年,宋国立又从美国国家棉花种质库引进陆地棉野生种系418份,是我国第四批引进的,也是引进份数最多的一次,实际上将美国现有的能够引种的材料尽可能地引进来了。其中:尖斑棉33份(重复引进的有7份:T-25、T-26、T-45、T-114、T-459、T-473、T-480),莫利尔棉46份(重复的8份:T-125、T-126、T-129、T-132、T-171、T-172、T-192、T-297),尤卡坦棉6份(重复1份:T-1039),雷奇蒙地棉12份(重复3份:T-12、T-18、T-19),玛利加朗特棉119份(重复8份:T-111、T-367、T-368、T-372、T-373、T-380、T-883、T-1025),阔叶棉189份(重复7份:T-16、T-21、T-22、T-30、T-31、T-86、T-96),帕默尔棉12份(重复6份:T-1、T-11、T-303、T-1045、T-2083、T-2089),没有分类名的1份(T-29)。应该注意的是,前三批引进的陆地棉种系,有41份保存在国家长期库里,因为原来中期库运行条件太差,加上这类材料的种子也容易失去活性,其余材料基本上没有保存下来。而第三批引进的材料田间表现纯度高,第四批引进重复的主要是对于第三批而言,所以,第四批重复引进材料应该重点把握作为标准材料使用。

除上述出国访问以外,中棉所还组织了与棉花资源引进有关的以下考察:1980年9月11日至10月11日,刘毓湘、刁光中、李成葆等^[28]赴美国;1983年11月2日至23日,刘毓湘、黄骏麒、方昌远、白峰等赴法国、象牙海岸^[28];1984年10月19日至11月15日,唐德昌、蔡荣芳、马淑萍、石林等4人赴埃及^[29];1985年11月3日至15日,汪若海、邢以华、项显林、蔡叔达(中国农科院外事处)4人赴印度;1985年10月2日至26日,项时康、谭联望、赖鸣冈、胡育昌、钟浩章、王淑民等6人赴美国^[30];1998年6月25日至7月13日,刘正德赴墨西哥;1999年2月27日至3月10日,喻树迅、谢方灵、刘国强、杜雄明等4人赴越南^[31]。这些考察引进了一批棉花资源材料,除了赴法国与象牙海岸的那一次引进3个野生棉材料外(特纳氏棉、松散棉和奈尔逊氏棉),其它考察收集材料涉及野生棉的不多。

4 我国野生棉的保存现状

上个世纪70年代末,随着“科技春天”的到来,农作物种质资源工作受到前所未有的重视,国家对农作物种质资源研究和条件建设的投资力度

很大,可以说达到了颠峰。在全国范围内组织了多次、全局性的农作物品种资源调查、收集,并建设了多个层次(国家、省市、专业研究机构等)的种质库和30多个国家种质圃。涉及到棉花的有国家长期库(北京)、国家中期库(中棉所,安阳),还有部分省级种质库(如湖北、新疆等),国家野生棉种质圃(中棉所,海南三亚)。较系统收集保存野生棉的机构人员也迅速扩展,除了国家种质圃的中棉所以外,主要机构还有江苏农业科学院经济作物研究所(南京,钱思颖、沈端庄、周宝良)、中国科学院遗传研究所(北京,梁正兰、何鉴星)、华中农业大学(武汉,孙济中、刘金兰)、南京农业大学(南京,潘家驹)、湖北农业科学院经济作物研究所(武汉,韦贞国)、山西农业大学(太谷,李炳林)、山西农业科学院作物遗传研究所(太原,牛永章),等等。这些单位均有野生棉的保存,保存方式除中棉所有种质圃以外都是在温室盆栽,多数单位保存的野生棉是以感兴趣的、以研究为目标为主,加上少量其它野生种。中棉所和江苏经作所的野生棉保存则形成规模,后者虽然也是温室盆栽为主,但保存的野生棉种数一度在我国为最多。上个世纪90年代以后,特别是“九五”之后,国家科技投资方向发生很大转变,强调“高科技”,倾向“短、平、快”为目标的领域,比如以转基因为主题的生物工程等,而像种质资源进度“慢”、显示度低的领域很快被排挤在“主战场”之外,国家除了以很低投资比例来维持国家种质库和及其保存的野生棉,但也难以长久下来。因此,迄今,多层次的种质库除了国家级的以外几乎“全军覆没”。就棉花或野生棉而言,除了国家长期库保存一部分野生棉材料的种子以外,可以说基本上仅仅只有中棉所的中期库、种质圃尚在运行。

表1 海南岛4地区的主要气候特点(1968-1982)

Table 1 Climate characteristics of four localities in Hainan(1968-1982)

气候因子	崖城	三亚	陵水	海口
年日照时数/h	2640.0	2590.0	2487.0	2266.0
年总积温/($\geq 10^{\circ}\text{C}/\text{日}$)	9440.0	9255.0	8999.0	8689.0
年辐射能量(千卡/ cm^2)	137.1	134.0	130.0	124.4
年平均气温/ $^{\circ}\text{C}$	25.9	25.4	24.6	23.8
极端高温/ $^{\circ}\text{C}$	34.8	34.2	37.0	38.9
极端低温/ $^{\circ}\text{C}$	6.1	5.7	5.6	2.8

由于野生棉种属于高温短日照植物,在我国主产棉区基本上难以完成个体生活周期,所以往往要在温室过冬,即温室保存方式。但是,到了野生棉种质圃后,不仅很好地得以多年生保存(或

宿生保存),多数棉种可以较好地完成个体自然生活周期,收到种子。所以,野生棉资源材料的保存分为种子和活体植株两种方式。种子主要保存在国家棉花种质库,活体植株主要在野生棉种质圃。该圃又名国家野生棉种植园(National Wild Cotton Plantation),依托中棉所,位于海南岛南端三亚市的崖城镇。海南岛地处热带,为一天然大温室。自北端的海口到南端的三亚,从1968到1982的15年内,冬季极端低温也都在0℃以上,没有出现霜冻(表1)。尤其是三亚和崖城,冬季气温在全岛最高,元月平均温度分别在20.7和21.1℃(15年的平均值。下同),极端最低气温分别是5.7和6.1℃(均在1974年)。年总积温(10℃以上)分别为9255和9440℃。日照充足,年日照数分别是2590和2640小时,尤其是冬季(11月至翌年5月),雨日很少。年辐射能量134.03和137.08千卡/cm²。虽然年降雨量高达1273.6和1270.7mm,但分成明显的旱季和雨季,雨季主要在7—9月,冬季降雨量都很小。这些气候特点比较适合多数野生棉的生长习性。

野生棉种质圃是国家32个多年生农作物种质资源圃之一,始建于1982年11月,到1989年初已具规模,引种野生棉59份,成活32份;引种陆地棉野生种系286份,成活256份;引种多年生海岛棉13份(成活9份)、亚洲棉2份和草棉1份;引种桐棉属植物10份,成活7份。从宿生保存材料涵盖的棉种数来看,我国野生棉种质圃已为当时世界上规模最大的棉花园^[25]。此后10余年,随着科技投资方向的改变,种质圃(包括野生棉研究)工作逐渐举步维艰,甚至一度“断炊”。虽然中棉所自行补充一些经费,维系了种质圃勉强的运行,但对其发展也带来了负面影响,甚至危及到材料的繁殖和保存。“十五”伊始,国家启动了“科技基础性工作”,后来又启动了“科技平台”项目,才逐渐恢复了对国家农作物种质圃的资助,也使得野生棉种质圃工作有所进展。到2002年,种质圃设有野生棉、半野生棉(栽培种多年生材料)、种间杂种、工具材料等专业种植圃,常年宿生保存材料500余份,其中野生及多年生等原始材料涵盖棉属36个种和棉花近缘植物桐棉属的3个种。这36个种是:南岱华棉、鲁滨逊氏棉、斯特提棉、皱壳棉、伦敦德里棉(*G. londonderriense* Fryxell, Craven & Stewart)、圆叶棉、澳洲棉、比克氏棉、奈尔逊氏棉、瑟伯氏棉、三裂棉、戴维逊氏棉、克劳茨基棉、辣根棉、哈克尼西棉、特纳氏棉、拟似

棉、旱地棉、松散棉、裂片棉、施温迪范棉、雷蒙德氏棉、异常棉、绿顶棉、亚雷西亚棉、灰白棉、索马里棉、司笃克氏棉、长萼棉、达尔文氏棉(*G. darwinii* Watt)、黄褐棉、毛棉、亚洲棉、草棉、陆地棉和海岛棉,后4个栽培种是各自的野生种系或多年生材料。棉属51个种,其中2个迄今再没有找到活体材料,只有标本,所以实际能够引种的仅仅49个。我国野生棉种质圃宿生保存的原始资源材料涵盖的36个种,占现有棉种总数的70%以上,仍属最多^[26-27]。3个桐棉属植物是桐棉、肖桐棉和长梗桐棉。此外,种质圃还保存有自行获得的4个栽培棉(共22个亲本品种)与26个野生棉的种间杂种共99个、工具材料80份(半配生殖11份,陆地棉单体6份、端体12份、易位体51份)、陆地棉自然突变体16份。

从设计和工作目标来分,我国现有种质库为两种:长期库和中期库。长期库即位于北京依托于中国农科院品资所的国家农作物种质库,设计保存年限是30~35年,涵盖所有农作物。棉花中期种质库位于河南省安阳市,依托于中棉所,设计保存年限是10~15年。国家种质库仅仅保存种子,而材料的提供全由中期种质库负责。此外,中期库还要负责种子的更新(包括国家长期库保存的种子),所以中期种质库又称为工作库。随着国家棉花改良中心项目的完成,中棉所科研条件得到明显改善,不仅新建了一个种质库(库容设计棉花种子保存12000份),还新建了温室。温室不仅在冬季保持较高的温度,使得棉花材料得以安全过冬,而且夏天的气温不是很高(设计条件低于40℃),使得室内材料也能够正常生长发育。所以,自2003年起,在国家棉花种质圃保存的野生棉种都在安阳的温室室内得以种植保存,这样就使野生棉得到异地同时保存,加强了保存的安全性。另外,中棉所于2002年在三亚市荔枝沟镇东边购买土地近2.67hm²,通过“棉花种质圃和改良中心南繁中心”项目的资助,在生产、工作、生活等方面已有了良好的建设,成为中棉所南繁中心。2007年科技部和农业部将国家农作物种质圃改为野外观察台站,国家野生棉种质圃改名为三亚野生棉国家野外观察研究站(Sanya National Research Station of Wild Cotton Germplasm),以后同国家重点实验室一样将得到国家的长期稳定资助。中棉所已经计划将该种质圃(野外观察研究站)移到荔枝沟的中心。

5 讨论与展望

对于陆地棉野生种系的分类,前苏联是8个,包括“墨西哥棉”,而美国的分类系统是7个:帕默尔棉、尖斑棉、玛利加朗特棉、阔叶棉、尤卡坦棉、莫利尔棉、雷奇蒙地棉,不包括墨西哥棉。关于墨西哥棉,我以为是一个混淆的名称。陆地棉种系又称为半野生棉(semi-wild cotton),实际上是陆地棉的地理族(landrace,有译为族系),全部分布在墨西哥,是以所在分布地为依据来命名的(帕默尔棉除外,是以鸡脚叶为特征的),所谓“墨西哥棉”可能是将从墨西哥采集的、难以与某个具体地名对应落实的材料的一种“权宜”名称,我认为应该作为“没有分类名(not classified)”处理更妥。所以,以后三次从美国引进的陆地棉种系均没有墨西哥棉。建议,此后在对待标准材料方面,最好不要使用“墨西哥棉”。至于蓬蓬棉(purpurascens),又名“四季棉”,于绍杰(广东省农科院)作了较系统研究,现在主要分布于我国海南岛,因其生长茂盛,株冠较大似“盖蓬”,我国早期学者因此并联系到发音似“蓬蓬”而得以中译名^[32]。据于绍杰介绍,蓬蓬棉实际上是陆地棉种系阔叶棉的同物异名。

毫无疑问,作为栽培品种遗传改良的重要种质资源,作为棉花基础研究的基础物质,野生棉将来会发挥更大的作用。特别是随着现代分子生物学研究,包括基因组测序和功能基因组研究的深入,野生棉这一特异种质的利用价值会很快展现出来,也因此对野生棉资源的工作提出了新的要求。

首先,还是要认识到野生棉的妥善保存是一项持久性的工作。从目前工作进展来看,我国野生棉工作自成体系,有其特色。特别是种质圃,在保存资源材料方面有其独特的优势。但是,并非所有野生棉种都很容易得到保存。我们要重复利用嫁接、扦插等营养繁殖措施,尽可能繁殖现有种类的野生棉,在种质圃以多个单株方式做到宿生保存。此外,要结合温室保存,即做到双保险。当前,我国政府已经又重视起来了作物种质资源工作,特别是多年生种质资源,以稳定形式长期投入资金,一定会推动野生棉的收集与保存工作得到可持续发展。

其次,要有计划地按照轻重缓急的原则进行野生棉的收集。棉花毕竟不是我国原产,原始资源材料基本上要从国外征集,不是轻而易举的事情。美国是个比较开放的国家,棉花种质资源种

类最齐全而又易于引进。所以,一段时间内从美国补充引进我国缺乏的野生棉仍然是快速有效的工作。随着我国经济快速发展和科学家语言水平的明显提高,要加大到原分布地实地考察和收集的工作力度,重点是巴西、澳大利亚、印度、巴基斯坦、非洲部分地区,加强收集原始资源材料。其中,澳大利亚和巴西是重中之重,应该优先安排实地收集。收集的手段应该多样化,专业考察不失为有效措施,但也可以以旅游观光方式进行。

第三,着力扩大远缘育种创新陆地棉亲本材料的研究队伍,有效推动野生棉种质资源的利用,持久性地占有物质优势。我国进行种间杂交转育野生棉有益种质有巨大的潜在优势,现在是“拿到”议事日程的时候了。长期以来,栽培棉与野生棉之间的远缘育种,在技术上有3大瓶颈问题:难以获得种间杂种;杂种高度不育;杂种后代疯狂分离。解决杂种高度不育问题,主要寄希望于杂种的染色体加倍,而且已经有良好的技术方法了。而且,在海南岛杂种开花量特大,就是四倍体的栽培棉与二倍体野生棉获得的三倍体杂种,开的花都有少量的花粉粒,即可采用大量回交授粉方式来解决杂种不育问题。利用棉花特有的半配生殖突变材料,通过单倍体途径迅速纯化稳定杂种,从而有效解决杂种疯狂分离问题。这种能够自然产生单倍体的半配生殖材料,我国已经拥有。这样,三大瓶颈问题只剩下获得杂种了。我们发现,在海南岛冬季进行常规人工授粉杂交,就是四倍体栽培棉与二倍体野生棉之间,获得杂种的概率非常高(海岛棉×拟似棉,曾经达到86%以上),而且,在短短的十几年内已经获得栽培棉×野生棉的杂种近100个^[6,26]。迄今,世界上陆地棉得到优良种质的野生种也才有几个野生种。所以,解决这一瓶颈问题的途径已经找到,而且具有非常雄厚的种间杂种这个物质基础。改革开放以来,我国经济快速发展,已经有启动这个巨大优势工作的经济能力了。相信棉花的这一独特优势会得到充分认识,启动工作指日可待。但是,纵观国内外棉花种间杂交的远缘育种工作,美国德州A&M大学和阿肯色州大学等历经半个世纪,才进行了2个野生种(瑟伯氏棉和三裂棉)的种质转育,前苏联同样历经几十年也才完成了陆地棉2个种系(墨西哥棉和尖斑棉)的种质转育,我国自20世纪70年代开始,迄今较有效实现了部分种质转育的野生种也才几个:比克氏棉和索马里棉,中国科学院遗传所^[7];异常棉,江苏经作所^[20];斯

特提棉和司笃克氏棉,中棉所^[6];比克氏棉,山西农业大学^[33]。野生棉种质圃已经获得近 100 个栽培棉与野生棉的种间杂种,其中陆地棉与 23 个野生棉的杂种有 51 个^[26],如果全面展开种质转育工作,需要的科技队伍是可想而知的,全国现有棉花科研人员都来进行这项工作恐怕也是不够。事实上,也不可能进行所有杂交种的种质转育研究,但是,选择一部分是必要,因此,扩大研究队伍迫在眉睫。

参考文献:

- [1] PAUL A F. The natural history of the cotton tribe [M]. College Station and London: Texas A&M University Press, 1979.
- [2] 王坤波. 澳大利亚发现新棉种[N]. 农业科技要闻, 1992(39):6-7.
- [3] 王坤波, 陈建华. 原产澳大利亚的新棉种[J]. 棉花文摘, 1993,8(3):1-3.
- [4] PAUL A F. A revised taxonomic interpretation of *Gossypium* L. (Malvaceae) [J]. Rheedea, 1992, 2 (2):108-165.
- [5] STEWART J McD, Craven I. A, Wendel J F. A new australian species of *Gossypium* [C]. Proceedings of Beltwide Cotton Conference, 1997:448.
- [6] 王坤波, 杜雄明, 宋国立. 棉花种质创新的现状与发展[J]. 植物遗传资源学报, 2004, 5(增):23-38.
- [7] 梁正兰. 棉花远缘杂交的遗传与育种[M]. 北京: 科学出版社, 1999, 1-2.
- [8] 王坤波, 刘国强, 刘金定, 等. 美国棉花种质资源和遗传改良[J]. 中国棉花, 1999, 26(3):2-5.
- [9] 汪若海, 邢以华, 项显林, 等. 印度棉花杂种优势利用和棉花种质资源考察报告[J]. 国外农学—棉花, 1986 (2):19-34.
- [10] 王坤波, 赵新华. 印度棉花考察简报[J]. 中国棉花, 2002, 29(2):9-11.
- [11] 王坤波, 郭香墨, 张香云, 等. 巴西棉花考察报告[J]. 中国棉花, 2007, 34(5):8-12.
- [12] 张雄伟, 王坤波, 张锦辉, 等. 赴巴基斯坦棉花考察报告[J]. 国外农学—棉花, 1988(1):1-12.
- [13] 郭金城, 陈建华, 王坤波, 等. 澳大利亚棉业考察报告 [J]. 中国棉花, 1993, 20(6):4-9.
- [14] 王坤波. 澳洲棉业巡访记[J]. (九三学社)河南社讯, 1992(4):24-25.
- [15] 黄滋康, 李成葆, 王坤波. 苏联棉花科研考察报告 [J]. 棉花文摘, 1990, 5(3):1-10.
- [16] 王坤波, 刘国强. 从我国棉花品种现状谈资源引种方向[J]. 中国棉花, 1992, 19(3):4-6.
- [17] 王坤波, 刘国强. 我国棉花野生资源研究的现状与展望[J]. 作物品种资源, 1992(1):11-13.
- [18] 赴美国、墨西哥棉花考察团关于美国、墨西哥棉花生产的考察报告[R]. 安阳: 中国农业科学院棉花研究所, 1982.
- [19] 陈仲方, 胡绍安, 张颖. 墨西哥棉花种质资源考察 [C]//中国棉花学会. 中国棉花学会第二次代表大会暨学术交流会论文汇编, 1984:47-53.
- [20] 周宝良, 钱思颖, 黄骏麒, 等. 江苏引进及利用棉属野生种研究[J]. 作物品种资源, 1993(增):145-147.
- [21] 沈端庄. 墨西哥棉花野生资源考察简报[J]. 作物品种资源, 1993(增):148.
- [22] 于绍杰, 王坤波. 海南野生棉试种初报[R]. 中棉所科学研究年报. 安阳: 中国农业科学院棉花研究所, 1983.
- [23] 中国农业科学院棉花研究所. 澳大利亚棉花综合考察报告[R]. 安阳: 中国农业科学院棉花研究所, 1993.
- [24] 王坤波, 黎绍惠. 陆地棉野生种系引种简报[J]. 作物品种资源, 1995(2):40-42.
- [25] 王坤波. 我国建成野生棉种植园[N]. 农业科技要闻, 1989(52):3.
- [26] 王坤波, 宋国立, 黎绍惠, 等. 国家棉花种质圃工作进展[J]. 棉花学报, 2002, 14(6):378-382.
- [27] WANG K B, SONG G L. Cotton Germplasm in China[J]. 棉花学报, 2002, 14(增):75-76.
- [28] 中国农业科学院棉花研究所. 赴法国、象牙海岸棉花种质资源与育种考察团考察报告[R]. 安阳: 中国农业科学院棉花研究所, 1983.
- [29] 赴埃及棉花考察组. 埃及棉花生产和育种工作的考察报告[J]. 国外农学—棉花, 1985(3):8-18.
- [30] 中国农业科学院棉花研究所赴美考察团. 赴美棉花考察报告[R]. 安阳: 中国农业科学院棉花研究所, 1985.
- [31] 中国农业科学院棉花研究所. 越南棉花科研生产考察报告[R]. 安阳: 中国农业科学院棉花研究所, 1999.
- [32] 于绍杰. 蓬蓬棉, 一种珍贵的半野生棉[C]. 中国棉花学会, 中国棉花学会第二次代表大会暨学术交流会论文汇编, 1984:53-57.
- [33] 李炳林, 张伯静. 亚比棉人工合成及研究现状[J]. 植物遗传资源科学, 2000, 1(3):56-60.
- [34] 马家璋. 关于美国棉花协作研究项目“S-77”概况的一些新补充[J]. 国外农学—棉花, 1982(2):15-18.
- [35] 中国农业科学院棉花研究所. 赴美棉花育种考察情况报告[R]. 安阳: 中国农业科学院棉花研究所, 1980.