

再生蛋白纤维的成纤机理及氨基酸组分

奚柏君

(绍兴文理学院, 绍兴, 312000)

摘要: 分析了再生蛋白纤维的成纤机理, 利用日立 835-50 型氨基酸分析仪测试了几种蛋白质纤维的氨基酸, 研究了氨基酸的组分及其在纤维中的分布。

关键词: 再生蛋白纤维 成纤机理 氨基酸 组分

中图分类号: TS 102.512 文献标识码: A 文章编号: 0253-9721(2004)02-0024-03

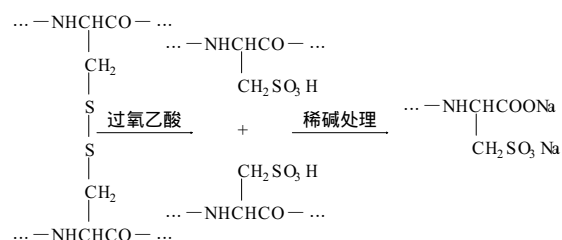
再生蛋白纤维是利用某些不可纺蛋白质纤维及某些废弃蛋白质材料(羊毛下脚料、猪毛、人发等)与再生胶复合生成的新型纤维, 该蛋白纤维经过多年的研究开发, 在化纤厂试制成功, 产品的性能良好, 其原料来源广泛, 且利用了某些废弃材料, 产品的废弃物在短时间内可以生物降解, 不污染环境。为了更好地开发利用这种新型纤维, 本文分析了再生蛋白纤维的再生机理及氨基酸的组分。

1 再生蛋白纤维的再生机理

1.1 水解蛋白原液的配制

猪毛或羊毛下脚料 → 洗涤 → 烘干称重 → 过氧乙酸氧化 → 水洗 → 脱水 → 稀碱水解 → 过滤 → 成品(再生蛋白原液)。

羊毛、猪毛等蛋白在同一肽链的 C—O 和 —NH— 之间生成氢键, 氨基酸侧链上 R-基则指向螺旋外边, 所以羊毛中的 α -角蛋白中大部分为 α -螺旋的二级结构, 羊毛的 α -螺旋区除氢键外, 还有 —S—S—桥的存在, 根据其结构特点, 经适当的结构改性处理, 使蛋白质上产生一定的亲水性的 —COONa 和 —SO₃Na, 从而溶解于水中形成水解蛋白质, 其反应如下:



蛋白质与多肽间没有明显的界限, 蛋白质是分子量大的肽, 经部分水解时能生成多肽, 我们为了使蛋白液中分子的分子量尽可能达到较大值, 且又能溶解在稀碱水溶液中, 同时还需要考虑与之相混合的再生胶 A 原液的性能指标, 所以要控制好过氧乙酸、碱溶液的浓度和蛋白质水解的条件, 经多次试

验, 过氧乙酸浓度为 5.0%, 稀碱液浓度为 2.0%, 温度为 70~80℃, 水解蛋白液中蛋白质含量为 9%。

1.2 纤维的成形过程及原理

在一定条件下将一定浓度水解蛋白原液与再生胶 A 原液, 按一定的配比混合进行纺丝, 并经过后处理加工制成理想的再生蛋白纤维, 这样蛋白质与纤维中的肽键(—CO—NH—)、—OH 形成氢键, 产生较强的分子结合力, 十分牢固。纤维的成形过程为: 静态混合 → 过滤 → 脱泡 → 计量纺丝 → 塑化牵伸 → 后加工。

1.2.1 静态混合 再生胶原液(纤维素 8.5%~9.0%, 含碱 4.3%, 粘度 35~55 s); 蛋白原液(蛋白质 8.5%~9.0%, 含碱 2%~4%, 粘度 1~2 s); 助剂 B 助剂 C(均为自配)。经反复多次试验确定, 水解蛋白液、再生胶 A 原液、助剂 B、助剂 C 以 15:30:3:2 的混合比最为合适。将混合原液充分搅拌 30 min, 使之混合均匀。

1.2.2 过滤 通过织物、纤维以及各种过滤材料将混合原液进行过滤, 去除分散性杂质, 净化溶液。

1.2.3 脱泡 制成的混合溶液中含有大量的空气, 其中每升溶液中平均含有 30~40 mL 分散的气泡状空气, 还有 8~10 mL 溶解空气。溶液中空气的存在能加快氧化过程的进行; 在纤维成形时气泡使纤维断头和产生疵点; 微小气泡容易形成气泡丝, 降低纤维的强力, 为此在纺丝前必须对再生胶进行严格的脱泡。

1.2.4 纺丝 溶液通过一定的机械设备及凝固介质, 转变为具有一定性能的固态纤维, 即混合液被挤出喷丝孔后形成细流而进入凝固浴中, 在凝固浴中被中和凝固而成溶胀丝条。在纤维成形过程中凝固浴中各组分扩散到细流内部, 而细流中的低分子组分(NaOH 和 H₂O)则扩散到凝固浴中。细流和凝固浴内各组分相互扩散的结果, 使细流产生凝固、中和、盐析、分解、再生而形成固体纤维。由于 2 种高

聚物结构差异较大,在凝固和拉伸过程中,粘度小的容易分布在纤维的外层,蛋白液的粘度较再生胶小得多,故纤维成形时蛋白质分布在纤维的表面。

1.2.5 牵伸 为了提高纤维的物理机械性能,必须对刚成形的纤维进行塑性牵伸,使大分子沿纤维轴的取向度大大提高,增加了分子间的氢键数及其它类型的分子间力,使纤维承受外加张力的分子链数目增加,从而显著提高了纤维的断裂强度,降低了纤维的断裂伸长率,纤维的耐磨性明显提高。

1.2.6 纤维的后处理 纺丝成形后的纤维须经过水洗、漂白、酸洗、上油等后处理,使纤维柔软平滑,以适宜纺织加工的需要。

2 实验方法与结果

2.1 实验方法

2.1.1 实验分析仪器 日立 835-50 型氨基酸分析仪、光电天平。

2.1.2 实验材料 羊毛、猪毛、人发、再生蛋白纤维。

2.1.3 实验方法 分别称取羊毛、猪毛、人发、再生蛋白纤维各 18.8 mg,将试样加入 5 mL 6 N 的 HCl 封管,升温到 110 °C 水解 24 h,然后过滤、蒸干,再用蒸馏水溶解至 50 mL,测试水解氨基酸。

2.2 实验结果

表 1 各种蛋白质纤维的蛋白类物质中的 α -氨基酸的含量 (%)

α -氨基酸的名称	羊毛	猪毛	人发	羊毛再生蛋白纤维
天门冬氨酸(ASP)	6.97	6.77	5.95	5.70
苏氨酸(THR)	5.75	5.65	6.40	0.00
丝氨酸(SER)	8.82	7.10	9.20	0.00
谷氨酸(GLU)	17.07	19.39	17.57	14.05
甘氨酸(GLY)	5.14	3.35	3.57	2.94
丙氨酸(ALA)	3.79	4.13	3.24	3.14
胱氨酸(CYS)	9.12	11.13	13.63	7.24
缬氨酸(VAL)	5.09	5.24	5.17	5.82
甲硫氨酸(MET)	0.74	0.77	0.96	1.04
异亮氨酸(ILE)	3.18	3.28	2.77	3.21
亮氨酸(LEU)	8.47	7.97	7.07	7.83
酪氨酸(TYR)	4.24	3.10	3.34	3.73
苯丙氨酸(PHE)	3.91	2.37	2.24	3.13
赖氨酸(LYS)	2.86	3.56	3.55	7.66
氨(NH ₃)	0.88	0.99	0.98	1.89
组氨酸(HIS)	0.87	0.91	0.96	0.45
精氨酸(ARG)	9.21	9.67	8.85	3.74
脯氨酸(PRO)	3.89	4.60	4.55	28.42
总计	100.00	100.00	100.00	100.00

天然蛋白质纤维的化学组成随着纤维种类的不同而有较大的差别。所有蛋白质纤维都能被酸或碱溶液水解,水解后的最终产物是 α -氨基酸。蛋白质纤维的蛋白类物质中,各种 α -氨基酸含量的比例差别很大。各种蛋白质纤维中所含的各种 α -氨基酸的百分含量如表 1 所示。

3 分析与讨论

3.1 氨基酸总量

氨基酸的总量反映的是纤维中蛋白质的多少或纯度,100 g 蛋白质纤维中的氨基酸总含量分别是:羊毛 88.6075 g、猪毛 84.1966 g、人发 92.3610 g、再生蛋白纤维 23.3549 g。再生蛋白纤维根据所采用的原料(如羊毛下脚料、猪毛、人发)和混合比例(蛋白液含量 5%~50%)的不同而不同,本文的再生蛋白纤维是由 30%羊毛蛋白与 70%再生胶混合而成。

3.2 蛋白质水解对再生蛋白纤维氨基酸组分的影响

羊毛下脚料在水解过程中,其水解方式较为复杂,其水解产物也随之多样化,有生成单个氨基酸的,也有 2~3 个不等的肽链产物,其中分子量较小的肽链由于具有较大的溶解性在纤维成形时残留在凝固浴中,只有具有一定分子量和粘度的蛋白水解产物才能成纤。因此该再生蛋白纤维中的氨基酸组分与原羊毛中的氨基酸组分相比发生明显的变化。从表 1 数据中可以看出,脯氨酸较少以单个氨基酸的形式或短肽链的形式被水解下来,即在羊毛的多肽链中,脯氨酸处的肽键较难被水解破坏而断裂,以致脯氨酸在再生蛋白纤维中的绝对量没有造成较大的损失,从而使脯氨酸的相对含量有着明显的提高。相反其中的苏氨酸、丝氨酸的含量从原来未水解羊毛中的 5.75%、8.82%降为 0,说明这 2 种氨基酸几乎都以短肽链被水解掉而溶解在凝固浴中,其原因有待进一步的研究探索。再生蛋白质纤维中含有 15 种人体所需要的氨基酸。

3.3 蛋白质在纤维中的分布

再生蛋白纤维由蛋白质和纤维素构成,具有 2 种聚合物的特性,属于复合纤维的一种。由于蛋白液与再生胶的物理化学性质不同,特别是它们的粘度相差很大,用落球法测定,蛋白液粘度小于 1 s,再生胶的粘度为 35~55 s,使蛋白液与再生胶的混合纺丝液经酸浴凝固成形时,蛋白质主要分布在纤维的表面,因此再生蛋白纤维属于皮芯型。对再生蛋白纤维采用考马斯亮蓝 R-250 染色后,纤维素呈白色略显浅蓝,分布在纤维的中间,蛋白质呈蓝色,分布在纤维的外围,该蛋白复合纤维呈明显的皮芯

结构。

总之,再生蛋白纤维无论蛋白质含量多少,各种氨基酸均分布在纤维的表面,氨基酸系列与人体趋于一致,它对人体皮肤有一定的营养和保护作用。采用该纤维制成的纺织品吸湿透气,穿着舒适,可以制成高档时装、内衣及各种床上用品,对人体具有一定的亲和力,故再生蛋白纤维具有良好的开发前景。

参 考 文 献

- 1 姚 穆等.纺织材料学(第二版).北京:纺织工业出版社,1997:92~103.
- 2 奚柏君.再生蛋白纤维的研制及性能分析.上海纺织科技,2002(5):13~14.
- 3 奚柏君.再生蛋白纤维及纺织品的研制.纺织学报,2003(3):75~76.
- 4 李 一等.四川马海毛的氨基酸分析.第三届中国国际毛纺织会议论文集,275~276.