

棉花资源收集、保存、评价与利用现状及未来

杜雄明, 孙君灵, 周忠丽, 贾银华, 潘兆娥, 何守朴, 庞保印, 王立如

(中国农业科学院棉花研究所/棉花生物学国家重点实验室 安阳 455000)

摘要:截至 2010 年 12 月, 国家棉花种质中期库共保存棉花种质 8868 份, 保存数量居世界第 4 位, 其中陆地棉 7362 份, 陆地棉野生种系 350 份, 海岛棉 633 份, 亚洲棉 433 份, 草棉 18 份, 野生种 32 份。共编目 8503 份, 上交数据信息系统 7527 份, 入长期库合格 7298 份, 未能入长期库保存种质 2194 份。完善了繁殖更新技术, 繁殖更新种质 6550 份, 2001-2010 年, 共向 704 人次提供 11507 份棉花种质, 年均 1150 份。

2007-2010 年对 330 份优异种质在河南安阳、江苏南京、新疆库车进行了精准鉴定, 并进行了优异种质展示。近十年, 创造了不同基因源且具有优质、专用、多抗、高产、高效等多个重要性状的优异基因聚合的新种质 32 份, 并分别对 12 份棉花优异种质, 从形态学、系谱和分子标记等方面进行了基因源和利用价值的分析, 并定位相关基因。用简单重复序列(SSR)、EST-SSR、AFLP 等分子标记, 结合一种新方法“十进制数字串条形码”构建了优异种质特有的“分子身份证”。

关键词:棉花; 种质资源; 多样性; 分子标记

Current Situation and the Future in Collection, Preservation, Evaluation and Utilization of Cotton Germplasm in China

DU Xiong-ming, SUN Jun-ling, ZHOU Zhong-li, JIA Yin-hua, PAN Zhao-e,
HE Shou-pu, PANG Bao-yin, WANG Li-ru

(State Key Laboratory of Cotton Biology/Cotton Research Institute,
Chinese Academy of Agricultural Science Anyang 455000)

Abstract: Cotton collection in China ranks fourth in the world. Total 8868 accessions were collected and preserved including 7362 *G. hirsutum*, 350 *G. hirsutum* race, 633 *G. barbadense*, 433 *G. arboreum*, 18 *G. herbaceus*, 32 wild species until December in 2010. Based on IPGRI standard description for cotton (1980), we established the “Descriptors and Data Standard for Cotton Germplasm” which help for cotton data collection, germplasm sharing and utilization. 66 agronomic traits including morphological, agronomic, fiber quality, disease, insect and adverse resistance were evaluated. 8503 accessions cotton seeds were catalogued, 7527 accessions were acquired data information, the eligible 7298 accessions were kept in the longterm genebank. The techniques for increasing seeds were perfectly test and the seeds of 6550 accessions were propagated again, 11507 accessions were released to 704 person-times with average of 1150 accessions per year in 2001-2010.

A precise verification for 330 elite germplasm were carried out in Anyang of Henan, Nanjing of Jiangsu, Kuche of Xinjiang in 2007-2010. They were shown to the breeders and farmers in the fields. In past decade, 32 novel germplasms combined multiple desirable traits such as better fiber quality, multiple-resistance, high yield, high efficiency etc. were developed. The related gene location and their gene sources of 12 elite germplasm were analyzed based on morphological, pedigree original and molecular characters. The fingerprints of elite germplasm were established based on a novel barcode method with denary numeric string of SSR, EST-SSR, AFLP markers.

Key words: Cotton; Germplasm; Diversity; Molecular marker

收稿日期: 2011-09-10 修回日期: 2011-12-26

基金项目: 农业部保种专项(NB2011-2130135-30); “十一五”国家科技支撑计划(2006BAD13B04)

作者简介: 杜雄明, 博导, 研究员, 主要从事棉花种质资源研究工作。E-mail: dxm630723@163.com

棉花是世界上最为重要的天然纤维作物,棉子油和棉子蛋白也具有较大的经济价值。棉花种质资源对棉花品种改良和大规模生产都具有重要意义。本文对我国棉花种质资源收集、保存、鉴定评价与创新利用的现状进行初步总结,这为未来深入开展棉花种质资源的研究将奠定良好基础。

1 种质资源收集、保存、入库和编目现状

1.1 种质资源的收集与引进

2001-2010年共收集棉花种质资源2114份,并入中期库保存。通过全国范围大规模的考察搜集,征集到各产棉省审定品种267个、地方品种305份、野生棉渐渗系241份、其他类型材料201份^[1]。2008-2009年对贵州南部山区少数民族聚居区调查棉花地方品种的分布、丰富程度、利用和濒危情况,不同少数民族传统的轧花、纺织、印染技术,考察了31个县、72个乡镇、100个少数民族村寨,共收集到棉花地方品种177份。这些地方品种有的已经种植数十年甚至上百年,搜集这些材料对丰富棉花遗传多样性具有较大意义^[2]。

通过直接或间接渠道收集到原产于国外的种质1100份,其中俄罗斯、乌兹别克斯坦引进650份,从法国引进26份,澳大利亚53份,巴西17份,美国97份,墨西哥43份,越南24份,巴基斯坦、赞比亚、埃及等国家190份。上述种质的收集与引进,在很大程度上丰富了国家棉花种质中期库的基因资源类型,为我国的基础研究奠定了丰厚的物质基础,也为解决目前育成品种遗传基础狭窄问题及突破性新品种的育成创造了有利条件。

1.2 种质保存

截至2010年12月,国家棉花种质中期库共保存来自世界53个产棉国棉花种质8868份(包括国外引进2600份),其中陆地棉7362份、陆地棉野生种系350份、海岛棉633份、亚洲棉433份、草棉18份、野生种32份,保存数量居世界第4位。

1.3 编目入库情况

共编目8503份,上交数据信息系统7527份,入长期库合格7298份。未能入长期库保存种质2194份,其中,陆地棉1693份(国内陆地棉976份、国外514份、遗传材料203份),海岛棉297份,亚洲棉198份,非洲棉6份。

2 鉴定评价

新种质农艺性状鉴定、优良种质特性鉴定及精

准鉴定共计1876份,鉴定筛选出354份可提供育种或基础研究利用的优良种质,并在网上公布^[3]。特别是针对目前稳定的抗黄萎病种质缺乏问题,通过温室、重病田和病圃鉴定相结合,鉴定筛选出3份抗黄萎病种质。

2.1 优良种质特性鉴定

针对目前棉花生产和育种中存在的突出问题,对经过初步筛选的1556份种质进行深入鉴定评价,除传统的抗病、抗虫、抗逆鉴定项目外,增加了脂肪含量、脂肪酸成分(油酸、亚油酸等)的测定,前瞻性地考虑到未来可能被用以新能源开发,如生物柴油。优化了抗逆鉴定方法:除盐池模拟实境外,初选的抗盐种质还要经沿海盐碱滩涂的实境鉴定。抗病鉴定为重病田间、苗期和病圃相结合,筛出的3份抗黄萎病种质抗性稳定性和抗性水平明显优于目前推广品种,并及时提供育种利用。

2.2 精准鉴定和田间展示

2007-2010年对前期创新、收集的已鉴定过的种质筛选出有特色的种质330份,分别在河南安阳、江苏南京、新疆库车进行精准鉴定,对每份材料的播种期、吐絮期、生育期、株型、株高、第一果枝节位、果枝类型、果枝数、铃数、铃型、铃重、叶片颜色、叶片形状、叶片面积、叶片厚度、叶背主脉茸毛、主茎茸毛、衣分、纤维品质等重要农艺性状进行了精细鉴定。多年多点精细鉴定,解决了优异种质的稳定性和生态适应性问题,更利于育种家培育广适性优良品种。在此基础上,初步获得了在3个生态区表现稳定的具有大铃、优质、高衣分等特性的优异种质257份,其中包括47份高衣分种质、34份长绒种质、40份高比强种质、11份大铃优质种质等,表1列出了筛选出的部分优异种质。

2008-2009年分别在河南安阳、江苏南京、新疆库车进行优异种质展示。来自北京、河北、河南、山东、山西、陕西、湖北、安徽等产棉省的175名科研人员参加了会议。参会人员十分肯定了这种形式的交流,并希望以后每年都能来实地选择所需的种质。通过展示会,年度发放种质量增加30%~50%。此外,2010年9月20日,在新疆维吾尔自治区阿克苏市中国农业科学院棉花研究所试验站进行了海岛棉种质资源展示,14个科研或公司单位共32人参加了274份海岛棉的田间现场展示,这些材料是从中期库保存的海岛棉中筛先出的优异种质,以及近年来收集的海岛棉种质资源。这次展示受到棉花界一致好评。

表 1 筛选出的部分优异种质

Table 1 Screened partial elite germplasm

特性 Character	统一编号 Code	品种名称 Variety name	具体指标(%) Index
抗黄萎病 Verticillium wilt resistance	ZM-50325	M-8124-1159	相对病指 10.1
	ZM114626	中资 2618	相对病指 7.94
	ZM152150	澳 V2/1849	相对病指 9.8
	ZM114420	永济 2 号	相对病指 17.5
	ZM114419	永济 1 号	相对病指 17.6
枯萎免疫 Immune to Fusarium wilt		澳 Siv2	
		美 8123	
	ZM114437	运资 937	相对病指 0
高耐盐 High salinity resistance		中 AR40772	耐盐相对成活率 113.5
	112145	冀 A-7-8(33 系)	耐盐相对成活率 117.5
	ZM-30019	中 521	耐盐相对成活率 120.5
	112046	冀 91-33	耐盐相对成活率 126.6
	ZM114713	中棉所 49	耐盐相对成活率 161.5
	113693	中棉所 35	耐盐相对成活率 161.5
		秦荔 514	
抗高温 Thermotolerance		南丹巴地大花	
高油分 High oil con- tent	T1312	中 31-204	油分相对含量 37.02
	130836	upland	油分相对含量 37.04
	ZM-40228	绵阳 73-39	油分相对含量 37.16
	112324	运 93 抗 354	油分相对含量 37.19
	131292	苏联棉 91 系	油分相对含量 37.59
	ZM-03507	紫色美棉	油分相对含量 37.72
	130440	乍得 3 号	油分相对含量 37.78
	112435	库车 T94-4	油分相对含量 37.92
	ZM-60478	M11	油分相对含量 39.52

3 种质资源繁殖更新

3.1 繁殖更新

对于“七五”、“八五”保存在地方单位未入中期库种质、库存活力不高或种子量不足种质 6550 份次, 经过更新, 每份保存的种子量由 200g 增加为 500g, 经过田间精心提纯复壮, 保证了种质原有的遗传特性和纯度, 为种质广泛交换、发放和利用奠定了物质基础。

3.2 完善了繁殖更新技术

更新临界期。当种子发芽率低于 70% 或某份

种质库存量不足 150g 时, 就要及时繁殖更新, 以确保种质的遗传完整性、安全保存与正常分发利用。

繁殖群体大小。棉花繁殖群体大小一般在 50~100 株, 超量繁殖群体加倍。繁殖更新地点理论上最好是在原产地, 现实操作中是不现实的, 要求在适宜其生长的生态区, 而且还要尽量选择依托当地棉花资源保存单位, 如海岛棉选择在新疆的库尔勒或吐鲁番。我国从辽宁到海南都有棉花种植, 对一般陆地棉种质而言在河南安阳都能正常生长, 但黄萎病特别重在安阳死苗率严重的种质会选择在其他地方种植, 对光温(短日照)敏感在安阳不能正常开花结铃的种质选择在海南三亚繁殖。

数据的校正与修订。种质更新的同时, 还鉴定了种质的主要质量性状, 并与编目数据对比, 确保种质的真实性和数据的可靠性。如 2010 年更新时根据亚洲棉种质间差异特点, 鉴定主要质量性状, 将叶形、叶色、叶基红斑、叶蜜腺、茎色、茎毛多少、花色、花芯色、纤维色等质量性状的田间实际采集数据与现有数据库、已出版的《中国的亚洲棉》对比, 发现有 27 份有出入, 找到错误原因的已更正, 不确定的备注清楚。

3.3 分发利用

经过 10 年的努力, 种质保存的数量、活力、纯度都有了保证, 而且服务意识、服务质量也在不断加强和提高: 面向全国, 在不同棉区不定期提供优异种质展示平台, 与利用者积极、有效沟通, 及时网上发布。2001-2010 年, 共向 704 人次提供 11507 份次棉花种质, 年均 1150 份次, 是“九五”(共发放 2241 份次, 年均 448 份次)的 2.5 倍。通过展示会, 2008-2010 年度发放种质数量, 以及受益单位都比以前增加 30%~50%。发放种质得到了如下利用。

(1) 为棉花国家重点基础研究发展计划“973”计划、“863”、转基因专项等重大项目等提供基础材料 600 余份次。发放种质开展了生理生化、表观遗传、分子遗传、基因定位、基因克隆、功能基因组学、蛋白质组学等, 甚至涉及检验、检疫、医学、环境等学科的研究。发表论文数篇。

(2) 育种利用。湖南省棉花科学研究所利用本所提供的贝尔斯诺为优质基因资源, 2006 年育成了陆地棉中长绒棉品种湘杂棉 10 号。创世纪转基因技术有限公司利用国家棉花种质库提供的鄂抗棉 9 号和豫棉 19 育成了棉花新品种创 072(2010 年国家审定), 利用中棉所 12、中棉所 21 和豫棉 19 育成了创 075(2010 年国家审定)。中国农业科学院棉花

所利用棉花中期库提供的抗枯萎种质中 2369、美国抗旱优质种质 Tamcot CD3Hal 和高产品种中棉所 17 复合杂交而成的新品种中棉所 44,高抗枯萎、耐黄萎、抗盐,2004 年通过河南省审定。利用锦 444、Tamcot SP37 和中棉所 35,育成了中棉所 49,表现早熟、优质 2004 年 3 月和 7 月分别通过新疆自治区和国家审定。利用纤维品质优异、大铃的种质资源中 951188,育成了杂交棉新品种中棉所 48,2004 年 3 月通过安徽省品种审定委员会审定,因大铃、优质,深受农民欢迎,在黄河、长江流域棉区大面积种植^[4-5]。

(3) 其他利用。农业部棉花品质监督检验测试中心利用海 7124、鄂光短果枝、斯字棉 825、棕絮 1 号等 34 份棉花种质,制订了《棉花新品种特异性、一致性与稳定性(DUS)测试指南》,目前已在我国棉花新品种保护中开始应用,将作为国家标准发布实施。其中的 11 份种质被选为标准品种。其余种质在性状的分析与确定中发挥了重要作用。

4 种质创新

面向生产和市场,围绕当前棉麻生产中迫切需要抗黄萎病、抗虫害、耐逆境和优质纤维等突出问题,该课题开展了抗病虫、优质、抗旱、耐盐等新种质材料的创新。

通过原始创新、远缘杂交技术、物理诱变、优异种质性状聚合和分子辅助选择等方法,创造了不同基因源且具有优质、专用、多抗、高产、高效等多个重要性状的优异基因聚合的新种质,获得了符合创新目标的优良棉花创新材料 32 份,创新种质都聚合了两个以上优良性状^[6-7]。主要进展有以下几个方面。

(1) 优质创新有突破。利用远缘杂交和原子能诱变两大技术,通过多代的杂交、回交、定向选择,打破纤维品质与丰产、低衣分的负相关,最终选育出既优质又高产多性状聚合的高品质材料。比如,以远缘杂交技术为主,选育成功 J02-508、J02-247、高强纤维 11 和苏优 6003、苏优 6036、苏 BR6206 和苏优 6093 等超强超细优质纤维材料,其纤维长度可达 34mm 以上、强度 39.0cN/tex 以上,接近海岛棉的纤维品质指标。原子能诱变也获得了优质、大铃新材料中 R40772,比现有品种纤维长度提高 15%、强度增强了 40% 以上,铃重 8g 以上。并且,建立了棉花超强纤维种质库高效杂交育种方法。

(2) 彩色棉种质创新和利用引领中国彩棉业的发展。聚合了抗虫、深棕色纤维、丰产等优异性状的

新种质 B2K8(中棉所 81) 纤维颜色鲜艳,成为国内外第一个大面积示范的常规抗虫彩色棉,示范面积已达数万亩以上;创新种质绿 G88 已通过品种审定(中棉所 82),并获得转基因安全证书;棕 910852 聚合了优质和丰产两个优异性状,成为国内外棕色彩色棉品质最好的种质。同时,还获得了棉花优质棕色纤维新品种的选育方法,棉花抗虫深棕色纤维新品种的选育方法等专利。

(3) 抗黄萎病资源创新。抗黄萎 164、中 1901、GS 豫棉 21 号、豫 688、1421Bt-4133 和中 21371 等高抗黄萎病材料的选育成功说明野生种斯特提棉、栽培陆地棉豫植 177 等是抗黄萎基因的来源。

(4) 抗盐种质创新。聚合了抗虫、抗旱、耐盐等优异性状的新种质中 507145 和中 2101,现已在山东省进行大面积示范种植;中 1421 抗虫、耐盐等创新种质已经提供育种和生产利用。

(5) 大铃种质。通过原子能诱变获得了优质、大铃等性状的新材料 S9108,选育出优质、大铃性状聚合的中棉所 48 是我国第一个大面积推广的大铃杂交棉品种,其单铃重为 6.5g 以上,在某些地区达 8.0g 左右,比普通棉花增重 50%,很受农民欢迎。为此,又创新出了中 R014121 等一系列大铃、纤维品质优异的种质。

此外,通过转杨树、亚麻 DNA、豫 17-202 和中 4612 亚 H 等转基因材料,丰富了棉花种质资源遗传多样性^[8]。

5 基因源分析

在棉花基因源分析上,分别对已筛选出的具有长纤维、高强纤维、大铃、高衣分、棕色纤维、抗黄萎、光子、棉酚腺体延缓体和极矮秆突变体等 12 份棉花优异种质,从形态学、系谱和分子标记等方面进行了基因源和利用价值的分析,并定位相关基因,这标志着种质资源评价从表现型鉴定深入到了基因型鉴定的飞跃^[9-19]。

研究发现我国棉花特有的极矮秆突变体 AS98 是 1 个显性基因控制的新型棉花矮化突变体,为赤霉素缺陷型,并找到了 1 个与矮化性状连锁的 SSR 标记。发掘了一个新的隐性光子基因,并进行了基因定位;确定了长纤维品系苏 7235 的遗传为 1 对主基因与多基因遗传模式。发现 1 个黄萎病抗性 QTL,与最近标记相距仅 0.03cM,并定位在 5 号染色体上,最大能解释 24.5% 的表型变异,抗性基因来源于海岛棉,可以用于分子标记辅助选择育种。

6 种质资源指纹图谱的初步构建

用简单重复序列(SSR)、EST-SSR和AFLP等分子标记,结合一种新方法“十进制数字串条形码”,构建了优异种质特有的“分子身份证”。利用标准基因型(如棉花陆地棉TM-1、海岛棉3-79、亚洲棉石系亚1号等)和分布在26个连锁群的简单重复序列(SSR)、EST-SSR、AFLP的主要分子标记,对265份优异种质(包括我国特有陆地棉地方品种、近年创新优质纤维和大铃棉等材料)进行了指纹分析,同时用一种新方法“十进制数字串条形码”构建了其指纹图谱,所有优异基因资源种质的指纹均存在差异,构建了其特有的“分子身份证”。其中,构建了我国155份棉花野生血缘种质的“分子身份证”,发现海岛棉、亚洲棉、瑟伯氏棉等8个棉属种的外源成分向陆地棉种质有不同程度的渗入,制定了利用分子标记高效筛选具有外源基因特异种质的策略,并筛选了18份优质纤维特异种质和4份耐枯萎病特异种质,提供给育种利用^[20-21]。

7 今后棉花种质资源研究工作设想

7.1 预期目标

(1)全方位拓展陆地棉基因库的种质资源类型,并提供优异性状稳定遗传丰富度高的核心基因资源利用。(2)发展快速有效的种质资源生物技术鉴定方法,研究种质抗病虫、抗逆性的快速和科学鉴定方法,以便于高效发掘优良基因资源。(3)全面开展种质创新的理论与方法,创造一大批具有前瞻性、新颖性、兼顾基础研究与应用研究的突破性种质,并有效保护和利用这些种质资源。(4)阐明优异农艺和经济性状基因多样性,发掘具有优质、高衣分、抗高温、抗盐碱的有益等位基因。(5)利用信息技术,对种质资源发放、交换、保存、更新以及遗传性状分析等方面进行高效化管理。

7.2 主要研究内容

7.2.1 完善种质资源保存技术体系 进一步完善种质保存和更新、风险预警技术,对重要资源进行遗传完整性鉴定和分析。

7.2.2 种质资源平台建设 验证、完善描述规范、数据标准和数据质量规范;整理收集、保存、发放以及利用的数据库;种质的数字化表达,完善标志性鉴定数据;建立和完善核心优异种质展示基地,完善分发、利用网络体系建设;建立完善的收集和发放登记制度。

7.2.3 国内外棉花种质的考察和收集 加大对世界棉花主产国的考察收集力度,丰富我国棉花种质资源类型,并通过系统鉴定筛选出优良种质提供利用。收集乌兹别克斯坦和俄罗斯优良海岛棉和陆地棉种质和材料;印度亚洲棉,特别是印度北方亚洲棉主栽区的品种,以及印度保存的草棉材料;收集巴基斯坦近30年选育的抗盐碱、抗高温、抗旱陆地棉材料;广泛收集美国野生棉渐渗系;考察和收集美洲主产棉国(墨西哥、智利、阿根廷、多米尼克)野外的多年生棉种。全面考察贵州、广西、云南等南方地区,收集已经种植几十年的棉花地方品种,同时,收集近些年全国各地新审定的常规棉花品种。对收集的地方品种在安阳和海南岛进行鉴定。完善种质资源保存技术体系。进一步完善种质保存和更新、风险预警技术;对重要资源进行遗传完整性鉴定和分析。

7.2.4 新种质编目入库 鉴定评价 对新种质进行农艺性状经济、品质、抗逆等鉴定(2000多份未入库的种质),补充部分已经入国家库种质的抗病虫、抗逆境鉴定(抗病虫、抗逆境)。

7.2.5 核心基因资源和强优势亲本的筛选、评价和利用 通过多年多点鉴定结合室内鉴定,以及广泛测交,评价和筛选具有抗黄萎病、高比强、长纤维、早熟、抗盐碱、抗旱、耐高温、大铃、机采棉等符合当前各育种目标的棉花核心基因资源和强优势亲本,筛选环境广适性种质,并提供育种和生产利用。在三大棉区对优异材料进行皮棉产量、纤维品质、生育期等性状进行多年鉴定,筛选到不同生态区性状较稳定的及各生态区特异的材料;对于抗盐碱、抗高温等鉴定:对筛选到的抗性材料进行室内鉴定,测定其成活株数、成活率以及其他农艺经济性状等;对抗和高抗盐碱材料在山东东营、河北唐海盐碱地进行田间鉴定,在新疆吐鲁番对筛选到的400份抗高温材料进行田间鉴定。

7.2.6 加大种质创新力度,进一步建立快速有效的种质资源创新方法 项目主持单位提供一套核心材料(地方品种、国外种质、具有外源血缘种质),让参加和协作单位通过复合杂交、回交、辐射诱变、化学诱变、体细胞诱变等技术,创造出不同基因来源的具有高产(多铃)、大铃、高衣分、纤维品质优良、早熟、抗黄萎病、抗旱、耐盐、抗高温、高油分、短果枝株型等性状优良的棉花优异新种质,以达到拓宽陆地棉的遗传基础。

7.2.7 突变体和遗传工具材料的创造和利用 通过回交、理化诱变等技术把矮秆、光子、彩棉等突变

性状,以及抗黄萎病、高比强、长纤维、早熟、抗盐碱、耐高温、大铃等优良性状转入同一遗传背景的标准系 TM-1 中,创造符合基础研究需要的不同类型的突变体、近等基因系和重组自交系等遗传工具材料。

7.2.8 基因型规模化鉴定平台 基于新型实用标记和目标基因功能标记的开发,建立分子标记规模化鉴定种质资源的平台,广泛用于我国特色基因资源、以及创新种质的基因组和基因多样性的综合鉴定和分析。

7.2.9 种质分子指纹信息系统 首先,通过绘制棉花核心种质指纹图谱,赋予核心种质资源库中每份材料一个唯一的识别码,为构建棉花高通量鉴定体系提供理论基础。分别构建我国棉花陆地棉、海岛棉和亚洲棉核心种质,其总份数应小于 3 种种质资源总数的 10% 左右,代表性应大于多样性水平的 90%;其次,对我国重要基因资源在基因水平上构建分子指纹,建立中期库分子指纹信息系统,主要包括棉花 SSR 扩增体系的规范、棉花种质资源 SSR 核心引物选择、DNA 指纹图谱的表示方法研究、棉花种质资源分子指纹数据库管理与检索,为优异种质资源基因源的发掘和利用提供高效化管理技术。

参考文献

- [1] 杜雄明,周忠丽,贾银华,等. 中国棉花种质资源的收集与保存[J]. 棉花学报, 2007, 19(5): 346-353
- [2] 孙君灵,刘国强,李剑伟,等. 一个种植 90 余年的地方品种—开远木棉[J]. 植物遗传资源学报, 2009, 10(2): 314-316
- [3] 杜雄明,贾银华,周忠丽,等. 棉花优异种质主要特性介绍和发放利用[J]. 中国棉花, 2009, 36(10): 8-9
- [4] 严根土,刘全义,张裕繁,等. 中棉所 44 高产栽培技术[J]. 中国棉花, 2005, 32(8): 25-26
- [5] 杜雄明,孙君灵,周忠丽,等. 杂交棉新品种中棉所 48 简介[J]. 中国棉花, 2004, 31(6): 25
- [6] 孙君灵,杜雄明,周忠丽,等. 棉花优异种质创新[J]. 中国棉花, 2004, 31(4): 18
- [7] 孙君灵,周忠丽,贾银华,等. “十一五”棉花优异创新种质简介[J]. 江西棉花, 2011, 33(4): 55-57
- [8] 杜雄明,潘兆娥,孙君灵,等. 棉花 DNA 遗传转化系的农艺性状变异和 SSR 标记分析[J]. 农业生物技术学报, 2004, 12(4): 380-385
- [9] WANG S, ZHAO G H, JIA Y H, et al. molecular Cloning, and Characterization of an Adenylyl Cyclase-Associated Protein from *Gossypium arboreum* L. [J]. Agric Sci China, 2009, 8(7): 777-783
- [10] Zhang C, Sun J L, Jia Y H, et al. morphological Character, Inheritance and Exogenous Hormone Response of a Cotton Super Dwarf Mutant in *G. hirsutum* [J]. Plant Breedi, 2010, 130: 67-72
- [11] Feng H J, Sun J L, Wang J, et al. Genetic effects and heterosis of the fibre colour and quality of brown cotton (*Gossypium hirsutum*) [J]. Plant Breedi, 2011, 130: 450-456
- [12] 叶武威,赵云雷,王俊娟,等. 盐胁迫下陆地棉耐盐品种根系的抑制消减文库构建[J]. 棉花学报, 2009, 21(5): 339-345
- [13] 李骏智,杨泽茂,李俊文,等. 利用陆海杂种 BC1 群体构建棉花遗传连锁图谱并初步定位产量性状相关的 QTL [J]. 中国农学通报, 2009, 25(9): 11-18
- [14] 张丽娜,叶武威,王俊娟,等. 棉花耐盐性的 SSR 标记研究[J]. 棉花学报, 2010, 22(2): 175-180
- [15] 王芙蓉,刘任重,王留明,等. 陆地棉品种抗黄萎病性状的分子标记及其辅助选择效果[J]. 棉花学报, 2007, 19(6): 424-430
- [16] 胡文静,张晓阳,张天真,等. 陆地棉优质纤维 QTL 的分子标记筛选及优质来源分析[J]. 作物学报, 2008, 34(4): 578-586
- [17] 王新坤,潘兆娥,孙君灵,等. 陆地棉矮秆突变体株高和纤维品质的 QTL 定位及相关性研究[J]. 核农学报, 2011, 25(3): 448-455
- [18] 潘兆娥,贾银华,孙君灵,等. 大铃棉中棉所 48 主要经济性状的 QTL 定位分析[J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(4): 601-604, 611
- [19] 张超,孙君灵,贾银华,等. 外源激素对一个新的棉花极端矮化突变体 AS98 植株生长和酶活性的影响[J]. 中国农业科学, 2010, 43(7): 1370-1378
- [20] 潘兆娥,王希文,孙君灵,等. 中棉所 48 的 SSR 数字指纹图谱的构建[J]. 中国农学通报, 2010, 26(7): 31-35
- [21] 庞朝友,杜雄明,马峙英,等. 棉属种间杂交基因渐渗系 SSR 标记及其表型性状的聚类分析[J]. 作物学报, 2006, 32(9): 1371-1378