

Colored Cotton

彩色棉

王学德 袁淑娜 著



科学出版社

彩 色 棉

王学德 袁淑娜 著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

天然彩色棉是指纤维具有天然颜色的棉花,其颜色是纤维细胞在分化和发育过程中植物色素在纤维细胞内沉积的结果。天然彩色棉织物以其舒适、环保的特性受到人们的广泛欢迎。本书是在较系统总结作者 15 年的彩色棉研究成果和实践经验的基础上写成的,既介绍了彩色棉纤维的生理特性及其结构特征,又分析了天然彩色棉色素类型和色素形成的机制,同时又对具有极佳应用价值的优质彩色长绒棉的育种技术进行了阐述。本书用图文并茂的方式对彩色棉色素和品质形成从生理生化、遗传学和分子生物学等角度进行深入探讨,便于读者的理解和识别。

本书可供从事作物遗传育种和栽培的科研、教学和农技推广人员,以及综合性大学和农业院校的学生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

彩色棉/王学德,袁淑娜著. —北京:科学出版社,2013.6

ISBN 978-7-03-037597-1

I. 彩… II. ①王… ②袁… III. ①棉花-植物生理学-研究②棉花-作物育种-研究 IV. ①S562

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 114409 号

责任编辑:王海光 张韶茹/责任校对:李 影

责任印制:钱玉芬/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013年6月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2013年6月第一次印刷 印张:16 3/4 插页:4

字数:382 000

定价:85.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

棉花是世界上最重要的纤维作物,其纤维主要用来纺织、制衣和御寒。棉花纤维通常是白色的,其纺织品因审美需要而常被染成五彩缤纷的颜色。本书介绍的是另一种纺织过程中无需染色的棉花,彩色棉。相对于通常所说的白色棉而言,彩色棉是一种纤维具有除白色以外其他天然颜色的棉花,故也称“有色棉”。常见彩色棉的纤维颜色有棕色、绿色、黄色、灰色等,其中棕色和绿色是目前生产上最常见的两种,每种按颜色深浅又可分若干不同系列,如棕色还可分为深棕、棕、浅棕等系列。彩色棉因其纤维颜色受主效基因控制,遗传性能好,在农业上可通过种子繁育而扩大种植,在工业上可直接利用纤维的天然颜色而省略染色,因而被认为具有很好的发展前景,受到广泛重视。

一是环境保护的需要。在将白色棉、其他天然纤维和大多数化学纤维加工成成品的过程中,均需要经过染色、后整理等工艺,致使织物成品中残留较多的偶氮染料、甲醛、荧光增白剂、重金属和合成染料等对人体有害的物质。而彩色棉是天然具有颜色的纤维,在将其加工成成品的过程中无需印染等化学处理,因而既可大大降低生产成本,又可避免由化学处理造成的环境污染,以及残留物对人体带来的直接伤害。

二是纺织产品多样化发展趋势的需要。目前消费市场对纺织产品的需求趋势,一是纺织纤维多样化,二是面料功能化。彩色棉不仅可与白色棉混纺,还可与麻、黏胶、涤纶以及其他化学纤维混纺,生产色彩新颖、风格独特、既具有天然纤维性能又有化学纤维性能的多种“绿色”产品。而且,利用彩色棉纤维色素对紫外线有强烈的吸收性能,以及棕色棉有良好的耐热性和阻燃性的特点,可开发具有屏蔽紫外线、耐热和阻燃等多种功能性的彩色棉面料,以满足消费市场的不同需求。

三是提高产品附加值、扩大市场的需要。我国加入 WTO 后,在纺织原料和成品品质两方面都受到挑战。随着原棉进口限制的取消,国产白色棉在品质和价格等方面将受到竞争压力,因此需要大力开发彩色棉新型环保纤维,来缓解白色棉的压力和提高产品的附加值。同时因彩色棉的绿色环保特性,其产品可打破国际贸易绿色壁垒对我国纺织产品出口的新制约,从而扩大市场。

然而,彩色棉作为刚刚进入产业化市场的纺织原料,人们对其研究与利用还不多,对其认识更显缺乏。彩色棉与白色棉虽有许多相似之处,但因其纤维颜色的突变,不论在棉株的生长发育上,还是在纤维的化学组成及其物理性能上,均存在明显差异,目前仍有许多问题值得深入研究。例如,决定纤维颜色的是何种色素,色素的生物合成和显色机制如何,色素在纤维中特异表达对棉花生长发育、纤维产量和品质有何影响,采取何种育种技术培育彩色棉新品种,纺织工艺又如何适应棉纤维颜色的变化等问题。

显然,彩色棉的农业生产和纺织业生产,都不能完全套用现有白色棉的理论和技術,需要改革,建立一套适合彩色棉生产特性的新理論和新技术。为此,本课题组在国家自然科学基金、浙江省科技厅和国家教育部的资助下,先后开展了“彩色棉的纤维色素与品质形成机制”,“彩色长绒棉的分子育种研究”和“彩色三系杂交棉的优势与利用”等课题,进行长达约 15 年的研究,积累了不少的研究经验、数据和文献资料。为与大家共享,著者对这些资料进行了整理、归纳和总结,并参考国内外相关文献写成了本书。本书的特点是围绕“纤维颜色”这一主题,阐述了彩色棉纤维色素的生物合成、积累和显色机制,色素对棉花生长发育及其对纤维产量、品质形成的影响,以及与之配套的遗传育种和纺织应用等方面的理論和技術,希望能为从事农业和纺织业的相关科技人员和大專院校师生提供参考。

在研究期间,本课题组招收过约 30 名研究生,包括:蒋淑丽、李悦有、徐亚浓、李晓、孙志栋、朱云国、赵向前、倪西源、程超华、张小全、华水金、朱伟、张昭伟、邵明彦、蒋培东、王晓玲、袁淑娜、解海岩、张海平、倪密、刘英新、文国吉、赵亦静、Noreen BiBi、范凯、张改霞、李凤和王铭等,以及访问学者梁顺祥教授、Yagya Dutt 博士和 Waqas Malik 博士等。他们的刻苦钻研精神和创新思想对本研究的深入探索起到了极其重要的作用,研究工作对他们的成长也有良好的影响。如今他们已成为高校、科研单位、企业或管理部门的骨干,可以说,这也是本课题的成果之一。

彩色棉生产作为一种新兴产业,发展前景很美好,但也面临一些困难。其中最主要的是目前纤维颜色还不够丰富,期望通过基因工程创造新颜色(红、橙、绿、青、蓝、紫),以满足不同审美的需求。相信随着研究的深入,彩色棉的缺陷会逐一被克服,这就需要有更多的人参与。有兴趣的读者可凭单位介绍信向著者(E-Mail: cottonbreeding@zju.edu.cn)索取本书中涉及的彩色棉的种质。希望通过合作,一方面使彩色棉的研究更加广泛和深入,另一方面也可对本书中的研究结果和观点作进一步的验证和提升。虽然课题组积累了一定的研究资料和数据,但在写作过程中仍感不足,本书只是研究工作的阶段性总结,为的是起抛砖引玉的作用;又由于作者的学识有限,书中的观点不一定成熟,难免有不妥之处,敬请有识之士批评指正。

王学德

2013 年 2 月于浙江大学紫金港校区

目 录

前言

第一章 概论	1
第一节 彩色棉的涵义及其优点	1
一、彩色棉的涵义	1
二、彩色棉的优点	2
第二节 彩色棉的种植史	5
一、彩色棉自古就有	5
二、彩色棉的衰落	5
三、彩色棉的复兴	5
第三节 彩色棉存在的问题	10
一、彩色棉纤维颜色种类不够多	10
二、彩色棉产量较低、品质较差	10
三、彩色棉纤维颜色易变	11
四、彩色棉在种植上需要与白色棉隔离	12
第四节 彩色棉存在问题的解决途径	12
一、丰富彩色棉新种质	12
二、提高彩色棉育种技术	14
三、提高彩色棉栽培技术	17
四、提高彩色棉纺织加工技术	17
五、加强彩色棉的基础理论研究	18
主要参考文献	23
第二章 棉花纤维的发育	25
第一节 棉铃、种子和种皮	25
一、棉铃的生长	25
二、棉花种子的发育和形态	27
三、棉花种皮的结构	28
第二节 棉花纤维的分化与发育	31
一、纤维细胞的分化和突起	31
二、纤维细胞的伸长	34
三、纤维细胞次生壁的合成和增厚	39
四、纤维的脱水成熟	41

第三节 棉花纤维的经济和理化性状	44
一、棉花纤维的经济性状	44
二、棉花纤维的物理性状	48
三、棉花纤维的化学组成	50
主要参考文献	52
第三章 彩色棉的纤维色素	55
第一节 彩色棉纤维色素的提取	55
一、提取方法	56
二、提取液分析和纤维颜色变化	56
三、HNO ₃ /乙醇提取法适用于彩色棉纤维色素的定量分析	60
第二节 彩色棉纤维色素的结构与性质	61
一、研究材料与方法	61
二、彩色棉纤维色素的类型及化学特性	64
三、彩色棉纤维中类黄酮色素的结构和性质	67
第三节 彩色棉纤维色素合成基因及其表达	72
一、彩色棉纤维色素合成基因	73
二、色素合成基因在彩色棉纤维中的表达	74
三、彩色棉纤维色素合成基因的特点	79
第四节 影响彩色棉纤维色素形成的相关因子	81
一、彩色棉纤维 PAL 活性与纤维色素的相关性	81
二、彩色棉纤维的黄酮、水分和糖含量与色素含量的相关性	82
三、彩色棉纤维 pH 变化与色素含量的相关	84
四、彩色棉成熟纤维矿质元素含量与色素含量的相关	85
五、彩色棉纤维色素形成的复杂性	86
第五节 彩色棉纤维色素对纤维品质和产量的影响	88
一、纤维色素对纤维品质的影响	88
二、纤维色素对彩色棉产量的影响	90
主要参考文献	92
第四章 彩色棉纤维发育的特点	94
第一节 彩色棉纤维的细胞学特征	94
一、白色棉纤维的显微结构	94
二、绿色棉纤维的超微结构	95
三、棕色棉纤维的超微结构	96
四、彩色棉纤维超微结构与彩色棉产量、品质的关系	97
第二节 彩色棉纤维的颜色发育	97
一、彩色棉纤维的颜色发育	98
二、彩色棉纤维细胞氧化还原状态与颜色发育	99

三、外源呼吸抑制剂对彩色棉纤维生长和显色的影响	103
第三节 彩色棉纤维的碳水化合物代谢	107
一、彩色棉纤维在发育过程中糖和纤维素的变化	108
二、彩色棉纤维中碳水化合物代谢的特点	110
第四节 彩色棉纤维碳水化合物代谢相关酶及其基因表达	111
一、蔗糖酶活性的变化	112
二、蔗糖合成酶和蔗糖磷酸合成酶活性的变化	113
三、蔗糖合成酶和纤维素合酶基因在彩色棉纤维中的表达特点	114
第五节 彩色棉纤维中的矿质元素	118
一、不同颜色纤维中矿质元素的变化	118
二、大量元素与纤维发育	120
三、微量元素与纤维发育	126
四、彩色棉纤维中矿质元素积累的特点	127
主要参考文献	131
第五章 彩色棉光合生理的特点	133
第一节 光合生理指标的测定	133
一、试验材料	133
二、光合生理指标和测定方法	134
第二节 彩色棉光合生理的特点	138
一、不同发育时期叶片叶绿素含量	138
二、不同发育时期叶片叶绿体希尔反应	139
三、不同发育时期叶片叶绿体 ATPase 活性	140
四、不同发育时期叶片净光合速率	140
五、不同发育时期叶片碳水化合物含量	141
第三节 彩色棉光合指标与产量和品质	142
一、彩色棉产量的表现	142
二、彩色棉纤维品质的表现	143
三、彩色棉光合指标与产量和品质的关系	144
第四节 彩色棉种间杂种的光合生理特点	147
一、试验材料和方法	147
二、彩色棉种间杂种的产量和品质表现	148
三、彩色棉种间杂种的光合生理特点	148
四、彩色棉杂种光合生理与产量和品质	153
主要参考文献	154
第六章 彩色棉的育种	156
第一节 彩色棉纤维颜色的遗传	156
一、国外的研究	157

二、国内的研究	159
三、纤维颜色基因的遗传效应	161
第二节 彩色棉的系统育种	162
一、系统育种的原理	162
二、系统育种的方法	163
三、代表性品种	165
第三节 彩色棉的杂交育种	168
一、杂交育种的原理	168
二、杂交育种的方法	169
三、代表性品种	175
第四节 彩色棉的杂种优势利用	183
一、彩色棉杂种优势的表现	183
二、彩色杂交棉的选配原则	187
三、彩色棉杂种优势的利用途径	189
第五节 彩色三系杂交棉的育种	192
一、彩色三系杂交棉的遗传基础	192
二、彩色棉三系及其杂种(三系杂交棉)的选育	195
三、海岛棉三系的选育及其应用	200
第六节 彩色棉的转基因育种	210
一、彩色棉转基因育种的现状	210
二、彩色棉转纤维素合酶基因(<i>acs</i>)的育种	211
主要参考文献	220
第七章 彩色棉的纺织应用	223
第一节 纺织原料的概述	223
一、纺织原料的构成	223
二、天然纤维与化学纤维的特性比较	226
三、棉纤维品质与纱线质量的关系	228
第二节 彩色棉纤维的理化性能	231
一、彩色棉纤维的化学组成	231
二、彩色棉纤维的物理性能	235
第三节 彩色棉织物颜色的稳定性与调控	237
一、湿、热处理下的颜色变化	238
二、酸、碱处理下的颜色变化	239
三、氧化剂处理下的颜色变化	240
四、还原剂处理下的颜色变化	241
五、金属盐处理下的颜色变化	242
六、表面活性剂处理下的颜色变化	243

七、紫外线处理下的颜色变化	243
第四节 彩色棉织物的设计与生产.....	244
一、彩色棉织物的设计	244
二、彩色棉纺织品的生产	248
三、彩色棉织物洗涤注意事项和真伪辨别	252
第五节 彩色棉产业的优势和开发前景.....	254
一、发展彩色棉产业的优势	254
二、彩色棉产品在国内外的开发现状	256
主要参考文献.....	258

彩图

第一章 概 论

棉花是人类衣着的主要纤维 (fiber) 来源。通常, 棉花纤维颜色是白色的。但人们穿着的棉织品, 其颜色往往是五彩缤纷的。为满足人们对棉织品各种颜色的需求, 一般通过复杂的印染加工工艺, 对白色棉纤维 (或织品) 进行化学染色, 以获得所需的颜色, 这样必然涉及环境污染的问题。但是, 也有本书介绍的另一种棉花——彩色棉 (colored cotton), 它的纤维 (织品) 颜色不是白色的, 而是其他天然色彩, 如棕色、绿色、黄色、灰色等, 不需要人工染色就可以满足人们对棉织品各种颜色的需求, 而且经济环保。

彩色棉与白色棉比较, 不论在植物学上, 还是在纺织学上, 都有很多明显的理论和技术差异。这是我们需要深入研究的, 也是本书将要介绍的内容。在本章, 首先对彩色棉的优点、种植史、开发前景、存在的问题, 以及解决问题的相关途径作一概述。

第一节 彩色棉的涵义及其优点

一、彩色棉的涵义

彩色棉是相对于白色棉而言的, 是指纤维颜色除了白色以外的具有其他任何一种颜色的棉花, 有时也称它为“有色棉”。

棉花 (cotton), 在植物分类学中, 属被子植物锦葵目 (Malvales)、锦葵科 (Malvaceae)、棉族 (Gossypieae)、棉属 (*Gossypium*)。棉属包括 39 个种, 分别分布在亚洲、非洲、美洲、大洋洲和欧洲, 其中陆地棉 (*G. hirsutum* L.)、海岛棉 (*G. barbadense* L.)、亚洲棉 (*G. arboreum* L.) 和非洲棉 (*G. herbaceum* L.) 4 个种为栽培种。目前, 世界上种植面积最大的棉种是陆地棉, 约占 90%, 属于海岛棉、亚洲棉和非洲棉的种植面积不大, 约占 10%。

理论上, 彩色棉既可存在于陆地棉、海岛棉、亚洲棉、非洲棉 4 个栽培棉中, 也可存在于野生棉中。但实际上, 目前生产利用的彩色棉品种, 大多属于陆地棉类型的品种, 属于海岛棉、亚洲棉和非洲棉类型的较少。这与目前世界上种植的棉花多为陆地棉类型的品种密切相关。

习惯上, 彩色棉又按纤维颜色来命名, 如棕色棉、绿色棉等。目前, 世界上种植最广的彩色棉是棕色棉和绿色棉, 其中棕色棉又因产量较高, 种植较多。因此, 棕色和绿色是当前彩色棉的两种基本色彩。但由于颜色深浅程度的不同, 人们在纤维色泽分类和识别上的观点存在着较大差异。有人把棕色称为棕红、粉红、褐色、咖啡色等, 把浅棕色称为黄色、淡黄色、米色等。除了棕色和绿色的基本色彩外, 其他颜色的彩色棉也

有,如 Vreeland (1993, 1999) 1971 年在秘鲁考察时发现的黄色棉和紫红色棉等 (彩图 1), 只不过平时较难发现而已, 有待挖掘、研究和利用。

棉花纤维是长在棉花种子 (棉籽) 上的毛, 在植物学上称为胚珠的表皮毛, 是由棉花胚珠表皮细胞分化和发育而成的单细胞 (详见第二章)。棉纤维细胞是不常见的超长单细胞, 长度可达 30mm, 而且很细 (直径约 $21\mu\text{m}$)。彩色棉纤维在细胞形态上与白色棉相似, 但也存在较多的差异, 最突出的有以下几点。

1) 细胞内含有大量色素。一般认为, 彩色棉的纤维颜色是纤维细胞在生长发育过程中色素合成、积累和显色的结果 (详见第三章)。棉纤维中色素的形成及其显色机制是彩色棉研究的重点和难点。理解该机制对彩色棉新品种的研制、高产优质栽培、纺织加工工艺的改良均显得十分重要。因为色素在棉纤维细胞内的生物合成、积累和显色 (相对于白色纤维细胞而言, 是额外的), 不但影响纤维产量、品质, 也会改变纤维的理化性质, 从而影响纺织加工, 乃至服饰的品质。不难理解, 了解控制纤维颜色形成的相关基因将有助于克隆色素基因和转基因育种; 理解色素的生物合成、积累和显色将有助于解释彩色棉为什么产量偏低和品质偏差的问题, 从而有目的地进行育种、栽培和纺织加工等 (详见第五、六、七章)。

2) 纤维较短、次生壁较薄、表面蜡质层较厚, 造成彩色棉纤维品质较差。不难理解, 彩色纤维细胞内, 除了与白色纤维细胞相同的新陈代谢外, 还增多了色素合成、积累和显色的过程。色素合成是耗能过程, 与彩色棉纤维品质较差可能密切相关。有关彩色棉纤维生长与发育, 以及纤维品质形成方面的论述, 请见第三、四章。

3) 纤维含有较多的非纤维素物质。非纤维素物质是指棉纤维中除了纤维素外的其他物质, 如可溶性糖、蜡质、脂肪、蛋白质、灰分等。纤维素是棉纤维的主要成分, 是衡量纤维品质的内在指标, 纤维素越多, 品质越好。在白色棉的成熟纤维中, 纤维素约占总质量的 90%, 甚至超过此值, 但在彩色棉中往往较低, 而非纤维素物质含量较高。非纤维素物质较多的纤维, 可纺性较差; 而且棉纤维在纺织过程中, 除了纤维素外, 其他物质大多是要被去除的。彩色棉纤维的化学组成上的改变会影响纺织性能 (详见第七章)。

4) 吸湿性较差、耐热性和阻燃性较好且对紫外线有较好的屏蔽性。其中, 吸湿性较差与彩色纤维含较多蜡质有关; 耐热性较好与彩色纤维含较高重金属有关; 阻燃性较好与彩色纤维含较多无机盐 (如铁、铝、铜等) 有关; 而彩色棉的抗紫外线的性能与纤维含有大量的色素物质有关。

了解彩色棉的这些特点, 对彩色棉的深入研究很有帮助, 也是本书重点介绍和探讨的内容。

二、彩色棉的优点

棉花主要是用来制衣御寒的天然纤维材料, 5000 多年前, 古印度人就利用棉花纺纱织布; 中国不是棉花的原产地, 棉花约在六世纪被引入中国, 并逐渐取代丝和麻成为中国人的主要衣料 (章楷, 2009)。如今, 棉花仍是世界上用量最大的天然纺织原料。

尽管近几十年来,化学纤维以其特有的坚实、挺直、耐久性能而兴起,但它不具备棉花纤维的柔软、透气、吸湿、保暖等特性,因而世界各国对化纤织品的兴趣已逐渐下降,而棉纺织品无论在国际或国内市场均久盛不衰。

历来,人们都用洁白似银来形容棉絮和棉纤维。事实上棉花收购部门都将洁白而略带光泽者作为棉花的上品。国内外市场也将洁白而成熟度高的棉花列为优质棉,其商品价值相对较高。洁白优良的棉纤维,表明其中纤维素含量高,纤维中不含有色物质或杂质,其纤维品质好,在现代织品印染加工过程中容易吸附人工染料,染成各种美丽的颜色,而且不易褪色。但是人工染料多为有害物质,长期与人的肌肤接触,会影响人们的健康。由此,在人们生活水平不断提高而生态环境不断受到污染的情况下,大家都有回归自然,并尽量使用天然产品的愿望。因此,作为天然纤维的棉花,受到人们的钟爱是顺理成章的事,特别是天然彩色棉花,不需人工染色,做成天然色彩的织品,更受人们青睐。

与白色棉相比,天然彩色棉具有以下突出的优点。

(一) 无需染色,织品自然典雅

彩色棉纤维因具有天然色彩,不需化学染料染色,由此做成的纺织品具有色泽自然柔和、古朴典雅、质地柔软等特点。

(二) 节省生产成本,减轻环境污染

彩色棉无需染色,不但可节省印染方面的生产成本,更重要的是可避免由印染引起的环境污染问题。

传统的纺织印染行业用水量大、能耗高、污染严重。据测算,印染加工的织物与所排放的废水质量比高达1:150~1:200。印染行业1年的工业用水,约等于5个数十万人口的中型城市全体居民1年的生活用水。印染废水含多种有毒化学物质,污染严重,若要达到回用标准,治理费用相当于城市用水价格的4~5倍。因此,对作为用水大户、污染大户的印染行业进行“绿色革命”迫在眉睫。

彩色棉的应用,减少了染色加工工序,降低了对水资源的浪费和污染,减轻了印染加工对环境的破坏和人体的危害,每吨产品可节约染色加工成本5000~7000元,因此彩色棉研究和开发已经纳入“可持续发展战略”,成为“绿色纺织品”的重要原料。对于极端缺水的中国而言,彩色棉的发展有着更加深远的意义。

(三) 织品穿着更健康 and 舒适

经过印染加工,残留在纺织品上的化学物质有可能造成皮肤过敏,甚至致癌的严重后果。而彩色棉的棉纺织品中不含甲醛、偶氮染料等有害物质(“零污染”),可避免这些化学成分与人体长期接触而被皮肤吸收,进而向肝、肾、心及脑内部扩散、活化和积

累,使人体细胞的脱氧核糖核酸(DNA)发生结构与功能的改变,以致诱发病变的后果,使人们穿着放心、舒心。因此,目前彩色棉常用于如下一些产品的开发。

1) 婴幼儿服装、童装系列产品。因为婴幼儿皮肤娇嫩,对纺织品中的化学残留物有较高的吸收力,因而易受伤害。而彩色棉产品可大大减少这种伤害。

2) 贴近皮肤的服装和其他纺织品。如内衣、内裤、T恤衫、文化衫、背心、衬衫、睡衣、文胸等,使彩色棉更贴近皮肤,成为名副其实的人类第二健康肌肤。同时开发床单、毛巾、童毯等贴近皮肤的家用纺织品。

3) 各种孕妇服、产妇服等,让孕妇能安全舒适地沉浸在甜美的温馨中,享受到无微不至的关怀。

可见,彩色棉作为纺织保健产品,是一种保护生态环境、实现可持续发展要求的新型纺织原料,顺应了人们追求纯天然时尚、环保与健康时代潮流。可预言,随着人们对环境保护意识的日益增强,对彩色棉的研究与利用将更受重视,具有良好的开发前景。

(四) 打破纺织品出口的“绿色壁垒”

根据世界贸易组织《技术壁垒协议》中规定“不得阻止任何国家采取必要措施来保护人类,保护环境”的有关条款,发达国家正在利用自身的发展优势,通过繁多的技术标准,严格的环保要求,构筑全新的技术壁垒。其中,国际标准化组织对与皮肤接触的衣物及休闲服产品要求越来越严格,颁布了“零污染”产品的一系列标准,并签发“Oeko-Tex Standard”产品通行证。发达国家通过“绿色贸易壁垒”,对某些纺织产品的进口进行限制与封杀。近年来,美国、日本、德国及不少其他欧洲国家已通过开发多种“环保”棉纺织品和成衣抢滩国际市场,取得了惊人的经济效益。我国要赶超发达国家,开发具有“零污染”特性的彩色棉,应是一条有效途径。因为它将有助于打破国际绿色贸易壁垒对我国纺织品出口的新制约,提高出口创汇和国际竞争力。

从纺织环保生态的角度看,彩色棉制品是一种绿色生态纺织品。

(五) 种植适应性广

从下文中我们将了解到,彩色棉自古就有,已存在数千年。现在生产上应用的彩色棉品种,大多通过改造野生或半野生棉种质,用现代生物技术选育而成。因此,彩色棉往往带有一些偏野生的特性,如棉株内部的化学物质(如棉酚、单宁等)次生代谢物质的含量明显高于白色棉。研究已表明,这些物质对植物抗逆性的提高有明显的促进作用。从而使彩色棉表现出较广泛的种植适应性。

1) 彩色棉耐旱性、耐瘠薄性较好,特别适合于旱地种植,因此可以少灌溉、少施化肥,减少生产成本和来自化肥的污染。

2) 尤其对病、虫害,表现出较明显的抗性,还可以少施农药,减少来自农药中有毒物质的影响。

上述两点可促使彩色棉成为有机棉。另外,彩色棉纺织品的原料可以再生,废弃物可以通过再生得到再利用,或通过堆埋达到自然降解,或通过焚化等方法处理。

第二节 彩色棉的种植史

一、彩色棉自古就有

早在公元前 3100~公元前 1300 年,彩色棉在秘鲁沿海地带就有种植。美洲印第安人历来就用彩色棉纺纱织布做衣料。随着新大陆的发现,棉花种子在各地之间相互传播,许多国家都有天然彩色棉种植情况的记载。例如,一位从事古代纺织研究的美国学者 Vreeland (1993, 1999) 1971 年在秘鲁考察时发现(彩图 1),在秘鲁的农田里有很多彩色棉种植和棉花加工的场面,在秘鲁博物馆陈列有出土的彩色棉织物并在图书馆能看到相关彩色文献,从文献中可看出彩色棉纤维的颜色主要有棕色、黄色、绿色、紫红色。

18~19 世纪,在我国长江中下游地区广泛种植的紫花棉就是一种彩色亚洲棉(中棉)品种;用它织成的紫花布,远销欧美各国,久负盛名。1819 年出口的上海松江棉布和江浙一带用紫色棉纺织成的一种紫花布就达 330 多万匹。那时紫花布曾在英国风行一时,至今在伦敦博物馆里仍可见到当时用中国紫花布所做的英国绅士穿的时髦服装。

实际上,棉花和其他动植物一样,并非千篇一律的单一颜色,而是呈现多种色彩。可以说棉花本来就是具有多种颜色的植物,并不是我们今天看到的仅仅只具白色纤维的棉花。现在盛行白色纤维则是人们长期进行人工定向选择的结果。栽培棉是从野生棉进化而来的,现在仍可看到野生棉纤维呈多种颜色;甚至有人认为几乎所有棉花在几百年前都是有色的。因此,彩色棉种植历史可能比白色棉更悠久。

二、彩色棉的衰落

随着人类文明的不断进步,人们对纺织品的需求大增,同时对其颜色的要求也日益提高,然而,彩色棉的色彩毕竟种类有限,且颜色偏淡、不够明亮浓重,加上它的产量常不及白色棉。于是,人们发明了染色技术可使纤维具有了想要的各种颜色,生产出花色繁多、鲜亮明快的更符合人们需求的纺织品。在这个过程中,白色棉纤维自然是染色的最佳选择,从而导致了人们大量种植白色棉,其他色彩的棉花渐渐被人类所抛弃、所遗忘,消失在人们的记忆中。特别是,自英国的工业革命开始,由于白色棉在全世界范围内大面积种植,加之廉价化学染料的出现和彩色棉自身的缺陷,许多天然彩色棉品种逐渐消失(Vreeland, 1993, 1999)。

三、彩色棉的复兴

进入 20 世纪,人类的历史翻开了新的篇章,文明的进程前所未有地加快了步伐。

然而环境污染问题却日益突显,成为困扰世界各国发展的重大隐患,这时人们对彩色棉又有了新的认识,发现它具有白色棉所不可替代的环保优势,彩色棉又开始进入人们的视野,重新研究、开发和利用(Vreeland, 1993; Dickerson et al., 1999)。

(一) 国外彩色棉研究和利用现状

彩色棉的重新研究与利用始于 20 世纪 60 年代。在此以前,总体上可以被认为是分散的、个别的、无计划的种植利用时期,如秘鲁和墨西哥等地零星种植一些较原始(偏野生性)的彩色棉,虽然产量不高,但用手工制成的颇具地方特色的旅游产品(彩图 1),在集市上销售,很受欢迎。到了 20 世纪 60 年代,彩色棉的优点被许多国家重视,开始有计划地研究与利用。据有关资料的不完全统计,从事研发的国家主要有美国、前苏联、秘鲁、印度、墨西哥、巴西等。

在美国,从 60 年代进入彩色棉研究的领域,且研究较深入。特别是,美国亚利桑那州的一位农场主,萨莉·福克斯(Sally Fox)女士,是世界上第一个进行彩色棉商业化育种的人,她从 1982 年就开始了彩色棉的育种研究。1988 年,她收获了第一批可机器纺织的彩色棉;1990 年,她的两个彩色棉品种‘COYOTE’(棕色)和‘GREEN’(绿色)获得美国植物品种专利。后来,她建立了亚利桑那州天然有色棉公司,该公司已成为美国有色棉生产和纺织销售的最大基地。她还用秘鲁的彩色棉种质为材料推广良种杂交,试图克服彩色棉纤维较短和强度较低的缺陷。现在,美国棉花科研人员正在用转基因技术培育新的彩色棉品种,如将色素基因导入棉花中使纤维细胞增加新的颜色。但是,在美国个别地方彩色棉的种植并不受欢迎。因为,棉花是常异花授粉作物,在昆虫较多的条件下,不同棉花植株间的异交率会很高(可达 50%以上)。棉花质量监督委员会担心彩色棉一旦与白色棉在一个地方同时种植,由串粉引起的生物学混杂会造成彩色棉与白色棉的混杂。此外,在种子加工时彩色棉与白色棉的机械混杂也常有发生。由此可见,彩色棉应该有计划的种植,特别要重视与白色棉隔离种植。

前苏联是最早从事彩色棉研究的国家,从 20 世纪 50 年代起就开始有计划的研究和利用。其特点是用远缘杂交的方法,对野生彩色棉进行改造,培育出淡黄色、淡红色、浅蓝色、浅褐色、浅灰色等彩色棉花品种(系)。乌兹别克斯坦的彩色棉研究工作,是通过与布哈拉州的棉花种子业联合体主办的方式进行的,其试验基地设在该州的国营农场里。在土库曼斯坦阿什哈巴德棉区,彩色棉品种‘CPK-1’和‘CPK-2’进行了较大面积的试种,除证明该品种具有在无外界作用下棉叶可全部自然脱落(利于机械摘棉花)而保持棉田环境干净的特点外,籽棉产量每亩^①达 200kg,接近白色棉产量水平。

秘鲁、墨西哥、巴西、印度等国,因种质资源丰富,是育种家征集彩色棉种质的重要基地。尤其是秘鲁,在哥伦布探险到达美洲之前,秘鲁北部的墨奇卡人就栽培五颜六色的彩色棉,是世界上种植彩色棉历史最悠久的国家。秘鲁丰富的彩色棉种质资源被很多育种家征集、研究和利用。秘鲁从 1981 年起,开始执行一项彩色棉的研究和利用计划,由秘

^① 1 亩≈666.7m²。

鲁农业部牵头。参加这一计划的有联合国粮农组织、美洲国家组织、美国得克萨斯州大学等单位，他们负责向种植彩色棉的农民提供彩色棉种子和技术援助，提供国内外市场的销售渠道和生产工艺。秘鲁种植的彩色棉品种达 16 种之多，而且政府为彩色棉种质的搜集、保护、研究和利用开展了相关课题，并作为乡村发展的一项战略规划。

除上述几个国家外，其他产棉国家均在不同程度地开展彩色棉的研究与利用，如巴基斯坦、埃及、阿根廷、法国、土耳其、德国等国。

（二）国内彩色棉研究和利用现状

1. 我国早期彩色棉生产开发的情况

我国植棉已有两千年以上的历史，彩色棉的种植与应用在我国也有悠久的历史。首先，彩色亚洲棉在我国历史上有着较大贡献。清初以来，长江下游一带广泛种植紫花棉，民间很多人穿用紫花布（康熙时《松江府志》和乾隆时《金山县志》）。1784~1833 年我国出口欧美的四千余万匹土布中，多数为紫花布，这是我国种植和应用彩色棉最早的记载。

1939 年，胡竞良从美国带回彩色陆地棉种子，这是我国首次从国外引入彩色陆地棉。在抗日战争时期，利用棕絮棉做成棕黄色的布，制作童子军服，曾风行一时。当时四川省受日本封锁，纺织品印染的染料不能进川，人们开始种植紫色陆地棉（俗称紫花洋棉），紫色的彩色棉在五六年内就在三台、射洪、中江等县种植约 1300hm²。抗战结束，染料解禁，用各种染料染成的棉布颜色鲜艳、花色绚丽，远比紫花布美观，以后收购站便停止收购紫花棉，紫色棉也就渐渐消失了。

2. 中国农业科学院棉花研究所开展彩色棉育种的情况

据杜雄明等（2007）报道，中国农业科学院棉花研究所保存的 6000 多份棉花种质资源中，有色陆地棉 85 份（绿色棉 27 份，棕色棉 58 份），棕色亚洲棉 27 份，棕色海岛棉 6 份，棕色非洲棉 2 份，陆地棉半野生种 6 种。从生产和纺织角度看，这些品种很难直接利用，但可以作为育种基础材料加以利用。1987 年中国农业科学院棉花研究所在海南岛利用陆地棉标准系 TM-1 作母本，与棕色纤维的半野生种系 *G. richmondi* 杂交，经多年温光驯化和南繁加代，于 1995 年培育出了产量和纤维品质都较优良的有色棉新品系‘棕絮 1 号’（棕色棉），1997 年在河南省安阳试种 11hm²，皮棉产量 805.5kg/hm²。‘棕絮 1 号’在新疆皮棉产量平均 975kg/hm²，最高为 1200kg/hm²，接近白色棉花推广品种。纤维品质综合指标与白色棉相当，平均纤维长度 28.6mm，比强度 21.7cN/tex，马克隆值 4.1μm/in。抗枯萎病和黄萎病，对棉蚜、棉铃虫抗性更为明显，百株蚜量比常规棉低 37%，第二代棉铃虫百株累计落卵量比常规棉低 28%。后来，利用杂交转育、系谱选择、南繁北育等技术还培育出‘棕 2-63’、‘绿絮 1 号’等彩色棉新品种（系）。

中国农业科学院棉花研究所不但是我国彩色棉相关理论基础研究和育种技术研究的重要基地，也是向全国各科研单位提供彩色棉种质的重要单位。