

天然彩色棉的 基础和应用



TIANRANCAISEMIANDEJICHUHEYINGYONG

张镁 胡伯陶 赵向前 编著

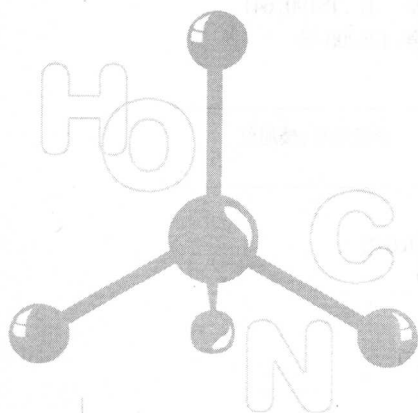


YINRANXINJISHUCONGSHU
印染新技术丛书

TIANRANCAISEMIANDE
JICHUHEYINGYONG

天然彩色 棉的基础和应用

张 镁 胡伯陶 赵向前 编著



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书介绍了天然彩色棉的结构、性能和产品开发等内容,主要分为基础和应用两大部分。基础部分主要从理论和实验方面阐述了天然彩色棉的形成和培育、形态结构、超微结构、物理化学性能及色素的形成和特性等内容,并与普通白棉做了对比;应用部分根据彩色棉的特点,介绍了几种彩色棉产品的纺纱、织造、后整理方法,分析了影响因素和可能出现的问题,并提出了解决途径。为了给天然彩色棉产品提供质量保证,本书后半部分介绍了彩色棉产品的参考标准及环保性评价,展示了彩色棉产品的发展前景。书中列举了大量实验数据,并附有彩图。

本书可供农业、纺织、印染专业技术人员和大专院校师生参考,也可供天然彩色棉种植和加工的人员查阅。

图书在版编目(CIP)数据

天然彩色棉的基础和应用/张镁等编著. —北京:中国纺织出版社, 2005. 1

(印染新技术丛书)

ISBN 7 - 5064 - 3220 - X/TS·1909

I . 天… II . 张… III . 棉织物 - 染整 IV . TS190. 641

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 124200 号

策划编辑:冯 静 责任编辑:阮慧宁 责任校对:楼旭红
责任设计:何 建 责任印制:黄 放

中国纺织出版社出版发行

地址:北京东直门南大街 6 号 邮政编码:100027

电话:010—64160816 传真:010—64168226

<http://www.c-textilep.com>

E-mail: faxing@c-textilep.com

三河艺苑印刷厂印刷 三河永成装订厂装订

各地新华书店经销

2005 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

开本:880×1230 1/32 印张:11.375

字数:282 千字 印数:1—3000 定价:30.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社市场营销部调换

前言

“生态友好”的天然彩色棉,生来就具有天然色彩。现有天然彩色棉(本书简称彩色棉)主要分为棕色和绿色两大类,各类按颜色深浅又分成不同系列。

彩色棉并不是全新纺织原料,野生彩色棉已经存在了数千年。因为彩色棉产量低、纤维短、强力低、品质差,无法工业化加工,从而逐渐被品质优良的白棉取代。但是,近 10 多年来,环境污染对人类生存构成的严重威胁,又重新引起了人们对彩色棉的极大关注,引入杂交、遗传育种等高科技手段对彩色棉品质不断改进,才使得濒临灭绝的古老纤维又重新焕发出灿烂的青春。

传统的纺织印染行业用水量,能耗高,污染严重。据测算,印染加工的织物与所排放的废水重量比高达 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,若达到回用标准,治理费用相当于城市用水价格的 4~5 倍。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。

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对人体的危害,每吨产品可节约染色加工成本 5000~7000 元,因此彩色棉的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。中国对彩色棉的开发利用虽然起步较晚,但政府和工商各界投入了大量的人力和物力,现在中国的彩色棉种植

面积和产品开发已处于世界领先地位。

目前,我国许多彩色棉产品已经通过国际社会制定的 Oeko - Tex Standard 100 检测,获得了国际“绿色环保”标签。它意味着该纺织品具有“种植→纺织→印染”三个环节“零污染”的特征,是高技术、高附加值的证明,也是纺织产品打破“绿色壁垒”,参与国际竞争的“通行证”。除了环保特性外,还发现彩色棉具有某些抗虫、耐热、阻燃和生物功能性,这为彩色棉业的发展开拓了广阔的前景。据国际有机农业委员会预测:未来 30 年内,全球棉花总产量中将有 30% 被彩色棉和有机棉代替。

作为刚刚进入产业化市场的纺织原料,人们对彩色棉的研究和了解还很少。有关参考资料也极其有限。虽然彩色棉与白棉有许多类似之处,

但因其天然色素的存在,结构和性能又有许多不同,种植和加工也存在显著差异。目前彩色棉仍有一些尚需研究的问题,如彩色棉常出现“产量低、纤维短、衣分低”、“色谱不全,色彩单调”、“有些色素物质不稳定”、“形态稳定性差”等问题,严重影响产品的服用性能和市场开拓。通过育种解决这些问题仍有较大难度,这显然与彩色棉基础理论研究不够深入有密切关系。

棉花纤维细胞中色素的种类和性质以及形成机理,始终是一个尚未深入研究的空白领域。只有了解棉纤维色素的种类和性质,才有可能追溯其生物合成途径中的相关基因,并通过基因工程手段来改变棉花纤维细胞的颜色。此外,对于彩色棉纤维品质差的分子基础以及解决其不足的相应措施,尚缺少深入研究。彩色

棉结构、特点以及生长和加工过程中的关键环节和影响因素的变化规律等基础工作做得越深入,进行育种和基因改性的方法才能越明确,产品后加工的措施才能越合理。

本书根据国内外在彩色棉方面的研究成果,从理论和实践两方面探索彩色棉纤维生长发育的规律,形态结构、超微结构等特点;探讨彩色棉纤维色素形成的原因;并以白棉纤维做对照,研究彩色棉纤维物理、化学性能及发色、变色机理与纺织加工的关系;观察外界物理、化学、生态因素对纤维色素稳定性、形态稳定性的影响及变化规律。

针对彩色棉结构与性能的特点,本书还介绍了几种彩色棉产品的纺纱、织造、后整理的方法,分析了影响因素和可能出现的问题,并提出了解决途径。本书还介绍了彩色棉产品

的参考标准及环保评价,希望能够对从事彩色棉种植和加工的研究和技术人员提供参考。

本书第一章、第六章、第八章由胡伯陶执笔,第二章由赵向前执笔,第三章、第四章、第五章、第九章由张镁执笔,第七章由张镁、胡伯陶执笔。

由于本书是一部关于彩色棉纤维色素形成、品质形成、育种栽培、纤维特性及加工等研究领域的专著,涉及面广,虽然我们尽了最大努力,但由于知识和经验上的局限性,不当之处,敬请读者批评指正。

张 镁
2004.9

第一章 概论

第一节 彩色棉的历史渊源	001
第二节 彩色棉的特点和分类	002
第三节 彩色棉的研发现状和展望	004
参考文献	012

第二章 彩色棉的形成与培育

第一节 彩色棉纤维颜色的遗传	014
第二节 影响彩色棉色素和纤维品质形成的因子	018
第三节 彩色棉的育种研究与应用	028
第四节 彩色棉的栽培	036
参考文献	038

第三章 彩色棉的结构和性能

第一节 彩色棉的形态结构	045
--------------	-----

第二节 彩色棉的超微结构	048
第三节 彩色棉的化学组成	057
第四节 彩色棉的物理性能	072
参考文献	091

第四章 彩色棉的天然色素

第一节 彩色棉色素的形成	094
第二节 彩色棉天然色素的结构探索	098
第三节 彩色棉天然色素的发色机理	119
第四节 彩色棉天然色素的变色规律	123
参考文献	149

第五章 彩色棉织物的整理

第一节 彩色棉整理的特殊性	152
第二节 彩色棉织物的常规整理	159
第三节 彩色棉织物的生态整理	174
第四节 彩色棉整理效果比较	205

第五节 彩色棉色素调控、修复方法及其固色	210
第六节 彩色棉织物的抗皱整理	216
第七节 彩色棉织物的卫生整理	223
第八节 彩色棉织物的抗紫外线整理	226
参考文献	228

第六章 彩色棉的产品开发

第一节 彩色棉适合开发的产品及其产品开发的指导思想	232
第二节 可与彩色棉混纺的纤维	236
参考文献	264

第七章 彩色棉的生产实践

第一节 彩色棉的产品设计	266
第二节 彩色棉的纺纱	270
第三节 彩色棉的织造	284
第四节 彩色棉织物的整理	295
第五节 彩色棉织物洗涤注意事项	303
参考文献	304

第八章 彩色棉的质量控制

第一节 彩色棉棉花的质量控制	307
第二节 彩色棉棉纱的质量控制	320
第三节 彩色棉坯布的质量控制	322
第四节 彩色棉服装、纺织成品的质量控制	324
第五节 彩色棉产品的环保要求	325
参考文献	333

第九章 彩色棉的发展前景

第一节 彩色棉的市场前景	334
第二节 彩色棉的基础理论研究	335
第三节 彩色棉遗传育种研究	337
第四节 彩色棉的种植	341
第五节 彩色棉色素的调控和固色	342
第六节 彩色棉功能性的开发	343
参考文献	345

第一章 概论

第一节 彩色棉的历史渊源

当今环保意识、健康消费正成为一种时尚。回归自然,还地球以绿色、还穿着以健康、还时尚以原始,为创造未来美好的生态社会,与人们息息相关的绿色纺织品越来越受到人们前所未有的青睐。在这些绿色纺织品中,彩色棉以其独有的鲜明的特点,日益引起人们极大的关注和爱戴。

彩色棉亦称有色棉或“5C”棉(cotton, color, charming, certification, care),是自然生长的、带有颜色的棉花。彩色棉自古有之,历史久远。棉花的祖先——野生棉纤维常常带有棕褐色或其他颜色。研究和考证表明,彩色棉的种植年代可以回溯至与本色白棉同龄。秘鲁是世界上种植彩色棉历史最悠久的国家。在秘鲁北部沿海地区 Huaca Prieta 出土的深褐色棉表明,当地人早在公元前 3100~1300 年便开始了对彩色棉的种植。当地的莫奇卡文化传统的印第安人栽种从安第斯山引种来的彩色棉,距今 4000~5000 年有余。其出土的织品表明是海岛棉的祖先,且有三种颜色:深褐色、褐色、浅褐色;出土的其他色彩的织品有蓝色、紫色、粉红色、绿色、黄褐色、红色等,遗憾的是这些色彩没有全部流传至今。几千年来,美洲的印第安人一直种植彩色棉。野生彩色棉经过长期的栽培、选择后就一直被人们种植和利用。我国一些古代的农书上也有关于彩色棉的记载。据报道,18~19 世纪(大约明、清时期)我国种植过一种彩色棉,用其纤维手工加工的纺织品被称作“紫花布”。紫花布是大众衣料,产地为江南地区,尤以上海松江生产的最

著名。1819 年出口到美洲、欧洲及东南亚等地的上海松江紫花布和江、浙一带的紫黄色棉花纺织成的紫花布就达 330 多万匹,曾是公元 18~19 世纪风靡英国绅士中的时髦服装的原料。抗战时期也曾有种植,是八路军军服的部分来源。这种天然有色的紫花布颜色质朴,在历史上深受手工纺织者和大众的欢迎。但是至 20 世纪初期,彩色棉的商业性种植在亚洲、非洲、中美洲、南美洲基本上销声匿迹,只能在基因库中找到作为资源的种子标本;仍保留少量种植的只有美国路易斯安那州的法国人后裔部落以及居住在秘鲁北部的莫奇卡印第安人。

第二节 彩色棉的特点和分类

一、彩色棉的特点

1. 彩色棉纺织品无需染色

彩色棉是一种具有天然色彩的棉花,在纺织品加工中无需染色,从而减少了加工工序,相应减少了污水的排放和对污水的处理,避免了加工时对水资源的污染和禁用染料、有毒助剂对人体的危害及对环境的破坏,降低了能源的消耗,从而降低了生产成本。(据有关资料介绍,每生产 1000 m 棉印染布平均约消耗 20 t 水,印染加工织物与所排放废水重量比高达 1:150~1:200;印染废水治理费用最低为 0.8~1.0 元/t,若达到回用标准,治理费用高达 2~3 元/t。不漂白、不染色大约能节省 1/3 的加工费。)

2. 彩色棉的纺织加工是一种“清洁生产”

彩色棉纺织品加工的生产全过程采用无毒、低毒的化学助剂和无污染的工艺及设备进行工业生产,实现了纺纱、织布、后加工、成衣“无过程污染”,整个生产过程既不污染环境,也不被环境所污染,不像市

场上已经出现的一些绿色纤维在形成服装的全过程中仍然无法避免过程污染,因为此类纤维在纺纱、织成坯布后仍要通过染色等过程才能加工成服装。

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堆埋达到自然降解或进行焚化等方法处理。

总之,彩色棉的纺织加工及整个生命周期过程符合“清洁生产”的要求。

3. 彩色棉的抗虫性、耐旱性、耐瘠薄性较好

彩色棉和白棉相比,抗虫性明显,棉田棉铃虫百株落卵量低于白棉,百株幼虫数量少于白棉,棉蚜发生轻于白棉,而棉叶螨发生呈前重后轻的趋势。这可能是彩色棉叶片轻薄而且小,叶柄红色、株型紧凑,和白棉相比对棉铃虫成虫产卵的吸引力较弱的缘故。彩色棉有半野生棉性状,棉株内部的化学物质如棉酚、单宁的含量明显高于白棉,适口性较差,对抗棉花害虫性明显,因而可以少施农药,减少来自农药中有毒物质的影响。

彩色棉耐旱性、耐瘠薄性较好,特别适合于旱地种植,因此可以少施化肥,减少来自化肥的污染。

所以,从纺织生态研究的角度,彩色棉制品是一种绿色生态纺织品。

彩色棉正是由于以上这些鲜明的、独有的特点,且纤维柔软、手感好,其服装色泽柔和、质地纯正、感觉舒适、服用安全,符合人们返璞归真、色彩天然的心态,因而其纺织品堪称“21 世纪的宠儿”,誉为“人类第二健康肌肤”,是 21 世纪国际绿色纺织品市场上最具发展潜力的产品之一。彩色棉的开发是绿色纺织品的发展方向,穿戴彩色棉纺织品是人们高品质生活的标志,符合人们对衣着需求的发展趋势和回归自然的潮流。据国际有机农业委员会预测:未来 30 年内,全球棉花总产量中将有 30% 被彩色棉和有机棉所代替。另据专家预测,21 世纪全

世界将有 60% ~ 70% 的人使用彩色棉制品。彩色棉纺织品将走进寻常百姓之家。

彩色棉产业属于可持续发展产业,有助于打破纺织品的非关税壁垒,具有显著的社会效益,会给企业和棉农带来可观的经济效益(棉农种植彩色棉比白棉单位面积产值可增收 15% ~ 40% 左右)。尽管目前彩色棉制品价位较高,但仍受到消费者的欢迎,具有广阔的市场前景,因而激起人们极大的研发和生产热情,被遗忘的野生彩色棉被科学界和产业界重新开发、重新利用,并用生物工程等高新技术进行改造。彩色棉的研发与生产表现出强大的生命力和发展势头。

二、彩色棉的分类

彩色棉按棉种类型可分为有色陆地棉、亚洲棉、海岛棉、非洲棉四大类型,其中以陆地棉数量最多,亚洲棉次之,海岛棉和非洲棉最少。按纤维颜色可分为棕棉和绿棉两种基本类型,各类中又有深浅不同的多个品种,我国有浅棕色、棕色、淡绿色和绿色棉。深棕色棉纤维品质和产量通常很差,且成熟晚,如鸡脚紫絮棉、黄红鸡脚叶棕絮等;浅棕色棉纤维一般不易稳定,后代可能出现棕色、浅棕色和白色三种,如淡紫絮花苞棉等,也有极少数浅棕色棉不出现分离,纤维色泽稳定。

第三节 彩色棉的研发现状和展望

一、国际上彩色棉开发的现状

是人们高品质生活的标志,符合人们对衣着需求的发展趋势和回归自然的潮流。据国际有机农业委员会预测:未来 30 年内,全球棉花总产量中将有 30% 被彩色棉和有机棉所代替。另据专家预测,21 世纪全

些国家如韩国、印度尼西亚以及整个欧洲对彩色棉的兴趣也在与日俱增。美国的 Sally Fox 女士是世界上第一个进行彩色棉商业育种的人。她从 1982 年就开始了彩色棉的种植和研究。1988 年她收获了第一批可机器纺织的彩色棉。美国的彩色棉开发企业大多数是分散作业,种植、纺纱、织造、成衣、销售,每道环节独立经营,缺乏产业化运作和协调,在彩色棉的经营上处于无序状态。彩色棉生产粗放,主要靠机械化生产,缺乏田间精细管理,因此彩色棉单产低,生产成本低。在美国个别地方彩色棉的种植并不受欢迎,人们主要担心一旦种植会造成彩色棉与白棉的混杂。

二、我国彩色棉开发的现状

1. 全国彩色棉开发的区域和范围

到目前为止,我国开展彩色棉种植、研发和生产的省(自治区)有浙江、江苏、湖北、湖南、新疆、甘肃、四川、安徽、陕西、山东、江西等共 15 个。几乎所有种植白棉的省(自治区)都有彩色棉的种植或进行彩色棉种植的尝试。新疆是我国种植彩色棉最多的省。我国彩色棉的产量仅次于美国,居世界第二位。

我国对彩色棉的研究工作是从 20 世纪 70 年代初开始的,全国有 10 多个大专院校、科学院所及一些省份从事彩色棉种子资源的征集和育种工作。中国农科院棉花研究所、中国科学院遗传研究所等科研机构也专门立项研究。九采罗彩色棉产业有限公司是我国首家彩色棉公司。目前,国内又相继成立了新疆中国彩色棉股份有限公司、北京天彩纺织服装有限公司、常州市顶瓜瓜彩色棉服饰有限公司、上海朵彩棉服饰有限公司、浙江帅马服饰有限公司、中外合资营口天然彩色棉制衣有限公司(CC)、湖南亚华彩色棉公司(湘彩 xc)、四川金天生态彩色棉有限公司、南通三棉新星工贸有限公司、深圳市雷卡彩色棉科技开发公司、光彩国际彩棉服饰有限公司等数十家彩色棉公司。进行

彩色棉纺织品试制或加工的企业更是数不胜数。

2. 我国已经开发的彩色棉品种

我国彩色棉纺织品已由最初的普梳环锭纺纱线、精梳环锭纺纱线、转杯纺纱线、机织面料、针织面料扩大到毛巾、浴巾、毛巾被、浴衣、线毯、绒毯、玛雅毯、床上用品、内衣、袜子、帽子、T恤衫、衬衫、线衫、睡衣、休闲服、时装裙、童装、婴幼儿系列服、无纺布等纺织成品。而且一系列高科技彩色棉纺织品陆续开发出来,如彩色棉纳米抗菌抗臭弹力纱、彩色棉远红外丙纶衬衫面料、彩色棉与罗布麻混纺保健面料、彩色棉与大麻混纺休闲面料、彩色棉与天丝纤维混纺或交织面料、彩色棉与莫代尔纤维混纺或交织面料、彩色棉与酷帛丝纤维混纺或交织面料、彩色棉与大豆蛋白纤维混纺或交织面料、彩色棉与分形涤纶混纺或交织面料等。彩色棉可纺品种已经达到或接近白棉的水平。

3. 彩色棉基础研究现状

由于彩色棉的环保特性,越来越引起国内外的关注。目前,国内外对彩色棉纤维的形态结构、超微结构、发色机理、色素稳定性等多方面进行了大量的研究和探索,我国在彩色棉的研制和开发领域中处于世界领先水平。如彩色棉的核雄性不育生物工程技术 and 棕色长绒棉培育技术方面;彩色棉基因改性抗虫抗病方面;导入蜘蛛丝改进彩色棉强力方面;导入红色、蓝色、黑色基因丰富天然色素方面等都做了大量工作,并取得了阶段性进展。

4. 我国彩色棉种植面积和皮棉产量

我国彩色棉的生产和加工发展迅猛,1999年我国种植彩色棉约0.08万公顷,占全国棉花播种面积的0.02%。2002年我国彩色棉已经达到1.73万公顷,皮棉产量达到2.1万吨,占世界彩色棉产量的17.50%,见下表。目前我国已经成为世界上最大的彩色棉生产基地之一。

彩色棉种植面积与产量

年 度	种植面积(万公顷)			皮棉产量(万吨)		
	全世界	中国	占世界(%)	全世界	中国	占世界(%)
1999	3.13	0.08	2.56	4.8	0.06	1.25
2000 ~	3.40	0.51	15.00	5.2	0.45	8.65
2001	6.40	1.47	22.97	10	1.52	15.20
2002	7.87	1.73	22.00	12	2.1	17.50

5. 我国彩色棉的纤维品质

彩色棉存在纤维颜色种类少、纤维色素不稳定、纤维内在品质差等不足,经过几年的努力,通过各种方法选育出的彩色棉新材料纤维品质得到了显著改良。2.5%纤维跨长提高到26~30 mm,纤维强度提高到16~20 cN/tex,甚至超过30 cN/tex。

6. 我国彩色棉开发的重大进展

我国在彩色棉的研制和开发中处于世界领先水平,主要表现在实现了以下突破。

(1) 彩色棉的育种与栽培方面的突破:

①彩色棉核雄性不育生物技术改变了彩色棉的半野生状态,提高了彩色棉的品质指标。

②基因工程培育出红的、蓝的彩色棉植株,预计未来几年内遗传稳定,可以形成新的色系。

③用生物技术培育出耐日晒牢度较好的绿棉品种,且绒长达到29 mm。

④运用远缘杂交培育出棕色长绒棉。

⑤对彩色棉散纤维进行预处理,提高了彩色棉的色牢度,并且柔软、吸水,再和白棉混纺可使色彩淡雅。