

酶及其在纺织工业中的应用

董永春

(天津纺织工学院)

【摘要】 本文简要介绍了在纺织工业中常用酶的历史和性能, 全面评述了其在织物退浆、丝麻纤维精练、纤维改性处理、羊毛制品加工及牛仔服装水洗加工等方面的应用。

一、前言

据史籍记载, 中国远在唐宋时期就已掌握从动植物体中提取酶的技术, 并利用酶进行丝制品的脱胶和精练。欧美、日本等国约在十九世纪才开始使用酶。二十世纪初, 细菌酶问世, 至四、五十年代逐渐在织物退浆、丝织物精练加工中取代动植物酶。因为当时酶产量低、性能差, 价格高, 故此纺织品酶加工未得到更大的发展。近年来, 随着酶生物技术的进步, 各种高性能、低价格的酶产品相继出现, 纺织品酶加工领域逐渐扩大, 除织物退浆和精练外, 又出现了纤维酶改性加工和整理。此外, 酶加工在毛制品除草和洗呢、牛仔服装水洗加工, 甚至在服用纺织品的除臭处理等方面都已崭露头角, 这充分显示了酶在纺织工业中应用的广阔前景。

二、酶及其特性

酶是生物体中产生的具有催化能力的蛋白质, 作为生物催化剂, 其特性为 1. 一般在常压及较温和温度和 pH 值下起催化作用, 故纺织品酶加工低耗节能。2. 由于酶独特的表面构型, 故酶具有高度专一性, 仅对特定的纤维和杂质发生作用。3. 酶催化的高效性对提高纺织加工效率十分有利。在纺织工业常用酶的分类如表 1 所示^[1]。

三、酶在纺织工业中的应用

1. 织物退浆

织物的酶退浆始于 1905 年, 使用淀粉分解酶(简称淀粉酶), 根据其作用原理, 有 α -淀粉酶、 β -淀粉酶及葡萄糖淀粉酶之分, 在织物退浆中主要使用前者, 它会淀粉大分子发生分解, 减弱对纤维的粘附力, 最后从纤维上脱除下来。

表 1 纺织工业中的主要用酶分类

酶名称	起源	应用
淀粉分解酶	枯草杆菌 苔藓地衣形菌	织物退浆
蛋白质分解酶	枯草杆菌 苔藓地衣形菌	蚕丝精练脱胶 羊毛纤维改性
纤维素分解酶	不霉属菌 曲霉属菌	纤维素纤维改性 牛仔服装水洗
果胶解聚酶	曲霉属菌	麻纤维脱胶精练

依酶的温度特性, 又有中温型和高温型之分, 并且溶液中不同的 pH 值对酶的活性有所影响, 参见图 1 和图 2。

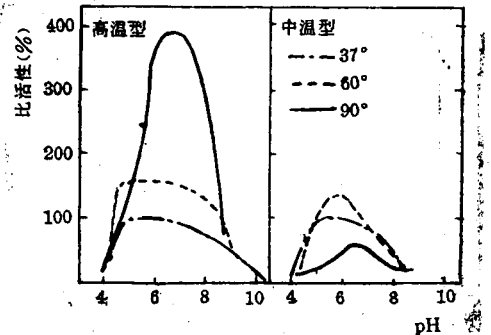


图 1.2. α -淀粉酶的活性与温度和 pH 值的关系

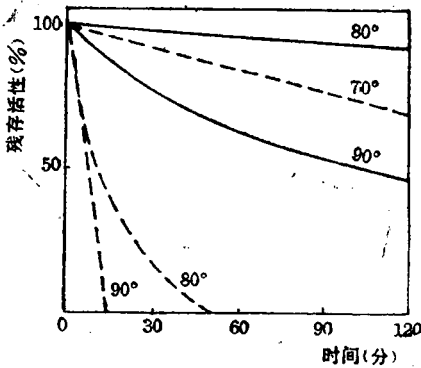
两种不同温度特性淀粉酶的退浆条件参见表 2。

最近, 日本开发出一种耐热性酶退浆剂 Neomalus H。据报道^[2], 其活性随反应温度的升高而直线上升, 甚至在近 100°C 时仍有较高的活性, 最高使用温度为 97°C, 比原来酶(80°C)的耐热性有很大改善, 图 3 给出了不同温度下, Neomalus H 与原来酶耐热性的比较。

2. 丝、麻精练脱胶

表 2 酶退浆的条件

种类	浸渍法		
	最佳温度	最佳 pH 值	处理时间
中温型	60~70℃	5.0~7.0	30分~4小时
高温型	70~90℃	5.0~7.5	15分~60分
种类	连续法		
	最佳温度	最佳 pH 值	处理时间
中温型	70~100℃	5.0~7.0	1~20分
高温型	100~115℃	6.0~8.0	15~120秒



— Neomalus, ---- 原来型 Neomalus

图 3 酶的耐热性比较

真丝的酶精练采用蛋白质分解酶(简称蛋白酶),其作用的原理为丝胶膨润→可溶性丝胶部分溶出→蛋白酶渗透→丝胶中肽键切断→易溶解→分解除去。所用蛋白酶依其最佳使用 pH 值分为酸性、中性和碱性蛋白酶,而且它们的最佳使用温度亦不相同,参见表 3。

表 3 蛋白酶的最佳使用 pH 和温度

酶名称	最佳使用	
	pH	温度(℃)
PO	3.0	50
S	8.0	80
APL	10.0	60
APF	8.0	45

酶精练中各种工艺条件的变化对其加工效果的影响十分显著,据有关研究表明:

(1) 对于一定酶种,在其最佳使用 pH 及温度下精练,其活性最高,练减率亦最高。在一定的精练时

间内,若用高浓度、长时间的一次精练,还不如低浓度、短时间的二次反复处理更有利于精练的完全。

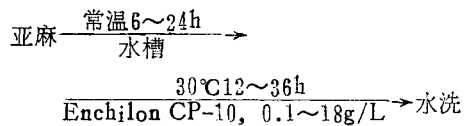
(2) 前处理能促进酶精练的进行,此时工艺条件的变化对练减率的影响不显著。仅用水进行前处理,效果差;而采用适当的前处理剂如碳酸钠、氢氧化钠处理,练减率将大幅度提高,再结合酶处理,可使精练达到完全的程度。

(3) 碱性蛋白酶在精练中可拼用碱剂,而 S 的温度特性可使精练漂白一浴进行。

野蚕丝与家蚕丝相比更难以精练。这主要与其表面色泽深,虽然丝胶含量少,但却含有较多的脂肪、蜡质和无机盐等杂质,在水和淡碱中溶解性差有关。在野蚕丝的酶精练中,不仅要增加酶用量,而且还要拼用肥皂,在比较强的碱浴中进行,此外前处理条件亦要加强。值得说明的是,酶精练同样适用于真丝/羊毛、真丝/醋纤等交织物。

麻纤维的酶精练脱胶采用果胶解聚酶,以脱除其中的果胶,再结合其它助剂去除另外的杂质。前不久美国专利提出一种利用果胶酶的麻纤维快速脱胶法^[3]。其原理是首先用渗透性好的表面活性剂的酸性水溶液去除麻纤维中水溶性杂质。然后再用称为别黑素的真菌果胶酶处理,以分解脱除果胶。在处理液中所需果胶酶的数量主要取决于麻纤维中果胶的含量,试验数据显示,在适当条件下,1g 真菌果胶酶能够脱除 1500g 果胶,但在实际生产中,果胶酶的用量应稍多些为佳。为保证酶具有高活性,处理温度以 60~70℃ 为宜, pH 值为 2~3.5,处理时间需 10~30 分钟。否则时间过长,麻纤维会产生酸水解,影响织物强力。最后用碱处理,去除木质素和半纤维素等杂质。

由于亚麻纤维的特性,碱精练只能去除其中的蛋白质胶粘物,纤维难以剥开,为此日本开发出酶类麻脱胶剂 Enchilon CP-10,其加工工艺为:



3. 羊毛的前处理

在羊毛原毛的洗涤工艺中可使用脂肪分解酶(简称脂酶),主要分解其中的羊毛脂,降低洗毛液中的残渣物,提高污水处理效果。此外在羊毛精练中亦可以使用脂酶如 Enchilon LA。

羊毛除杂问题历来受到毛纺行业的重视,目前采用的化学法和机械法往往会造成羊毛纤维的损伤,而

采用纤维素分解酶(简称纤维素酶)进行除草, 利用其对植物性杂质的专一性, 可以避免损伤羊毛。研究结果表明, 经酶处理后, 草杂发生不同程度的变小、破碎, 与羊毛的粘合力下降, 经梳理的除草率可达 85% 以上, 优于碳化除草法。

4. 残余过氧化氢的去除

棉纱或织物经氧漂后, 即使充分水洗仍无法完全去除残留的过氧化氢。在棉针织物的一浴精练漂白染色时, 漂白后处理浴中仍残留少量过氧化氢。在此两种场合中, 残存的过氧化氢对以后染料的上染有一定阻碍作用, 尤其在活性染料染色时易产生色斑和上染不足等疵病。为此要加入残余过氧化氢去除剂, 其中过氧化氢催化分解酶(简称催化酶)效果优良, 能将残余过氧化氢在短时间内分解为水和氧后加以去除, 保证后序染色的顺利进行^[4]。现在这种催化酶类残余过氧化氢去除剂已商品化, 如 Enchilon 0-10、OL-50 等。

5. 印花糊料的去除

在织物印花中, 如用天然聚合物及其衍生物作印花糊料, 经印花、高温燥烘和蒸化后, 其就会牢固附着在织物上, 依靠一般水洗难以去除。为此国外采用酶处理, 有针对性地去除之。如淀粉类糊料则使用淀粉酶, 酪素类糊料则用蛋白酶, 对于半乳甘露糖和羟甲基纤维素等糊料, 则使用半纤维素酶。在丝绸防染浆的去除中, 则用复合酶(Enchilon AB-S), 在其他场合, 可用纤维素酶(Hydesco AS-80)。

6. 纤维改性加工

运用酶技术对纤维素纤维进行改性加工是七十年代初由英国首先使用。目前在外国得到迅速发展, 已成为一种新兴的染整加工技术。以此加工的织物表面光滑, 手感柔软, 具有独特的风格和优良的品质。在这种加工中, 使用纤维素分解酶, 包括三种, 即 C_x 酶、 C_1 酶和 β -葡萄糖苷酶, 它们以不同的方式作用于纤维表面, 使之发生部分水解, 达到改性或减量的目的。坯布在改性前经过不同的处理, 其改性效果有所不同, 丝光织物的减量率最高, 而染色织物的效果较差, 这是由染料对酶的阻害性所致。近来商品化的纤维素分解酶不少。如 Bactosol DC、LQ, 在 $pH=5\sim 5.5$ $50^\circ C$ 时处理织物, 其风格柔软丰满, 亲水性和保水性均有提高, 但强度有一定程度地下降^[5]。

采用碱性蛋白酶可对羊毛进行改性, 即去除羊毛表面的鳞片, 不仅可以防缩、防毡化, 而且表面光亮滑润, 手感柔软。此加工对羊毛纱和针织品皆适用。

希农纤维由蛋白质和丙烯酸纤维组成, 用蛋白酶如 Pronase P 木瓜酶 C-400 等对其加工, 可使其减量、冲击和微孔化, 因此改善保温性和吸水性。

7. 牛仔服装的水洗加工

牛仔服装的水洗加工过去一般采用水洗石磨法, 现在生物洗技术已出现, 即采用纤维素酶分解服装表层的纤维, 从而去除染料, 达到水洗石磨的效果。所用酶包括酸性纤维素酶和中性纤维素酶, 主要区别在使用时的 pH 值, 其中后者的效果较优。经生物洗后服装失重较多, 为此可将石洗和生物洗结合使用, 如日本“京子”牌牛仔裤就是先经石洗, 后生物洗加工的。

8. 其它加工

纤维消臭加工用酶通常是人工酶, 为金属的肽衍生物。此酶在常温常压下反应迅速, 而且分解反应寿命长, 安全性高, 可采用后整理方式施加在纤维上, 抗菌防臭性强。纤维制品的洗涤用酶包括淀粉酶、蛋白酶、纤维素酶及脂酶等多种, 以分别去除纤维表面的多种杂质, 并保证其色泽鲜亮, 手感柔软, 美观洁净。

四、结束语

纵观酶在纺织工业中诸多领域的应用不难看出, 虽然应用领域不断扩大, 可是存在的问题确实很多。例如在织物退浆中酶的耐热性问题。在丝精练中前处理剂的选择、酶处理条件的控制, 精练/漂白的一浴化问题。在纤维酶改性中最重要的问题应属纤维风格的改善与其强度低下之间的关系, 此外还有染色与酶处理的关系等等。这些问题的解决将会使纺织品的酶加工进入一个新阶段。在纺织品的酶加工方面, 国内与国外相比尚有一定距离, 虽然酶退浆和酶精练早已工业化, 但在纤维酶改性和服装生物洗等方面几乎是空白, 应当引起生物和纺织科学界的重视和开发, 以推动我国纺织工业的高速发展。

参 考 资 料

- [1] 草井清: 《染色》, Vol.7, No.3, p.5(1989).
- [2] 信田尚孝: 《纤维加工》, Vol.40, No.12, p.18.(1988).
- [3] US 4617383.
- [4] 嶋田邦征: 《加工技术》, Vol.25, No.10, p.14(1990).
- [5] 日本 Sandoz 公司: 《加工技术》, Vol.24, No.7, p.13(1989).