苎麻纤维脱胶及染色工艺研究

徐　锐[1]，王春梅[1,*]，顾　海[2]

（1.南通大学 纺织服装学院，江苏 南通 226019；
2.南通泰慕士服装有限公司，江苏 如皋 226572）

摘　要：利用高效精练剂 SB-3 结合 NaOH 和 H_2O_2 对原生苎麻进行脱胶处理，优化了苎麻纤维的脱胶工艺，并探讨了苎麻纤维脱胶-染色短流程工艺。结果表明，脱胶最佳工艺为：原生苎麻先用 1.5 g/L H_2SO_4 在 50 ℃浸渍处理 1 h，再用 5 g/L 高效精练剂 SB-3、2 g/L NaOH、8 g/L H_2O_2 在 80 ℃处理 80 min。原生苎麻纤维脱胶完成后，加入少量除氧酶进行一道水洗，直接用活性染料染色，发现其染色性能与脱胶后充分水洗染色的效果相当，既缩短了流程，又减少了能耗。

关键词：苎麻纤维；脱胶；染色；短流程

中图分类号：TS190.5　　**文献标识码**：B　　**文章编号**：1673－0356(2017)08－0007－04

原生苎麻中含有约 70%的纤维素和 30%的含胶物质，含胶物质中以果胶和半纤维素类物质为主[1-2]，苎麻纤维脱胶主要是去除这些含胶物质，提高吸水性。古代苎麻脱胶工序繁杂、流程长、费时费力，随着我国化工业和机械制造业的发展，苎麻脱胶可实现大规模生产。常见的苎麻脱胶工艺有：纯化学脱胶法，化学-酶联合脱胶法，化学-微生物联合脱胶法[3]。

苎麻的结晶度、取向度比棉高，分子结构紧密，染料渗透困难，影响染料对纤维的上染，上染率较低[4-6]，染色着色浅，色牢度差，色光萎暗[7]。为了克服苎麻纤维染色困难的问题，常规做法有：(1)充分前处理，提高苎麻纤维对染料的吸附能力；(2)筛选适宜苎麻染色的染料和助染剂，增强染料的上染能力[5]。

本文通过利用高效精练剂 SB-3 结合 NaOH 和 H_2O_2 对原生苎麻进行快速脱胶处理，优化了苎麻纤维脱胶工艺，并探讨了苎麻纤维脱胶-染色短流程工艺，实现了节能减排。

1　试验部分

1.1　材料、药品及仪器

材料：手工剥苎麻（四川梓潼林江苎麻纺织有限责任公司）

药品：高效精练剂 SB-3（南通日成纺织助剂厂），无水硫酸钠、氢氧化钠、无水碳酸钠、过氧化氢（西陇化工股份有限公司），纺织品试验专用皂片（上海制皂厂），活性红 RGB、活性黄 RGB、活性蓝 RGB（德司达（上海）贸易有限公司），除氧酶（南通斯恩特纺织科技有限公司）。

仪器：EL303 电子天平（梅特勒-托利多仪器（上海）有限公司），HHS 11－1 电热恒温水浴锅（上海华联环境实验设备公司恒昌仪器厂），101AB-1 电热恒温鼓风干燥器（海门市恒昌仪器厂），Datacolor650 分光光度计（德塔颜色商贸（上海）有限公司），PHS-3C 精密 pH 计（上海仪电科学仪器股份有限公司），GY-ROWAH4/5 水洗/干洗色牢度试验机（英国 James H Heal 公司），WSB-3A 智能式数字白度计（温州大荣纺织仪器有限公司）。

1.2　苎麻纤维脱胶及染色工艺

1.2.1　脱胶工艺

工艺流程：浸酸→水洗→煮练→热水洗→冷水洗→烘干。

浸酸处方：硫酸 1.5 g/L，温度 50 ℃，时间 1 h，浴比1∶50。

脱胶处方：高效精练剂 SB-3 1～6 g/L，NaOH 0～3.0 g/L，30%H_2O_2 2～12 g/L，温度 50～100 ℃，时间 30～80 min，浴比 1∶50。

1.2.2　染色工艺

工艺流程：染液配制→染色→冷水洗→皂煮→热水洗→冷水洗→烘干

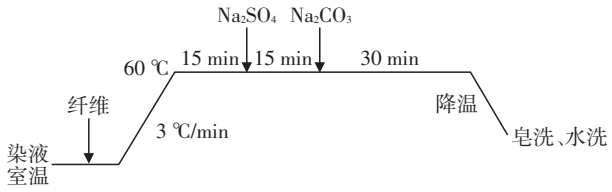
染色处方：活性染料 3%(owf)，Na_2SO_4 40 g/L，Na_2CO_3 10 g/L，温度 60 ℃，固色时间 30 min，浴比 1∶40。

染色工艺曲线：

收稿日期：2017-07-02；**修回日期**：2017-07-04

作者简介：徐　锐（1994-），男，本科，研究方向：纺织品生态染整，E-mail：1398959885@qq.com。

* **通信作者**：王春梅（1967-），女，博士，教授，研究方向：纺织品生态染整，E-mail：w.cmei@ntu.cn。



皂煮工艺：皂片 2 g/L，温度 90 ℃，时间 20 min，浴比 1∶50。

1.2.3 脱胶-染色短流程工艺

对试样进行脱胶处理，处理完毕后排空处理液，挤干试样，按 1∶50 浴比将其投入 60 ℃温水中，加入少量除氧酶，处理 20 min，排空处理液，挤干试样，再对其进行染色处理，烘干，待测。

1.3 测试方法

1.3.1 失重率

将原麻试样在电热恒温鼓风干燥器中 100 ℃烘至恒重，迅速将试样放入干燥器中冷却，再用电子天平称其重量。然后对苎麻纤维进行脱胶处理，将处理后的苎麻纤维试样烘至恒重，在干燥器中冷却后称重。失重率按下式计算：

$$失重率(\%)=\left(1-\frac{脱胶后纤维干重}{脱胶前纤维干重}\right)\times 100$$

1.3.2 白度

苎麻纤维白度按照 GB 5885－86《苎麻纤维白度试验方法》测定。

1.3.3 染色深度

使用 Datacolor650 分光光度计对染色的苎麻纤维试样进行测试，用 K/S 值来表示染色深度。

1.3.4 耐皂洗牢度

参照 GB/T 3921－2008《纺织品 色牢度试验 耐皂洗色牢度》方法 C(3)进行测定。

2 结果和分析

2.1 苎麻纤维脱胶工艺的优化

2.1.1 浸酸预处理对脱胶效果的影响

对原麻进行浸酸预处理，并设置浸水空白对照试样和无预处理空白对照试样。对 3 个试样进行脱胶处理，再分别用 3%(owf)活性红 RGB 对其进行染色，处理后的苎麻纤维试样性能见表 1。

从表 1 中可以看出，采用相同的脱胶、染色工艺，经过酸预处理后，纤维手感柔软，白度好且染色得色较深。浸酸能使苎麻在煮练之前，先把部分胶质水解去除，能够有效地减轻后续煮练工序的负担，提高苎麻脱胶的效率。

表 1 浸酸预处理对苎麻纤维脱胶性能的影响

预处理	白度/%	手感	失重率/%	K/S 值
浸酸	80.1	柔软	23.64	15.733
浸水空白对照	68.5	较硬	18.15	15.259
无预处理空白对照	69.3	较硬	17.57	12.873

2.1.2 精练剂用量对脱胶效果的影响

原麻浸酸处理后对其进行脱胶处理，固定 NaOH 2 g/L，30% H_2O_2 15 g/L，处理时间 90 min，处理温度 90 ℃，改变精练剂用量，测试其脱胶性能，然后再分别对其进行染色，测试 K/S 值，测试结果见表 2。

表 2 精练剂用量对苎麻纤维脱胶性能的影响

高效精练剂 SB-3 /g·L^{-1}	白度/%	手感	失重率/%	K/S 值
1	77.6	硬	16.31	13.928
2	76.4	硬	17.41	13.448
3	82.4	较硬	18.78	14.735
4	84.6	一般	19.35	16.422
5	84.3	柔软	21.61	16.525
6	84.2	柔软	22.24	16.728

高效精练剂 SB-3 有良好的润湿、净洗和乳化作用，能使碱迅速渗透到纤维的内部，去除原生苎麻中的果胶、蜡质等杂质，提高纤维的吸水性。从表 2 可以看出，随着精练剂用量从 1 g/L 增加到 5 g/L，失重率及 K/S 值不断提高，当精练剂用量在 5 g/L 时，手感也变得柔软，精练剂用量超过到 4 g/L 时，白度值变化不大，且趋于稳定。综合考虑手感、失重率及 K/S 值，选择精练剂用量 5 g/L。

2.1.3 H_2O_2 用量对脱胶效果的影响

其他条件不变，改变 H_2O_2 用量，测得的结果见表 3。

表 3 H_2O_2 用量对苎麻纤维脱胶性能的影响

30% H_2O_2 /g·L^{-1}	白度/%	手感	失重率/%	K/S 值
2	62.4	硬	22.57	12.519
4	76.3	较硬	22.16	12.516
6	83.4	一般	24.25	13.543
8	82.3	柔软	24.81	14.745
10	83.6	柔软	24.78	14.264
12	82.1	柔软	25.52	14.925

从表 3 可知，H_2O_2 用量从 2 g/L 增加到 6 g/L 时，纤维的白度、失重率和 K/S 值都逐渐增加，之后增加 H_2O_2 用量指标没有明显变化，但考虑到纤维手感，当用量到 8 g/L 时，纤维手感柔软，综合考虑，选择 H_2O_2 用量 8 g/L。

2.1.4 NaOH 用量对脱胶效果的影响

其他条件不变，改变 NaOH 用量，测得的结果见

表 4。

表 4　NaOH 用量对苎麻纤维脱胶性能的影响

NaOH/g·L^{-1}	白　度/%	手　感	失重率/%	K/S 值
0	67.5	硬	20.14	11.010
0.5	70.4	较硬	24.07	12.951
1.0	79.7	一般	24.44	12.970
1.5	79.7	较柔软	23.03	13.537
2.0	81.7	柔软	23.00	14.782
2.5	80.3	柔软	22.16	15.957
3.0	81.1	柔软	21.73	14.960

烧碱是脱胶的主要试剂，从表 4 可以看出碱的用量增加，纤维白度、手感、失重率和 K/S 值随之增加，当烧碱浓度为 2.0 g/L 时，脱胶效果较好。因此，选择烧碱浓度 2.0 g/L。

2.1.5　处理时间对脱胶效果的影响

其他条件不变，改变处理时间，测得的结果见表 5。

表 5　处理时间对苎麻纤维脱胶性能的影响

处理时间/min	白　度/%	手　感	失重率/%	K/S 值
30	57.4	硬	19.71	14.803
40	59.1	硬	20.90	14.624
50	62.4	较硬	22.99	15.175
60	73.5	一般	21.83	15.382
80	78.2	柔软	21.07	16.257
100	79.8	柔软	23.98	17.178
120	79.6	柔软	24.14	16.642

由表 5 可知，随着处理时间延长至 80 min，苎麻纤维白度、手感、失重率及 K/S 值都有所提高，当处理时间延长 120 min 时，纤维白度、失重率、K/S 值变化很小。因此，选择处理时间 80 min。

2.1.6　处理温度对脱胶效果的影响

其他条件不变，改变处理温度，测得的结果见表 6。

表 6　处理温度对苎麻纤维脱胶性能的影响

处理温度/℃	白　度/%	手　感	失重率/%	K/S 值
50	46.9	硬	10.16	14.310
60	64.4	硬	12.08	14.076
70	73.7	一般	16.59	15.725
80	81.7	柔软	21.37	14.725
90	82.3	柔软	21.61	14.745
100	84.5	柔软	20.84	15.649

从表 6 可以看出，随着处理温度的增加，纤维的白度逐渐增加，手感也变得柔软，但当处理温度增加到 80 ℃时，纤维白度、手感、失重率均到达比较好的效果，染色色深 K/S 值差异不大，综合考虑，选择处理温度在 80 ℃左右。

2.2　苎麻纤维脱胶-染色短流程工艺的优化

2.2.1　苎麻纤维脱胶-染色短流程工艺比较

对原麻试样进行浸酸预处理，按照 3.1 苎麻纤维脱胶最优工艺对苎麻进行脱胶处理。处理后分成 4 组，分别进行下面 4 种工艺，染色时选用活性红 RGB 进行染色，不同短流程工艺的染色效果见表 7。

工艺①：脱胶处理后，处理液不倒出，降温至 60 ℃直接在处理液中加入染料染色，Na_2SO_4 的用量为 40 g/L，不加 Na_2CO_3 染色（测试染浴 pH 值已超过 11）。

工艺②：脱胶处理后，排空处理液，将试样挤干后，再投入到配制好的染浴中染色，Na_2SO_4 的用量为 40 g/L，不加 Na_2CO_3 染色（测试染浴 pH 值约为 11）。

工艺③：脱胶处理后，排空处理液，将处理的纤维试样挤干投入 60 ℃温水中，加入除氧酶处理 20 min，再吸取一定量的染液加入到处理液中，Na_2SO_4 的用量为 40 g/L，不加 Na_2CO_3 染色（测试染浴 pH 值约为 11）。

工艺④：脱胶处理后，排空处理液，将处理的纤维试样挤干，投入 60 ℃温水中，加入除氧酶处理 20 min，再次排空处理液，将纤维试样挤干投入到配好的染液中染色，Na_2SO_4 的用量为 40 g/L，用 Na_2CO_3 溶液将染浴 pH 值调至 10.5 左右染色。

表 7　苎麻纤维脱胶及染色短流程工艺比较

工　艺	K/S 值	皂洗牢度/级	
		变　色	沾　色
工艺①	0.401 3	1－2	4－5
工艺②	5.829 9	4	4－5
工艺③	6.904 2	3－4	4－5
工艺④	11.366	4	4－5

从表 7 中可以看出，经过工艺①处理的苎麻纤维色深值很低，染料几乎不能上染，这是由于脱胶溶液中含有的化学物质较多，体系复杂，溶液中含有 H_2O_2，能与色素发色团的双键发生化学反应，起到消色的作用，而且此时染浴 pH 值很高，染料水解严重，所以色深值很低。工艺②的深色值有所提高，因为纤维表面的 H_2O_2 含量下降，染料能部分上染，但由于纤维表面仍然带有 H_2O_2，且染浴 pH 值仍然较高，水解染料较多，所以色深值较低。苎麻纤维经过工艺③处理后，较工艺②的色深值有所增加，尽管染浴中的 H_2O_2 含量很低，但因其染浴 pH 值仍然较高，染料易发生水解，上染率不高，色深值较低，与常规工艺有较大差异。苎麻纤维经过工艺④的短流程处理后，色深值较高，耐皂洗牢度优良，与常规工艺相当。

2.2.2 脱胶-染色短流程工艺与常规工艺比较

按照工艺④流程，对原苎麻进行脱胶及染色短流程处理，分别选择活性黄 RGB、活性红 RGB、活性蓝 RGB 对其进行染色，染色完毕后测试其染色性能，并与经过常规脱胶后染色的苎麻纤维进行比较，结果见表 8。

表 8 苎麻脱胶及染色短流程与常规工艺的比较

处理工艺	染 料	K/S 值	皂洗牢度/级	
			变 色	沾 色
脱胶及染色短流程处理	活性黄 RGB	8.821 9	3	4－5
	活性红 RGB	11.366	4	4－5
	活性蓝 RGB	13.667	3－4	4－5
常规染色	活性黄 RGB	10.168	4	4－5
	活性红 RGB	11.778	3－4	4
	活性蓝 RGB	16.737	4	4－5

从表 8 中可以看出，3 种染料在脱胶及染色短流程工艺中的色深值与常规工艺相当，皂洗牢度也较好，达到了常规工艺中的牢度。在脱胶完成后加入少量除氧酶并进行一道水洗，直接用活性染料染色，碱的用量明显减少，而且缩短了流程，减少了水的消耗，节约能源。

3 结论

(1)浸酸是苎麻纤维脱胶处理的重要工序之一，能使苎麻在煮练之前，先把部分胶质水解去除，减轻煮练工艺的负担，提高煮练的效率。

(2)苎麻纤维脱胶的最佳工艺为：高效精练 SB-3 用量为 5 g/L，NaOH 用量为 2 g/L，30% H_2O_2 用量为 8 g/L，处理时间为 80 min，处理温度为 80 ℃，浴比为 1∶50，最佳工艺较传统脱胶工艺降低了煮练的温度，减少能耗。

(3)苎麻纤维脱胶-染色短流程最佳工艺为：脱胶处理后，排空处理液，将处理的纤维试样挤干投入 60 ℃温水中，加入除氧酶处理 20 min，再次排空处理液，将纤维试样挤干投入到配好的染液中染色。较常规脱胶和染色工艺，碱的用量明显减少，而且缩短了流程，减少了水的消耗，节约能源。

参考文献：

[1] LI Z, CHEN J, ZHOU J, *et al*. High-efficiency ramie fiber degumming and self-powered degumming wastewater treatment using triboelectric nanogenerator[J]. Nano Energy, 2016, 22: 548－557.

[2] PENG X, LOU K, ZHANG Y, *et al*. Ammonified modification and dyeing of ramie fabric in liquid ammonia[J]. Dyes and Pigments, 2017, 138: 154－161.

[3] 谢莉敏，陈桂华，吴晓玉，等. 苎麻脱胶工艺的研究进展[J]. 江苏农业科学，2012，40(2)：226－228.

[4] 王雪华. 麻类织物热探索[J]. 四川丝绸，2001，(2)：38－40.

[5] 杨力行，彭 丹，孙义明. 改善苎麻可染性的研究现状[J]. 染整技术，2011，33(5)：5－7.

[6] 皱新振，李美真. 紫外线辐射对苎麻染色性能的影响[J]. 染整技术，2011，33(1)：11－13.

[7] 江 青，喻红芹，武绍学. 改性方法及工艺参数对苎麻染色性能的影响[J]. 山东纺织科技，2006，47(3)：3－5.

Research on Degumming and Dyeing Process of Ramie Fiber

XU Rui[1], WANG Chun-mei[1,*], GU Hai[2]

(1.School of Textile and Clothing, Nantong University, Nantong 226019, China;

2. Nantong Times Clothing Co. Ltd., Rugao 226572, China)

Abstract: Degumming treatment of ramie fiber was carried out by using high-efficiency scouring agent SB-3, NaOH and H_2O_2. The degumming process of ramie fiber was optimized. The short-flow process of degumming and dyeing of ramie fiber was studied. The optimum process condition was as follows: ramie fiber was pretreated with 1.5 g/L H_2SO_4 at 50 ℃ for 1 h, then scoured with 5 g/L SB-3, 2 g/L NaOH and 8 g/L H_2O_2 at 80 ℃ for 80 min. After the degumming process of the original ramie fiber, little deoxidizing enzyme was added to take one step wash, the degummed ramie fiber was dyed with reactive dyes directly. Compared with the process of dyeing after degumming and adequate washing, it was found that two processes had similar dyeing properties. And the short-flow process could shorten the process and reduce energy consumption.

Key words: ramie fiber; degumming; dyeing; short-flow process