

新型中性纤维素酶在抛光染色一浴中的应用

张杨¹, 李新良²

(1.湖南尤特尔生化有限公司, 湖南 岳阳 414009;

2.上海尤特尔生化有限公司, 上海 201201)

摘要:采用新型纤维素酶UTA-977对全棉针织物进行抛光染色一浴处理,探讨了pH值、温度对UTA-977酶活力的影响,以及Na₂SO₄对UTA-977抛光效果的影响,并将UTA-977与市售纤维素酶热稳定性对比。测试了织物的色差、质量损失率、强力损失率。结果表明,UTA-977的最适温度为60℃,最适pH值为6.0;稀释液在60℃条件下处理60 min,活力仍保持94%,具有较好的稳定性;加入Na₂SO₄能提升其对织物抛光时的质量损失率,Na₂SO₄浓度为10 g/L时,质量损失率为1.8%;UTA-977的浓度为1.0 g/L时,ΔE小于0.8,达到染色标准,抛光效果达到4~5级,强力损伤均小于15%。

关键词:纤维素酶UTA-977;抛光;染色;一浴法;酶活力;色差;强力损失率;质量损失率

中图分类号:TS 192.5

文献标志码:B

文章编号:1000-4033(2017)08-0052-04

Application of New Neutral Cellulase in One Bath Process of Polishing and Dyeing

Zhang Yang¹, Li Xinliang²

(1.Hunan Youtell Biochemical Co. Ltd., Yueyang, Hunan 414009, China;

2.Shanghai Youtell Biochemical Co. Ltd., Shanghai 201201, China)

Abstract:The cotton knitting fabric is treated by the process of dyeing and biopolishing in the one bath with new neutral cellulase UTA-977, the influences of pH value, temperature on the activity of cellulase UTA-977 as well as Na₂SO₄ on polishing effect were studied. The thermal stability of cellulase UTA-977 with commercially available cellulase was compared, and the color difference, fabric mass loss and strength loss were tested. The results show that the optimum temperature is 60℃ and pH value is 6.0. Cellulase UTA-977 has excellent thermostability that the enzyme activity still remain 94% when its diluted solution is treated 60 minutes at 60℃. Na₂SO₄ helps to improve the mass loss of cotton knitting fabric when treated by cellulase UTA-977, the mass loss is 1.8% when the concentration of Na₂SO₄ is 10 g/L. Cellulase UTA-977 has minimum effect on color intensity and lower strength loss of fabric, the ΔE is less than 0.8 with the concentration of UTA-977 is 1.0 g/L, it can meets dyeing requirement, with the strength loss is less than 15% and polishing effect up to 4~5 level.

Key words:Cellulase UTA-977; Polishing; Dyeing; One Bath Method; Enzyme Activity; Color Difference; Strength Loss; Mass Loss

棉织物抛光、染色传统处理工艺常采用两浴法,一般是先抛光、然后水洗、染色。过去,一般使用酸性纤维素酶对针织物进行抛光,随着酶制剂技术的发展,中性纤维素

酶因其中性条件下具有很好的抛光效果而被越来越广泛地使用。随着环境问题日益严峻,节能、低耗、环保的加工工艺越来越受到印染工作者的重视。许多染整工作者

尝试抛光染色一浴工艺。经过长期研究与实践,通过基因工程技术,对嗜热毛壳菌基因进行定点改造,采用先进的液体深层发酵技术,生产出了适合抛光染色一浴的新型

作者简介:张杨(1979—),男,研发部经理,硕士。主要从事纺织酶制剂开发研究与技术服务的工作。

纤维素酶 UTA-977。UTA-977 具有嗜盐性能与较好的热稳定性能;在嗜盐性能方面,棉织物活性染料染色中加入的 Na_2SO_4 能提升 UTA-977 的应用效果;另外,UTA-977 对染色织物颜色及织物强力损伤相对较小。

1 试验

1.1 试验材料与仪器

织物:19.5 tex (30°)全棉针织双面漂白织物。

染化料:纤维素酶 UTA-977 (湖南尤特生化有限公司)、市售中性纤维素酶 A (广东德美精细化工股份有限公司)、市售中性纤维素酶 B (无锡杰达生物科技有限公司)、Red 3BF、Yellow 3RF、Navy KN-B 活性染料 (德司达染料有限公司)、Novacron Red TS-3B、Novacron Yellow TS-3R、Novacron Blue TS-GC 活性染料 (亨斯迈纺织染化有限公司)、酒石酸钾钠、3,5-二硝基水杨酸、葡萄糖、苯酚 (国药集团化工试剂有限公司)、柠檬酸、柠檬酸三钠、磷酸氢二钠、磷酸二氢钠、氢氧化钠、无水亚硫酸钠、硫酸钠、碳酸钠、醋酸 (湖南汇虹试剂有限公司)。

仪器:UV-755S 紫外分光光度计 (上海棱光技术有限公司)、Data-colour 测色仪 (美国 Datacolour 公司)、HH-6 型电热恒温水浴锅 (常州国华电器有限公司)、一拖二水洗小样机 (佛山亚力诺精密机械制造有限公司)、GYS-S-1 型溢流染色小样机 (江苏博森机械制造有限公司)、YG026C 型强力测试仪 (常州正大纺织有限公司)、PS-363 型计时器 (深圳市追日电子科技有限公司)、移液器 (北京青云卓立精密设备有限公司)、电子天平 (上海浦春计量仪器有限公司)、精密 pH 计 (瑞士 Mettler-Toledo 公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 染色与抛光

a. 抛光染色一浴法
染色工艺处方及条件:

染料	$x\%$
UTA-977	0.17 g/L
Na_2SO_4	y g/L
Na_2CO_3	z g/L
浴比	1:15
温度	60 °C
时间	60 min

工艺流程:抛光染色→水洗→中和→皂洗→烘干。

染色工艺曲线如图 1 所示。

b. 传统两浴法

抛光:	
UTA-977	0.17 g/L
浴比	1:15
温度	60 °C
时间	60 min
染色:	
染料	$x\%$
Na_2SO_4	y g/L
Na_2CO_3	z g/L
浴比	1:15
温度	60 °C

工艺曲线图如图 2 所示。

1.2.2 Na_2SO_4 对 UTA-977 抛光效果的影响

在小样机的滚筒中加入 10 L

水,升温至 50 °C,加入一定量的 Na_2SO_4 、 NaH_2PO_4 调节 pH 值为 6.5,加入 UTA-977,2 min 后加入针织白布,处理 45 min,取出白布,水洗、脱水、烘干、测试质量损失率。质量损失率越大,表示毛羽去除较多,抛光效果较好。

1.2.3 UTA-977 对不同染色织物抛光效果影响

采用不同的抛光工艺染浅粉红、棕色、深紫红色 3 个颜色,UTA-977 浓度为 0.17 g/L 时,探讨 UTA-977 对抛光效果、色差、强力的影响。

浅粉红色染色配方:

Red 3BF	0.2%
Yellow 3RF	0.1%
Na_2SO_4	25 g/L
Na_2CO_3	8 g/L

浅棕色染色配方:

Red TS-3B	0.3%
Yellow TS-3R	0.3%
Blue TS-GC	0.5%
Na_2SO_4	50 g/L
Na_2CO_3	20 g/L

深紫红色染色配方:

Red 3BF	1.2%
Yellow 3RF	0.2%
Navy KN-B	2.2%
Na_2SO_4	90 g/L

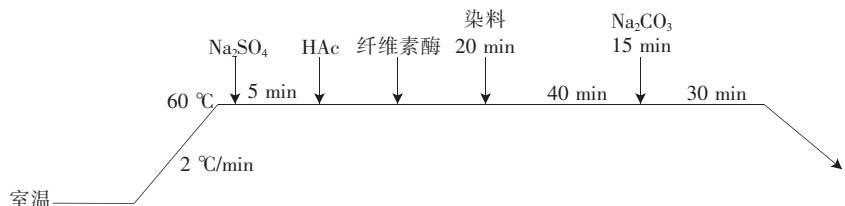


图 1 抛光染色一浴工艺图

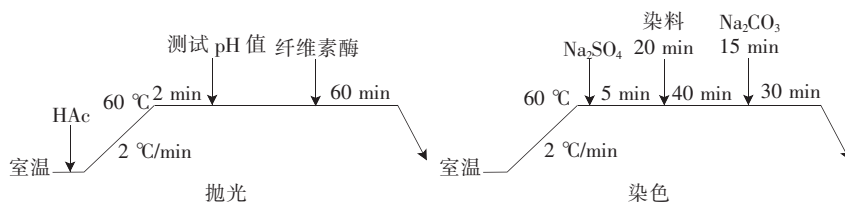


图 2 先抛光后染色工艺图

Na₂CO₃ 30 g/L

1.3 测试方法

1.3.1 色差

参照工艺 1.2.1a, 对织物进行染色, 以未加入 UTA-977 的布样为标准样, 用测色仪测试加入 UTA-977 布样的色差。

1.3.2 纤维素酶活力

准确称取无水葡萄糖 1.000 0 置于 80 mL 蒸馏水中搅拌溶解, 待完全溶解后定容至 100 mL。标记为 10 mg/mL 的标准葡萄糖溶液, 4 ℃条件下保存。

取 8 支试管按表 1 加入相关试液后再加入 1.5 mL DNS 试剂, 充分摇匀, 置沸水浴中反应 5 min。迅速冷却至室温, 用水定容至 5.0 mL, 用 0 号试管试液作对照, 540 nm 波长下测其他各试管试液的吸光度。以吸光度为纵坐标, 以葡萄糖含量为横坐标绘制标准曲线。

表 1 葡萄糖含量标准曲线基础试验数据

试管号	缓冲液加入量/μL	葡萄糖标准液加入量/μL	葡萄糖含量/mg
0	2 500	0	0
1	2 490	10	0.10
2	2 485	15	0.15
3	2 480	20	0.20
4	2 475	25	0.25
5	2 470	30	0.30
6	2 465	35	0.35
7	2 460	40	0.40

用缓冲液稀释原酶液, 控制待测酶液的活力在 0.52~0.55 U/mL 之间。取 3 支试管, 将裁剪好的 0.05 g 滤纸条 (1 cm×6 cm) 叠成“M”型, 置入试管底部, 分别加入 1.5 mL 缓冲液, 与稀释后待测酶液在 50 ℃水浴预热 5 min。第 1、2 试管中各加入 1.0 mL 待测酶液, 并计时, 在 50 ℃水浴中反应 30 min。反应完后在 3 支试管中各加入 1.5 mL DNS 试剂, 并在第 3 支试管中

补加 1.0 mL 的待测酶液, 取出并摇匀 3 支试管, 在 100 ℃中煮沸 5 min, 冷却定容至 5 mL, 在 540 nm 波长下测定吸光度, 根据吸光度与标准曲线计算酶活力, 如式(1)。

$$U = \frac{\text{葡萄糖等量值} \times n}{v \times t} \quad (1)$$

式中: U 为酶活力, U/mL; v 为加入反应的待测酶液量, mL; t 为待测酶液与底物的反应时间, h; n 为酶液的稀释倍数。

以活力最大值时的相对活力为 100%, 其他条件下 (pH 值、温度) 的活力与活力最大值的比值即为该条件下的相对活力。

1.3.3 纤维素酶热稳定性

用 pH 值为 6.5 的 Na₂HPO₄-NaH₂PO₄ 缓冲溶液稀释纤维素酶原液至 1 000 倍, 60 ℃恒温水浴锅中处理一定时间, 测试纤维素酶活力。

1.3.4 质量损失率

计算织物酶处理前后质量损失率, 计算公式如式(2)、式(3)。

$$\text{织物干质量} = \frac{m}{1 + \frac{p}{100}} \quad (2)$$

式中: m 为织物潮质量, g; p 为织物回潮率。

$$\text{质量损失率} = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100\% \quad (3)$$

式中: m_0 为处理前织物干质量, g; m_1 为处理后织物干质量, g。

1.3.5 抛光效果

评价针织布的抛光效果, 主要对织物表面毛羽及纹路状态进行评价, 1 级最差, 5 级最好。

1.3.6 顶破强力

按 GB/T 19976—2005《纺织品顶破强力的测试 钢球法》测定, 强力损失率计算如式(4)。

$$\text{强力损失率} = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \times 100\% \quad (4)$$

式中: F_0 为处理前织物强力; F_1 为

处理后织物强力。

2 结果与讨论

2.1 pH 值对 UTA-977 相对活力的影响

50 ℃条件下, 探讨 pH 值对 UTA-977 相对活力的影响, 如图 3 所示。

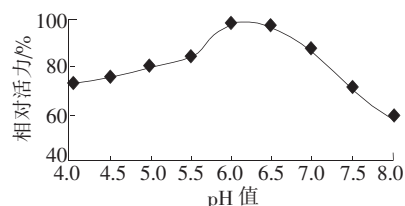


图 3 pH 值对 UTA-977 相对活力影响

由图 3 可知, UTA-977 的最适作用 pH 值为 6.0, 适宜作用 pH 值为 5.5~7.0。在 pH 值 5.5~7.0 时, 酶活力为 80% 以上。

2.2 温度对 UTA-977 相对活力影响

在 pH 值 6.5 条件下, 探讨温度对 UTA-977 相对活力的影响, 如图 4 所示。

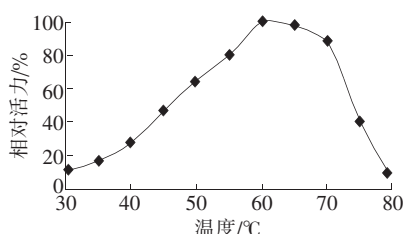


图 4 温度对 UTA-977 相对活力影响

由图 4 可知, 随温度升高, UTA-977 活力先增大后减小, 60 ℃时活力达到最大。UTA-977 最适作用温度值为 60 ℃, 适宜作用温度为 55~65 ℃。在温度 55~65 ℃范围内, 酶活力为 80% 以上。

2.3 UTA-977 与市售纤维素酶热稳定性对比

市售纤维素酶 A、纤维素酶 B 最适作用条件同 UTA-977 相近。用 pH 值 6.5 的 Na₂HPO₄-NaH₂PO₄ 缓冲溶液对不同纤维素酶原液稀释 1 000 倍后, 在 60 ℃恒温水浴锅中处理, 探讨不同纤维素酶的热稳

定性,如表2所示。

表2 60℃处理不同时间对UTA-977活力的影响

时间/min	相对活力/%		
	UTA-977	纤维素酶A	纤维素酶B
0	100.00	100.00	100.00
5	100.00	97.10	68.10
10	100.00	93.40	63.60
30	99.20	87.60	57.30
60	94.00	75.20	55.40

由表2可知,UTA-977在60℃处理30min,酶活力损失小于1%,而纤维素酶B的活力损失大于40%;60℃处理60min,UTA-977的酶活力仍保持96%,明显高于纤维素酶A、B的酶活力。因此,UTA-977的热稳定性能明显好于纤维素酶A、B。

2.4 Na₂SO₄对纤维素酶应用效果影响

探讨不同浓度的Na₂SO₄对UTA-977、市售纤维素酶A棉针织物抛光的质量损失率影响,如图5所示。

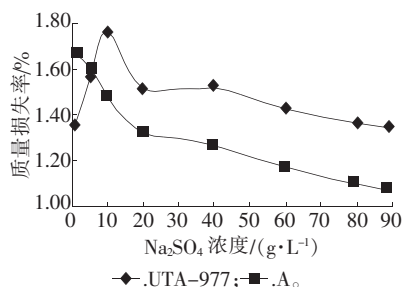


图5 Na₂SO₄对纤维素酶抛光质量损失率的影响

由图5可知,加入Na₂SO₄能提升纤维素酶UTA-977对织物抛光时的质量损失率,Na₂SO₄浓度为10g/L时,质量损失率达到1.8%,表明Na₂SO₄可提升UTA-977抛光效果;加入Na₂SO₄降低纤维素酶A对织物抛光时的质量损失率,降低抛光效果,Na₂SO₄浓度越高,影响越大。

表3 UTA-977浓度对染色织物色差的影响

UTA-977 浓度/(g·L ⁻¹)	ΔE			
	Red. TS-3B	Yellow. TS-3R	Blue. TS-GC	Navy. S-G
0.1	0.27	0.31	0.06	0.04
0.2	0.13	0.56	0.15	0.13
0.3	0.61	0.48	0.12	0.26
0.5	0.23	0.72	0.17	0.53
1.0	0.44	0.76	0.34	0.07

表4 UTA-977对不同抛光工艺处理后的效果

颜色	项目	染料浓度/%	ΔE	抛光效果/级	强力损失率/%
粉色	空白	0.4		1	
	I	0.4	0.61	4~5	8.73
	II	0.4	0.42	4 ⁺	7.04
浅棕	空白	1.1		1	
	I	1.1	0.56	4~5	12.36
	II	1.1	0.34	4 ⁺	9.50
深紫红	空白	3.6	0.30		
	I	3.6	0.30	4~5	10.05
	II	3.6	0.46	4 ⁺	4.59

注:表中空白为未进行抛光处理直接染色;I指抛光染色一浴;II为先抛光后染色。

2.5 UTA-977浓度对染色织物色差的影响

探讨不同浓度的UTA-977对染色织物色差的影响,染料浓度为0.5%,如表3所示。

由表3可知,纤维素酶UTA-977浓度为0.1~1.0g/L时,ΔE均小于0.8,表明UTA-977对活性染料染色颜色影响较小,达到染色标准。

2.6 UTA-977对不同处理工艺抛光染色效果的影响

分别利用染色抛光一浴法、传统两浴法及未进行抛光直接染色法染浅粉色、棕色、深紫红色,探讨UTA-977对不同工艺抛光效果、色差及强力损失率的影响,如表4所示。

由表4可知,采用UTA-977进行抛光染色一浴工艺色差均小于0.8,达到染色标准;UTA-977抛光染色一浴工艺强力损失率比先抛光染色工艺强力损失率稍高,UTA-977抛光染色一浴工艺抛光效

果较传统两浴法稍好,总体上,在达到抛光效果4~5级时,强力损失率均小于15%,强力损失率相对较低。

3 结论

3.1 纤维素酶UTA-977最适作用温度为60℃,最适作用pH值为6.0。

3.2 纤维酶UTA-977具有较好的热稳定性能,酶稀释液在60℃条件下处理60min,活力仍保持94%,加入Na₂SO₄能提升其对织物抛光时的质量损失率,Na₂SO₄浓度为10g/L时,质量损失率达到1.8%,Na₂SO₄可以提升其应用效果。

3.3 纤维素酶UTA-977的浓度达到1.0g/L时,ΔE小于0.8,UTA-977对活性染料染色颜色影响较小,达到染色标准。

3.4 纤维素酶UTA-977抛光染色一浴法较传统两浴法效果较好,抛光效果达到4~5级,强力损伤均小于15%。

收稿日期 2017年1月2日