
基因技术在新型纤维制造领域上的应用

中国纤检

摘要：目前基因技术在纺织纤维制造领域的应用，在天然纤维方面已采用基因技术成功研究开发了天然彩色棉纤维和不皱棉纤维，国内外均已产业化；近年来有色羊毛也颇受关注；通过仿生技术研发、转基因方法制造的化学纤维——仿蜘蛛丝纤维，虽然不完全成熟，但前景无疑亦是十分广阔。

关键词：基因技术；仿蜘蛛丝纤维；天然彩色棉纤维；不皱棉花；无染色羊毛由于基因密码的破解以及基因复制、移植技术的不断进步，基因技术已成为 21 世纪最重要的科学技术之一。在功能性纺织纤维领域，基因技术正逐渐成为各国科学家研究开发科技竞争的重点，新的研究成果不断涌现。

1 仿蜘蛛丝纤维

蜘蛛丝是一种特殊的蛋白质，它凭借强度高、弹性好、初始模量大、断裂功大等优良的力学性能，以及轻盈、耐紫外线、既耐高温有耐低温、生物可降解这些特性，被誉为“能改变人类生活的新一代生物纤维材料” [1]，在人们生产生活的各个领域，都能产生广泛的应用。

蜘蛛丝性能如此优越、运用前景如此广阔，但是天然蜘蛛丝产量极其有限，而且蜘蛛很难养殖，故蜘蛛丝纤维的研发成了当今国际纤维界的热门课题。

目前国际上普遍采用生物技术的转基因方法来制造仿蜘蛛丝纤维。

1.1 利用牛、羊奶制造仿蜘蛛丝纤维

1997 年初，美国生物学家安妮·穆尔发现在美国南部有种名为“黑寡妇”的蜘蛛能分泌出两种不同类型的丝用于织网。其中一种丝的强度超过其他蜘蛛丝的两倍，另一种丝，在拉断前很少延伸，但具有很高的断裂强度，比制造防弹背心的“芳纶”纤维的强度还要高得多。为了获得“黑寡妇”蜘蛛丝蛋白，将其基因注入奶牛的胎盘内进行特殊培育，等到奶牛长成后，所产下的奶中就含有“黑寡妇”蜘蛛丝蛋白，再用乳品加工设备将蜘蛛丝蛋白从牛奶中提炼出来，然后再纺成的纤维。这种纤维既保持了牛奶纤维的精美和柔韧，其强度又比钢强度大 10 倍，因此被称为“牛奶钢”。1999 年起美国科学家利用转基因的办法，准备培养繁殖大量转基因奶牛，以满足大规模生产“牛奶钢”的需求，以使用以制造防

弹背心，轻量型头盔、降落伞绳等[2]。

加拿大的尼克西公司成功地利用转基因山羊奶制造出了少量蜘蛛丝。研究人员将蜘蛛体内产生蜘蛛丝蛋白的基因移植到山羊受精卵的细胞核内，培养出转基因山羊，这样转基因的母山羊在发育成熟以后产出的羊奶中便含有了蜘蛛丝蛋白，然后在羊奶中加入特殊的溶剂就能抽出与真正蜘蛛丝相媲美的纤维。这种蜘蛛丝纤维在机械强度上可以与真正的蜘蛛丝相比，同样具有天然蜘蛛丝的韧性。据称每只山羊，每年可产 3.65kg 丝，该公司已将用这种仿蜘蛛丝纤维开发的工业和医药生物产品投入市场，每年可产生高达 1 亿美元的销售额[3]。

我国也在几年前开始了仿蜘蛛丝纤维的研究，科学家成功地将蜘蛛丝蛋白基因转移到老鼠身上，并成功地从第一代小白鼠的乳汁中获得蜘蛛丝蛋白，不久将开始培养转基因奶牛[4]。

1.2 利用家蚕制造仿蜘蛛丝纤维

中国科学院上海生命科学、生物化学与细胞生物学研究所科研人员经过数年攻关，解决了转基因蚕基因导入、活性基因鉴定以及传代育种等一系列技术问题，成功地用“电穿孔”的方法，将蜘蛛“牵引丝”部分的基因注入只有半粒芝麻大的蚕卵中，使家蚕分泌出含有蜘蛛牵引丝蛋白的蚕丝。此研究被列为国家“863”计划重点项目，目前正在进行中[5]。

1.3 利用植物制造仿蜘蛛丝纤维

将蜘蛛丝基因移植入植物，能培育出能够产生蜘蛛丝蛋白的转基因植物。美国有报道将蜘蛛丝基因移植到烟叶的基因中，使得烟叶在生长时除了可以生产尼古丁外也可以生产蜘蛛丝蛋白，随后可利用急速冷冻破碎、煮沸等方式制取含蜘蛛丝蛋白的纺丝溶液[6]。

1.4 利用生物工程技术制造仿蜘蛛丝纤维

科学家们通过大量的工作，用生物化学方法对蜘蛛丝蛋白和腺体分泌物进行了研究，分离了蜘蛛丝蛋白基因编码的核苷酸序列，建立了数据库。利用 DNA 合成技术已成功地建立了不同蜘蛛丝蛋白片段的基因序列模型，用这种模型可制造出一种合成基因，利用这种基因可生产出 96.1% 的基因序列与天然蜘蛛丝蛋白相同的产品。接下来的工作是大规模的生产这种蜘蛛丝蛋白[7]。

美国杜邦公司正着力于运用生物工程技术来大规模仿造蜘蛛丝。他们首先用

先进的计算机模拟技术建立蜘蛛丝蛋白质各种成分的分子模型，然后运用遗传学基因合成技术将遗传基因植入酵母菌或细菌，利用工业发酵的方法使这种微生物在繁殖过程中大量产生类似于蜘蛛丝蛋白的蛋白质。通过这种方法产生的仿蜘蛛丝蛋白质，其溶解后抽出的丝，具有质轻、强力好、有弹性等特点，纤度可达真丝的 1/10，强度是相同纤度钢丝的 510 倍[8]。

2 天然彩色棉纤维

彩色棉是一种具有天然色彩的新型棉花，采用有机耕作种植，无需漂染加工，废弃后可循环再生，真正实现了从纤维生产到成衣加工全过程的“零污染”，因此它是绿色棉纺织品的首选原料，是 21 世纪最具市场潜力的绿色纺织品之一。大力推广种植天然彩色棉花，在我国尤为重要，它将有助于打破发达国家“绿色贸易壁垒”，为我国的纺织业出口开辟一条“绿色通道”。

彩色是棉花本身的一种生物学特性。棉花的祖先，其颜色就是多姿多彩。然而随着染色技术的发明，人们可以通过再加工获得各色的棉花，从而导致了人们大量地种植白棉，而不再培育、种植其它色彩的棉花，渐渐的其它色彩的棉花被人类所抛弃。进入二十世纪，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，环境污染问题也日益突显，成为困扰世界各国的人类发展的重大隐患，这时人们对彩色棉花又有了新的认识，发现它具有白棉所不可替代的环保优势。

如今天然彩色棉纤维的获得方法，一是从自然界中寻找上古繁衍至今的彩棉活体，作为亲本进行驯化、改良；二是运用转基因技术，航天育种技术等高科技手段进行新品种的培育。

苏联最早于 20 世纪 50 年代初开始研究彩棉，美国从 60 年代加入到利用彩棉的大军中来，1972 年，美国科学家在该技术领域获得成功，且在其后的几十年间不断进步。1993 年，美国阿格拉斯图公司开始研究开发用于制作蓝色牛仔布的天然靛蓝棉花品种，把靛青植物中控制蓝色的基因插入植株中，并使其只在棉花纤维中作用，这样整个棉花植株中只有棉花纤维变成蓝色。[9]截止目前世界上主要有美国、俄罗斯、埃及、阿根廷、印度等国研究种植彩棉，主要颜色为棕、绿、红、鸭蛋青、蓝、黑。

我国具有悠久的棉花种植历史，1819 年我国江浙一带就种植过紫花布出口

欧洲。历史上由于彩棉产量小、纤维短而不适应纺织工业的要求，所以生产上很难直接利用。进入 70 年代，河南、安徽等地也种植过很少的一部分彩棉用于研究。彩棉在我国的正式大规模研究种植还是在 90 年代。我国于 1994 年引进了这项技术，尽管起步较晚，但是发展很快。现已成功地种植出棕、绿、红、黄、橙、紫、灰等色泽的彩棉品种，亩产已达 95 kg~113kg，其品质优于美国最好的品种，达到了国际领先水平[10]。

3 天然“不皱棉花”

采用生物基因技术，不仅可以开发出天然彩色棉，而且可以得到天然“不皱棉花”。据美国农业生活技术公司宣布，他们已经培育出带有外源基因的“不皱棉花”。这种基因来自能生产 PHB（聚羟基丁酸酯）聚合物的细菌，将这种细菌的基因导入棉花的细胞，生长出来的新棉花仍保留原有的吸水、柔软等性能，但其保温性、强度、抗皱性均高于普通棉纤维。因此，用这种“不皱棉花”制成的衬衫可免烫，从而消除含有大量甲醛的抗皱性对人体的影响。

4 无染色羊毛

利用生物基因技术得到的彩色棉纤维，可以解决纤维产品在染色加工时带来的环境污染，同样的思路也启发人们重新认识动物性资源的纤维。

有关学者提出，无染色羊毛也是一种利于生态环境的纺织纤维。对于绿色纤维无染色羊毛产品而言，毛织物的颜色就是原来羊毛的颜色，如奶白色、棕色、灰色等，不需要经任何其他染色加工工艺[11]。近年来，澳大利亚由用身长蓝色毛的绵羊经过配种繁殖了苏塞克斯种的彩色绵羊，这群羊经数代繁殖后羊毛没有褪色且毛质优良。找出主导基因则有望培育繁殖彩色绵羊，可以预见，在不久的将来，将会在彩色纤维家族增添天然彩色羊毛。

5 结语

生物技术的第三次浪潮已席卷纺织材料、燃料、化学品等消费品的制造业，基于基因技术开发的新型纺织纤维的品种在未来会不断涌现，并极大程度地改善人们的生活。