

蜗牛酶在棉织物生物精练中的应用

袁久刚, 王平, 郭雨宁, 张亮, 王强, 范雪荣

(江南大学生态纺织教育部重点实验室, 江苏无锡 214122)

摘要: 探索了将蜗牛酶用作棉织物生物精练的可行性。首先,利用分光光度法分别测定了不同温度和 pH 值条件下蜗牛酶体系中纤维素酶、果胶酶及淀粉酶的酶活,优化了蜗牛酶体系的作用条件。其次,将蜗牛酶用于棉织物精练,考察了蜗牛酶处理对棉织物果胶去除率、棉蜡去除率以及减量率的影响。结果显示:在蜗牛酶质量浓度为 15 g/L 时,果胶去除率和棉蜡去除率分别达到 50.7% 和 39.4%,减量率为 4.2%。最后考察了蜗牛酶精练对织物润湿性能和白度的影响,结果显示,蜗牛酶处理可以大幅提高织物润湿性能,但是对织物白度的改善有限。

关键词: 蜗牛酶;精练;润湿性能;棉织物

中图分类号: Q 814.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673—1689(2014)06—0657—05

Application of Snailase in Cotton Fabric Bio-Scouring

YUAN Jiugang, WANG Ping, GUO Yuning, ZHANG Liang, WANG Qiang, FAN Xuerong

(Key Laboratory of Eco-Textiles (Jiangnan University), Ministry of Education, Wuxi 214122, China)

Abstract: The paper studied the possibility of the snailase in pre-treatment of cotton fabric. Firstly, the enzyme stability of snailase was studied in detail. The activity of cellulase, amylase and pectinase was determined under different pH and temperature. The process conditions for snailase complex were optimized. Secondly, gray cotton fabric was scoured by snailase in the optimal condition. Results showed snailase has a good effect on pectin and wax removal. When the concentration of snailase reached 15 g/L, pectin removal and cotton wax removal efficiency was about 50.7% and 39.4%, while the weight loss was 4.2%. At last, the scouring effect of snailase such as wetting time and whiteness was tested. The results showed that the wetting time of cotton fabric decreased quickly, while the whiteness changed slightly.

Keywords: snailase, scouring, wetting behaviors, cotton fabric

大蜗牛是近年来特种养殖行业的新秀,因其肉质鲜美,深受国内外消费者喜爱。目前我国已经成为散养大蜗牛的第三产地,年产蜗牛上万吨。但是目前蜗牛主要以食用加工为主,而副产品的综合利

用率较低,其中就涉及蜗牛消化液中丰富的酶资源。

自然界中,蜗牛主要以植物的叶片和嫩芽为食,在长期进化过程中,其体内产生了能够消化植

收稿日期: 2013-11-01

基金项目: 教育部长江学者和创新团队发展计划(IRT1135);江苏高校优势学科建设工程资助项目。

作者简介: 袁久刚(1982—),男,山东泰安人,工学博士,讲师,主要从事纺织品生物加工技术研究。E-mail:jiugangyuan@163.com

物各种成分的生物酶。1898年,彼德尔曼首先发现蜗牛的消化腺中存在着大量生物酶。1922年,捷加从蜗牛的消化腺中分离并提取出了这种混合酶,并将其称之为“蜗牛酶”。我国科学工作者也于1974年分别从褐云玛瑙螺和褐带环口螺的消化腺中,成功分离和提取了蜗牛酶^[1]。研究表明,每毫升蜗牛消化液平均可以提取100~130 mg干态的酶制剂^[2]。

由于蜗牛酶主要存在于蜗牛的嗦囊和消化道中,因此以食用为主要用途的大蜗牛,在加工过程中,这些部位往往属于被抛弃的对象,从而造成了酶资源的极大浪费。因此研究蜗牛酶的用途,对于提高蜗牛养殖行业的综合利用水平具有积极意义。

在蜗牛酶中含量最多的酶主要是纤维素酶(质量分数10%)、果胶酶(质量分数10%)以及淀粉酶(质量分数8%)3种酶^[3-4],而这3种酶也是棉织物生物酶精练中最常用的酶制剂。其中,纤维素酶可以通过水解纤维素去除纤维上的杂质和织物表面的绒毛,提高织物的光洁度;果胶酶则可以去除棉纤维初生胞壁中的果胶,提高织物的润湿性;而淀粉酶则可以分解棉织物织造过程中残余的淀粉浆料,起到退浆效果。利用生物酶对棉织物精练具有耗水量低,对环境污染小,作用条件温和,纤维强力损伤小,处理后的织物手感柔软等优点。因此,近年来得到了广泛的关注。但是由于酶具有专一性,某一种酶只能去除织物上的某种杂质,所以织物性能的改善不够全面。因此,目前对生物酶精练的研究已经从单一酶精练发展到复合酶精练。

而蜗牛酶所含的3种主要酶制剂则正是这样一种天然复配酶制剂,因此从理论上讲,蜗牛酶可直接用于棉织物的生物精练。但是此酶在纺织领域的研究非常少,所以研究蜗牛酶对棉织物的生物前处理非常有意义。该法不仅可以综合利用蜗牛加工的副产物,而且具有环保、节能等特点,符合当前可持续发展的要求。

1 材料与方法

1.1 实验材料

蜗牛酶,漳州金田生物科技有限公司提供;棉坯布,100%纯棉,24 cm×24 /128 cm×68/160 cm,160 g/m²,无锡第一棉纺织有限公司提供。

1.2 实验仪器

Rapid 十二杯振荡水浴锅,厦门瑞比公司制造;

Alpha-1502型紫外可见分光光度仪,上海谱元仪器有限公司制造;WSD-3型全自动白度仪,北京康光仪器有限公司制造;Color-eye 7000A测色与配色仪,美国Macbeth公司制造。

1.3 实验方法

1.3.1 蜗牛酶精练工艺 将棉织物置于一定温度的蜗牛酶液中,恒温振荡处理一定时间,水洗并晾干。

1.3.2 酶活的测定 纤维素酶酶活^[5]、果胶酶酶活^[6]以及淀粉酶酶活^[7]的测定均按照相应参考文献进行。

1.3.3 水滴润湿时间 将试样在标准大气下预平衡24 h,之后用图钉固定使其平整,在距布面约1 cm高度滴下体积约0.1 mL的水滴,之后用秒表记录水滴完全被织物吸收所需的时间。每块试样取5个均匀分布的点进行测试,最后取其平均值^[8]。

1.3.4 白度 按照GB/T 8424.2-1997纺织品相对白度的仪器评定方法,在WSB-III型全自动白度测试仪上测试试样的亨特白度值。

1.3.5 减量率 称取约1 g待测织物,利用烘干法准确测定织物的回潮率。另取未处理的棉织物一块,根据回潮率计算处理前织物的干质量 m_0 ,将该织物用蜗牛酶进行处理之后准确测定其干质量 m 。按公式(1)计算减量率^[9]。

$$\text{减量率} = \frac{m_0 - m}{m_0} \times 100\% \quad (1)$$

1.3.6 棉蜡去除率 取1 g待测织物,将其完全浸没在20 mL质量分数0.4%的油红-四氯化碳中,室温反应5 min后取出染色试样,在冷水中漂洗10 min,晾干。在D₆₅光源、10°视角下测试试样处理前后的K/S值分别记为 A_0 和 A 。按公式(2)计算棉织物的棉蜡去除率^[10]。

$$\text{棉蜡去除率} = \frac{A_0 - A}{A_0} \times 100\% \quad (2)$$

1.3.7 果胶去除率的测定 按照文献方法测定精练前后织物的果胶含量^[11],果胶去除率按式(3)计算。

$$\text{果胶去除率} = \frac{w_0 - w}{w_0} \times 100\% \quad (3)$$

w_0 为未精练棉织物上果胶含量; w 为精练后棉织物上果胶残留量。

2 结果与讨论

2.1 蜗牛酶各组分酶的酶学稳定性

利用硫酸铵对蜗牛酶原样进行浓缩沉淀,之后

对蜗牛酶中的各组分酶进行酶活测试,结果如表1所示。

表1 蜗牛酶主要组分酶的酶学稳定性能

Tab. 1 Enzyme stability of snailase composites

酶种类	pH 稳定范围	温度稳定范围/℃	最大酶活/IU
纤维素酶	3~6.5	50~65	75
果胶酶	6~9.5	35~75	350
淀粉酶	4~6	30~50	12

通过表1可以看出,蜗牛酶中纤维素酶组分的最适pH值在3~6.5之间。这说明蜗牛酶中纤维素酶适合在中性以及偏酸性的环境下发挥作用,与来源于曲霉、青霉和木霉的纤维素酶类似。蜗牛酶中果胶酶组分的最适温度在35~75℃之间,而目前在纺织领域应用的果胶酶其最适温度一般在45~55℃之间。与之相比,蜗牛酶中的果胶酶组分拥有更好的耐热性能。对于生物酶精练而言,温度的提升有利于果胶去除率的快速提高。与果胶酶的耐热性能相比,蜗牛酶中淀粉酶的最适温度比较低,只能在30~50℃这样比较窄的范围内保持酶活,因此属于低温型淀粉酶^[12],而这可能与蜗牛的生理环境有关。

综合以上分析,可以看出,在最适pH值上,3种酶具有交集。即,当pH=6时,蜗牛酶可发挥最好效果。而在最适温度的选择上,需综合考虑。首先,蜗牛酶中纤维素酶和果胶酶的含量比淀粉酶要高很多,而且精练过程中发挥主要作用的是果胶酶和纤维素酶,故最适温度的选择应该以纤维素酶和果胶酶为主。由纤维素酶和果胶酶的最适温度区间可知,应该选择50~65℃,但温度超过60℃时,淀粉酶的酶活极小,故最适温度应适当降低,可以考虑选择50℃。

2.2 蜗牛酶处理对棉织物的减量效果

由于蜗牛酶中含有大量的纤维素酶和果胶酶,因此对棉织物处理过程中,蜗牛酶会对棉纤维中的果胶和部分纤维素进行水解,从而造成织物质量损失。所以,针对质量损失的检测也可以从侧面反映蜗牛酶对棉织物的精练效果。对蜗牛酶处理前后的织物进行减量率测试,结果如图1所示。

由图1可知,随蜗牛酶质量浓度的增加,棉织物的减量率逐渐增大,当蜗牛酶质量浓度为15 g/L时,试样的减量率可以达到4.2%,与空白样相比,其减量率增加了3.4%。这说明蜗牛酶对棉纤维上的杂质有较强的水解作用,其所含的纤维素酶和果胶酶

在精练过程中,能够有效去除纤维所含的果胶和纤维表面的一些短绒,从而对织物造成一定的减量率。

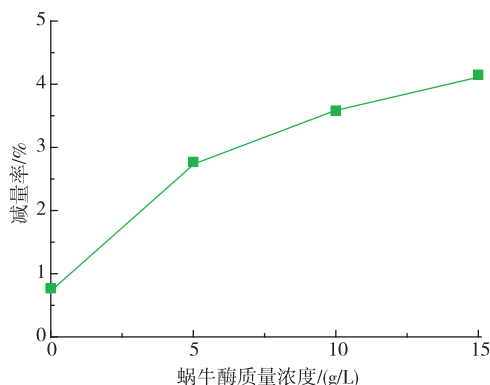


图1 蜗牛酶对棉织物的减量效果

Fig. 1 Effect of snailase treatment on cotton fabric weight loss

2.3 蜗牛酶对果胶的去除效果

在棉纤维的初生胞壁中存在大量的果胶物质,由于原果胶不溶于水,所以果胶的存在严重影响了织物的表面润湿性。因此,果胶是纺织品精练时最主要的去除对象。对不同质量浓度蜗牛酶处理后的织物进行果胶萃取实验,其果胶去除率结果见图2。

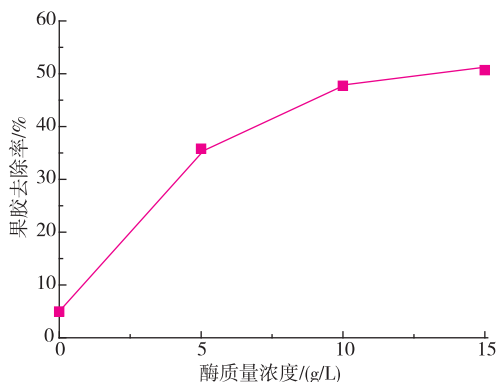


图2 蜗牛酶处理对果胶的去除效果

Fig. 2 Effect of snailase treatment on pectin removal

由图2可知,随蜗牛酶质量浓度的增加,棉织物的果胶去除率逐渐提高。当蜗牛酶质量浓度为15 g/L时,试样的果胶去除率约为50.7%,较空白试样有显著提高。这充分说明蜗牛酶在精练过程中对棉纤维内的果胶质有很好的去除效果。但是由于本实验所用的蜗牛酶为粗提液,其酶纯度较低,所以与高活力的果胶酶精练和碱精练相比,蜗牛酶对果胶的去除效果并不是很理想。

2.4 蜗牛酶对棉蜡的去除效果

分别测定处理前后油红染色织物的K/S值,按

式(2)计算棉蜡去除率,结果见图3。可知,蜗牛酶对织物上的棉蜡有一定程度的去除效果,当蜗牛酶质量浓度为15 g/L时,棉蜡去除率可以达到39%,与空白试样相比,提高了28%。结合蜗牛酶处理对棉织物果胶去除率和减量率的影响,可以看出,虽然蜗牛酶中并不含有能水解棉蜡的脂肪酶,但是通过对果胶以及纤维素的部分水解,能够将附着在其上的棉蜡也一同去除。由于残留在纤维表面的蜡质有助于改善棉织物的手感,所以棉蜡没有必要完全去除。

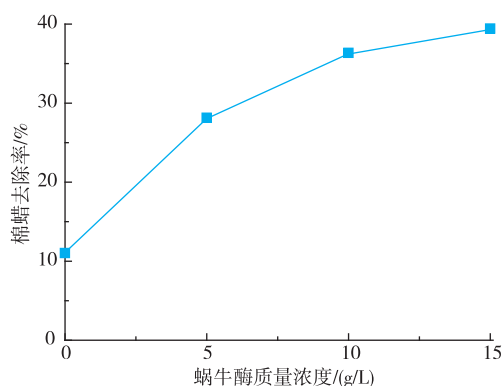


图3 蜗牛酶处理对棉蜡的去除效果

Fig. 3 Effect of snailase treatment on wax removal

2.5 蜗牛酶精练对织物润湿性能的影响

分别采用不同质量浓度的蜗牛酶对棉机织物进行处理,并对处理后的织物进行水滴润湿时间的测试,结果见图4。

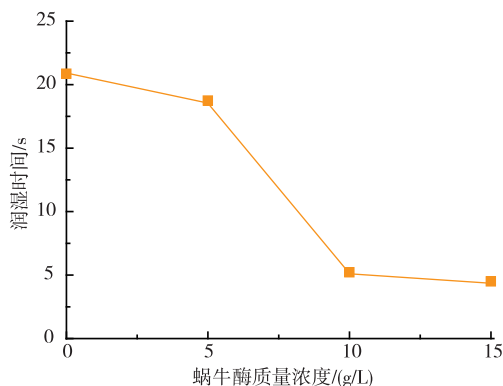


图4 蜗牛酶处理对织物润湿性能的影响

Fig. 4 Effect of snailase treatment on wetting property

参考文献:

[1] 中国科学院生物物理研究所三室. 蜗牛酶[J]. 生物化学与生物物理进展, 1974(1):41.

The 3rd room of institute of biophysics, Chinese academy of sciences. Snailase [J]. *Progress in Biochemistry and Biophysics*, 1974(1):41.(in Chinese)

[2] 朱婉华, 宋东. 蜗牛酶的研制及应用[J]. 中国生化药物杂志, 1993(2):32-34.

由图4可知,随着蜗牛酶质量浓度的提升,织物润湿时间逐渐降低,当蜗牛酶质量浓度超过10 g/L后,棉织物的润湿时间变化不再明显。与未处理的棉织物润湿时间相比,经蜗牛酶处理后织物的润湿时间降至5.2 s,这说明蜗牛酶处理可以大幅度提高棉织物的润湿性。与图3中蜗牛酶处理对棉蜡的去除率相结合分析,可以看出,蜗牛酶处理后棉织物润湿性能的提高,主要是由于蜗牛酶体系中的果胶酶和纤维素酶协同作用的结果,随着果胶以及纤维素的水解,附着在果胶以及初生胞壁纤维素上的棉蜡也会随之去除,从而导致棉织物润湿性能的提高。

2.6 蜗牛酶处理对织物白度的影响

由表2可知,随着蜗牛酶质量浓度的增加,棉织物的白度并没有得到显著提高。这主要是因为棉织物的白度主要由纤维所含的色素决定,而色素主要存在于棉纤维细胞腔内,由于蜗牛酶的可及度有限,不能对其进行水解,所以蜗牛酶处理对织物的白度影响较小。

表2 蜗牛酶处理对棉织物白度的影响

Table 2 Effect of snailase treatment on fabric whiteness

蜗牛酶质量浓度/(g/L)	W_r
0	56.8
5	58.5
10	60.6
15	59.1

3 结语

通过以上分析可以看出,从蜗牛胃液中提取的蜗牛复合酶组分对棉织物有一定的精练效果。经过蜗牛酶处理后,棉织物的果胶及蜡质都得到一定程度的去除,这有利于提高棉织物的润湿性,但是对白度的提升效果并不是很好;另外,在精练中起主要作用的成分为纤维素酶和果胶酶。

- ZHU Wanhua, SONG Dong. Preparation and application of the snailase [J]. **Chinese Journal of Biochemical Pharmaceutics**, 1993(2):32-34. (in Chinese)
- [3] 邬晓勇,何钢,孙雁霞,等. 蜗牛酶中纤维素酶的分级分离[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(4):1394-1396.
- WU Xiaoyong, HE Gang, SUN Yanxia, et al. Grade separation of cellulase from snailase [J]. **Journal of Anhui Agriculture Science**, 2009, 37(4):1394-1396. (in Chinese)
- [4] 惠军,吴焱,祝长青. 新疆蜗牛酶的研制[J]. 新疆师范大学学报:自然科学版, 2006, 25(3):90-92.
- HUI Jun, WU Yan, ZHU Changqing. The research and technology of Xinjiang snail enzyme [J]. **Journal of Xinjiang Normal University: Natural Sciences Edition**, 2006, 25(3):90-92. (in Chinese)
- [5] 姜心,陈伟,周波,等. 纤维素酶活测定影响因素的研究[J]. 食品工业科技, 2010, 31(5):65-68.
- JIANG Xin, CHEN Wei, ZHOU Bo, et al. Study on impact factors of determination of cellulase activity [J]. **Science and Technology of Food Industry**, 2010, 31(5):65-68. (in Chinese)
- [6] 吴辉. 棉织物碱性果胶酶复配精练工艺研究[D]. 无锡:江南大学, 2008.
- [7] 刘杰雄,陈号,陆雯,等. 淀粉酶高产菌株的筛选及其酶活的测定[J]. 食品工程, 2010(1):45-47.
- LIU Jiexiong, CHEN Hao, LU Wen, et al. Screening and activity determination of the higher activity amylase strain [J]. **Food Engineering**, 2010(1):45-47. (in Chinese)
- [8] 万清余,范雪荣. 果胶质的去除及其对棉织物润湿性的影响[J]. 针织工业, 2004(1):89-92.
- WAN Qingyu, FAN Xuerong. Pectin removal and its effect on the wetting property of cotton fabrics[J]. **Knitting Industries**, 2004(1):89-92. (in Chinese)
- [9] ZHOU WenLong, SUN Kai. Protease selection and technology optimization in biofinish of wool [J]. **Journal of China Textile University (Eng Ed)**, 1999, 16(2):101-105.
- [10] Akin Danny, Rigsby Luanne, Morrison III Wiley. Oil red as a histochemical stain for natural fibers and plant cuticle [J]. **Industrial Crops and Products**, 2004, 19(2):119-124.
- [11] 陈伟,王强,范雪荣,等. 角质酶和果胶酶复合酶对棉针织物的精练研究[J]. 印染助剂, 2011, 28(1):39-41.
- CHEN Wei, WANG Qiang, Fan Xuerong, et al. Study on bioscouring of cotton knitted fabrics with complex enzymes containing cutinases and pectinases[J]. **Textile Auxiliaries**, 2011, 28(1):39-41. (in Chinese)
- [12] 徐玲,唐茂妍,陈旭东,等. 低温淀粉酶的耐温性研究[J]. 饲料工业, 2010, 31(24):13-15.
- XU Ling, TANG Maoyan, CHEN Xudong, et al. Study on the temperature resistance of low temperature amylase [J]. **Feed Industry**, 2010, 31(24):13-15. (in Chinese)

科技信息

日本批准向日葵卵磷脂作为食品添加剂用于食品

据食品导航网消息,日本已批准向日葵卵磷脂作为食品添加剂用于食品,嘉吉公司 Topcithin 向日葵卵磷脂成为首个获批产品。

据悉,迄今为止日本是全世界唯一尚未批准向日葵卵磷脂用于食品的国家。嘉吉公司 Topcithin 向日葵卵磷脂可作为乳化剂和保水剂用于各种食品,如糖果特别是巧克力、面包和方便食品。嘉吉公司表示,该产品的分散性能优于大豆卵磷脂,功能、味道、色泽更好。

[信息来源] 食品伙伴网. 日本批准向日葵卵磷脂作为食品添加剂用于食品 [EB/OL]. (2014-5-9). <http://news.foodmate.net/2014/05/263128.html>