

添加剂及复配技术在酶抛光中的应用

宋庆双, 郑庆康, 杜高敏

(四川大学 轻纺与食品学院, 四川 成都 610065)

摘要:研究了添加剂以及抛光酶复配对织物减量率和成本的影响。数据显示,在复配抛光试剂体系中,抛光酶S-350及其添加剂的最佳组合是:S-350占33.0%、山梨醇占8.5%、HAc占0.9%、AEO9占2%、苯甲酸钠占0.4%、工业盐占8.0%。使用添加剂后,抛光酶S-350处理织物的减量率可从4.55%提高到6.50%;但此添加剂复配方案对抛光酶L-10的辅助作用很小,使用添加剂前后织物减量率均保持在7.10%左右。此外,在复配抛光试剂体系中,若选择抛光酶S-350与抛光酶L-10复配,比例为1:2,结合抛光酶S-350最佳添加剂组合及比例,处理后织物减量率可达7.50%,断裂强力为1 187 N,断裂伸长36.5 mm,比用单一抛光酶L-10、S-350分别处理织物的抛光效果好,成本价格降低。

关键词:抛光酶;减量率;复配;添加剂;山梨醇;苯甲酸钠;非离子表面活性剂AEO9

中图分类号:TS 195

文献标志码:A

文章编号:1000-4033(2012)07-0083-04

众所周知,棉纤维表面有较多细小的纤维,严重影响织物光泽、抗起毛起球性及手感等服用性能^[1]。因此,常通过物理、化学或生物方法对棉织物进行抛光整理^[2]。为达到当今节能减排的要求,生物方法中的酶抛光方法因其对环境友好、高效等优点逐渐取代了过去的水洗、砂洗、烧毛等复杂的抛光工艺,得到了广泛的推广和应用^[3-4]。

纤维素酶是一种复合蛋白酶,可用于棉纤维的生物酶抛光中,但一些处理效果较好的酶价格非常高^[3]。因此,选用合适的抛光酶对提高酶处理效果和经济效益、降低成本有重要意义。为此,研究主要集中在pH值、温度、时间等因素对酶抛光处理效果的影响上,并没有系统地探讨各种添加剂及其用量对抛光效果及生产成本的影响^[4-7]。

本文通过测量生物酶抛光处理后棉织物的减量率,分析了酶的种类对减量率和手感的影响;并通过单因素实验分析了苯甲酸钠、稳定剂山梨醇、抗菌剂工业盐等添加剂对酶抛光处理织物后减量率的影响,发现添加剂的加入可在一定程度上改变酶处理织物的抛光效果。最终,选择价格高低不同的酶进行复配,并加入合适的添加剂以期提高酶抛光处理效果,为降低生物酶抛光成本的进一步研究提供有意义的参考。

1 实验

1.1 试剂及仪器

试剂:抛光酶 3507(淮安市永佳染化有限公司),抛光酶 B10、抛光酶 LC-600、抛光酶 B2、除毛酵素抛光酶 989(上海丹尼金生物科技有限公司),抛光酶 L-10、抛光

酶 S-350(上海康地恩生物集团), Na_2CO_3 、山梨醇、苯甲酸钠、工业盐、非离子表面活性剂 AEO9、醋酸(成都科龙化工试剂厂)。

仪器:HN101-2 数显鼓风干燥箱、电炉 DL-1、电子织物强力实验仪 YG065(上海精宏实验设备有限公司)、YB 电子天平(上海天平仪器厂)、水浴锅(鹤山精湛染整设备有限公司)。

1.2 实验内容

1.2.1 几种抛光酶的使用条件

为比较几种抛光酶单独处理织物后的减量率差异,在相同条件下进行实验,即:

抛光酶	0.3%
pH 值	5.0
温度	(50±1) °C
时间	40 min
浴比	1:20

作者简介:宋庆双(1986—),女,硕士研究生。主要从事染料、助剂的开发与研究工作。

按上述工艺处理后升温至 90℃,处理 3 min 使酶失活,然后冷水漂洗掉织物表面的酶液,烘干待用。

1.2.2 抛光酶 S-350 的最佳使用条件

根据单因素实验确定的抛光酶 S-350 使用时的最佳条件为:

抛光酶 S-350 或其复配体系的用量	0.5%
pH 值	4.5
温度	(50±1)℃
时间	40 min
浴比	1:20

1.2.3 减量率的测定

将未经过和经过生物酶抛光处理后的织物烘干,于平衡干燥器中放置 24 h 后称重,分别记作 m_1 、 m_2 ,减量率的计算如式(1):

$$\text{减量率} = [(m_2 - m_1) / m_1] \times 100\% \quad (1)$$

1.2.4 断裂强力和断裂伸长的测定

按照 GB/FZ/T 01030—1993《针织物和弹性机织物接缝强力和扩张度的测定 顶破法》测定。

2 结果与讨论

2.1 抛光酶种类对减量率的影响

不同抛光酶按 1.2.1 所述工艺处理后,织物的减量率数据如表 1 所示。

表 1 不同抛光酶处理织物后的减量率对比

种类	减量率/%
抛光酶 B10	5.56
抛光酶 B2	3.78
抛光酶 3507	6.26
抛光酶 LC-600	3.24
抛光酶 L-10	7.20
除毛酵素抛光酶 989	5.50
抛光酶 S-350	4.55

由表 1 及抛光后织物的手感可得到:抛光酶 L-10 的处理效果比较好,但其价格较贵;抛光酶 S-350 处理效果中等,虽不够理想,但

其价格相对较低。因此,在后续实验中,选用抛光酶 S-350 以控制成本,考察其用量及添加剂对提高抛光效果的影响。

2.2 添加剂对抛光酶 S-350 处理织物减量率的影响

2.2.1 山梨醇的影响

在抛光酶 S-350 中加入各种添加剂制成复配体系,对于此复配体系,在 S-350 占 20.0%、HAc 占 0.8%、AEO9 占 2.0%、苯甲酸钠占 0.5%、工业盐占 8.0%的条件下,调节山梨醇在复配体系中的比例,并加入软水制得不同的复配抛光试剂。然后按照 1.2.2 所述的抛光工艺处理织物,复配抛光试剂用量 0.5%。山梨醇对抛光织物减量率的影响如图 1 所示。

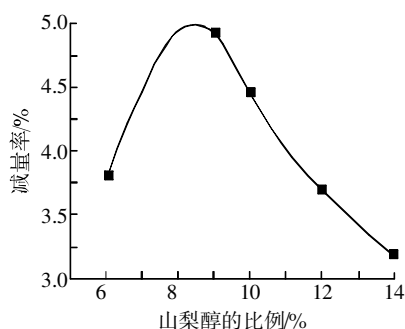


图 1 山梨醇对织物减量率的影响

由图 1 可以看出,在复配体系中,山梨醇的最佳复配比例为 8.5%。山梨醇是多元醇,对酶具有一定的稳定性作用,可通过改变山梨醇的量调节复配体系酶的活力大小。在山梨醇含量相对较少时,能促进底物以及产物的扩散,防止产物在酶周围大量聚集,从而促进催化效果;另外,山梨醇具有增溶的作用,可以促使酶渗透到织物的内部,从而提高其作用效果,减少作用时间;但是随着山梨醇用量的增多,反而会造成酶活力的下降,这是因为酶是蛋白质,高浓度的山梨醇可以使酶变性甚至失活。

2.2.2 AEO9 的影响

对于加入了各种添加剂的抛光酶 S-350 复配体系,在 S-350 占 20.0%、HAc 占 0.8%、山梨醇占 8.5%、苯甲酸钠占 0.5%、工业盐占 8.0%的条件下,调节 AEO9 在复配体系中的比例,并加入软水制得不同的复配抛光试剂。然后按照 1.2.2 所述的抛光工艺处理织物,复配抛光试剂用量 0.5%。AEO9 对抛光织物减量率的影响如图 2 所示。

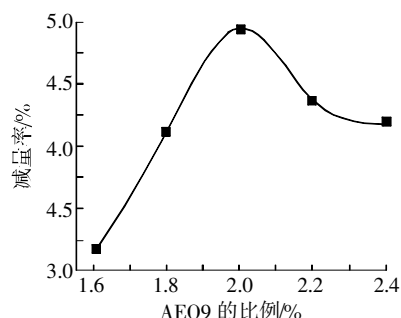


图 2 AEO9 对织物减量率的影响

由图 2 可看出,AEO9 在复配体系中的最佳比例为 2.0%。AEO9 是非离子表面活性剂,有较强的增溶、润湿作用,对纤维素有一定的亲和力。在复配体系中可以使酶更好地渗透到织物内部,有利于提高酶的催化降解作用,因此可以减少酶的作用时间同时提高酶的活力,但加入量过多会使酶的催化活性降低。

2.2.3 苯甲酸钠的影响

对于加入了各种添加剂的抛光酶 S-350 的复配体系,在 S-350 占 20.0%、HAc 占 0.8%、AEO9 占 2.0%、山梨醇占 8.5%、工业盐占 8.0%的条件下,调节苯甲酸钠在复配体系中的比例,并加入软水制得不同的复配抛光试剂。然后按照 1.2.2 所述的抛光工艺处理织物,复配抛光试剂用量 0.5%。苯甲酸钠对抛光织物减量率的影响如图 3 所示。

图 3 中显示,当苯甲酸钠在复配体系中的比例为 0.4%时,织物

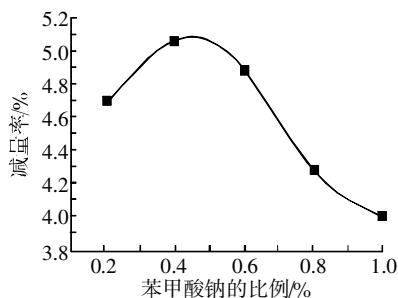


图3 苯甲酸钠对织物减量率的影响

的减量率最大。苯甲酸钠作为防腐剂,添加在复配抛光试剂中可以保证酶的品质稳定性,苯甲酸钠还可以作为溶剂来促进溶解和增加渗透压,防止加入了各种添加剂的酶体系聚集成团。但是,苯甲酸钠过量会抑制酶的活性,大大降低催化降解效率。

2.2.4 醋酸的影响

对于加入了各种添加剂的抛光酶 S-350 的复配体系,在 S-350 占 200%、AEO9 占 2.0%、山梨醇占 8.5%、苯甲酸钠占 0.4%、工业盐占 8.0% 的条件下,调节 HAc 的用量,并加入软水制得不同的复配抛光试剂。然后按照 1.2.2 所述的抛光工艺处理织物,复配抛光试剂用量 0.5%。山梨醇对抛光织物减量率的影响如图 4 所示。

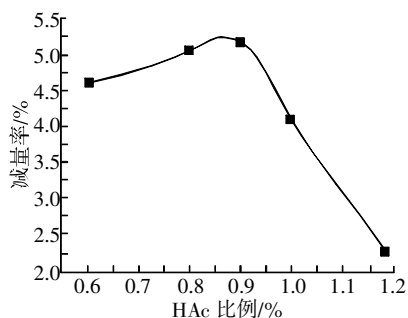


图4 HAc 对织物减量率的影响

由图 4 可以看出,醋酸在复配体系中的最佳比例为 0.9%。醋酸控制着整个体系的 pH 值,而酶具有很强的酸碱敏感性,在较高的酸性条件或碱性条件下容易失活,因此,在储存和使用过程中体系的 pH 值

都非常重要。为了方便使用,在复配体系中加入酸碱调节剂,在使用的时候只需微调就可以了,有利于改进实验结果的重现性。实验发现,在复配体系中加入 0.9% 的醋酸,配制出的复配抛光试剂 pH 值在 4.0~4.5 之间,这与抛光酶 S-350 单独使用时的最佳条件是一致的。

2.2.5 工业盐的影响

对于加入了各种添加剂的抛光酶 S-350 的复配体系,在 S-350 占 20.0%、HAc 占 0.9%、AEO9 占 2.0%、山梨醇占 8.5%、苯甲酸钠占 0.4% 的条件下,调节工业盐在复配体系中的比例,并加入软水制得不同的复配抛光试剂。然后按照 1.2.2 所述的抛光工艺处理织物,复配抛光试剂用量 0.5%。工业盐对抛光织物减量率的影响如图 5 所示。

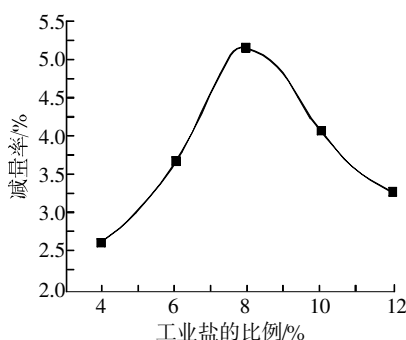


图5 工业盐对织物减量率的影响

由图 5 可看出,工业盐在复配体系中的最佳比例为 8.0%。工业盐具有较好的抗菌效果,但也会影响生物酶的活性。在一定浓度下,随着工业盐用量从低到高的上升,酶的活力是持续上升的,在这段浓度之内工业盐是酶的活化剂,降低水的活度,减小微生物对酶的污染,达到抗菌和稳定的作用。但是随着工业盐用量的继续增加,酶活力下降,这主要是因为过量的工业盐电离导致离子浓度过高,而离子会使酶蛋白质发生盐析而聚集,这不仅造成了酶活力的下降,还破坏

了酶的稳定性,因此在复配抛光试剂中,工业盐的用量应适量控制。

2.2.6 酶比例的影响

对于加了各种添加剂的抛光酶 S-350 的复配体系,在 HAc 占 0.9%、AEO9 占 2.0%、山梨醇占 8.5%、苯甲酸钠占 0.4%、工业盐占 8.0% 的条件下,调节抛光酶 S-350 在复配体系中的比例,并加入软水制得不同的复配抛光试剂。然后按照 1.2.2 所述的抛光工艺处理织物,复配抛光试剂用量 0.5%。抛光酶 S-350 对抛光织物减量率的影响如图 6 所示。

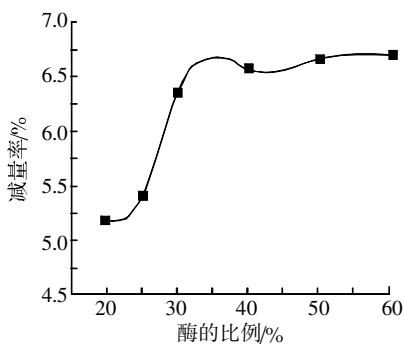


图6 酶对织物减量率的影响

从图 6 可以看出,当抛光酶 S-350 在复配体系中低于一定比例时,织物的减量率随着酶用量的增加而增加;当酶的比例达到 33.0% 时,继续增加酶在复配物中的比例对减量率并没有太大影响,反而会导致部分酶没有发挥作用而发生水解反应,降低酶的活力,造成织物减量率略有降低。因此,抛光酶 S-350 在复配体系中所占比例选择 33.0% 为最佳。

2.3 添加剂对抛光酶 L-10 处理织物减量率的影响

结合 2.2 中的分析,在抛光酶 S-350 复配体系中,当抛光酶 S-350 的用量占 33.0%,再加入 0.4% 的苯甲酸钠、8.5% 的山梨醇、8.0% 的工业盐、0.9% 的醋酸和 2.0% 的 AEO9 复配后,按照 1.2.2 所述的抛光工艺处理织物,发现加入添加剂

的抛光酶 S-350 处理织物后,减量率为 6.50%。

将此复配方案用于单独使用时减量效果最好的抛光酶 L-10,处理织物后的减量率为 7.10%,说明添加剂对抛光酶 L-10 辅助效果很小。因此可以选用价格较高的抛光酶 L-10 与抛光酶 S-350 混合复配,并加入适量添加剂,在达到较好减量率的同时,降低抛光酶的成本。

2.4 抛光酶 S-350 与 L-10 复配对织物减量率的影响

配制复配抛光试剂,其中的酶由抛光酶 S-350 与 L-10 复配组成,改变抛光酶 S-350 与 L-10 的比例为 1:1、1:2、1:3、2:1、3:1,复配酶在复配体系中占 33.0%、山梨醇 8.5%、AEO9 占 2.0%、苯甲酸钠占 0.4%、HAc 占 0.9%、工业盐占 8.0%,加入软水进行复配抛光试剂的配制,再根据 1.2.2 所述进行实验,复配抛光试剂用量 0.5%。抛光酶 S-350 与 L-10 的比例对织物减量率的影响如图 7 所示。

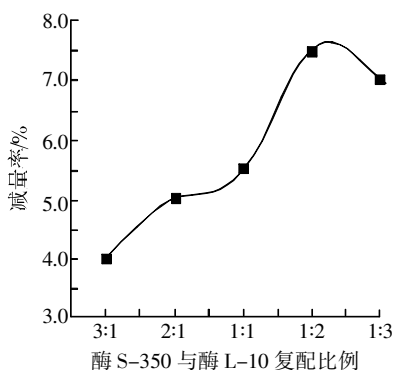


图 7 抛光酶 S-350 与 L-10 复配比例对织物减量率的影响

从图 7 可以发现,抛光酶 S-350 与 L-10 复配比例为 1:2 时,复配抛光试剂的活性相对较高,处理后织物的减量率可达到 7.50%。超过这一比例后,织物的减量率有所下降,这是因为选用的添加剂以提高抛光酶 S-350 处理的减量率为

准,对 L-10 处理的减量率影响小;在一定比例后,随着抛光酶 S-350 比例的降低,添加剂对其提高的作用效率随之降低,减量率下降。从成本上分析,抛光酶 S-350 相对抛光酶 L-10 要便宜,因此在不造成酶处理效果降低的情况下,选择抛光酶 S-350 与 L-10 以 1:2 进行复配。

2.5 抛光酶 S-350、L-10 及 1:2 复配酶处理织物抛光效果对比

使用 3 种酶,加入相同的添加剂,按 1.2.2 所述工艺对织物进行处理,将经过处理的织物和未经过处理的织物按 1.2.4 所述进行拉伸性能的测试,结果如表 2 所示。

表 2 织物抛光效果对比

布样	断裂强力/ N	断裂伸长/ mm	减量率/%
未处理试样	1 221	41.4	
S-350 处理试样	1 170	37.2	6.50
L-10 处理试样	1 096	35.2	7.10
复配酶处理试样	1 187	36.5	7.50

由表 2 可知,由于抛光酶 S-350 的活力比 L-10 弱得多,所以抛光酶 S-350 处理织物的减量率较小,但将两种酶以一定比例配合在一起,并添加适量的助剂,可以使得复配酶活力相对较高;从强力损伤方面来看,经抛光酶 L-10 处理的织物强力损伤比较严重,而抛光酶 S-350 处理织物的强力损伤相对较小,1:2 复配酶处理织物后强力损伤也较小。因此,复配酶显示出了较大的优势,其既能得到较好的抛光效果,又保持较少的强力损伤,成本较抛光酶 S-350、抛光酶 L-10 单独处理织物的更低,符合目前发展的趋势。

3 结论

3.1 在复配抛光试剂中,抛光酶 S-350 及其添加剂的最佳组合是:抛光酶 S-350 占 33.0%、山梨醇占 8.5%、HAc 占 0.9%、AEO9 占 2%、苯甲酸钠占 0.4%、工业盐占 8.0%。使用添加剂后,抛光酶 S-350 处理织物的减量率可从 4.55% 提高到 6.50%;但此添加剂复配方案对抛光酶 L-10 的辅助作用很小,减量率保持在 7.10% 左右。

3.2 在复配抛光试剂中,当抛光酶 S-350 与抛光酶 L-10 复配比例为 1:2,总用量占复配体系 33.0%、山梨醇占 8.5%、HAc 占 0.9%、AEO9 占 2.0%、苯甲酸钠占 0.4%、工业盐占 8.0% 的条件下处理织物,减量率可达到 7.50%,断裂强力为 1 187 N,断裂伸长 36.5 mm,比用单一抛光酶 L-10、S-350 分别处理织物的抛光效果好,价格降低。

参考文献

- [1] 吕景春,郑成辉.纤维素酶的复配及生物抛光效果评定[J].染整技术,2009(4):22-24.
- [2] 沃尔夫冈·埃拉.工业酶制备与应用[M].北京:化学工业出版社,1998.
- [3] 张永金,王景.DM-8626 在棉针织物生物抛光中的应用研究[C]//第一届广东纺织助剂行业年会论文集.深圳:第一届广东纺织助剂行业年会,2008:328-332.
- [4] 陈红梅,陈利丽.抛光酶的酶活测定及在生产中的应用[J].印染,2007,33(24):39-40.
- [5] 曹志强,李普堂.生物抛光酶 Cellusoft Combi [J].印染,2009,35(24):29-31.
- [6] 梁海波,陆宁芳.生物抛光酶对棉针织物前处理的应用研究[J].针织工业,2007(6):41-42.
- [7] 吕景春,杜丽萍.生物抛光酶 ALP conc 的活性研究[J].染整技术,2008(6):32-33.

收稿日期 2011 年 11 月 27 日