

# 丝胶的特性及其应用

杨祖凤,余卫华,杨晓瑜,李琼秀

(四川省丝绸科学研究院,四川 成都 610031)

**摘要:**介绍了丝胶的主要成分、内部结构和主要性质,综述了丝胶在美容、护肤、医学、纺织品整理及食品等领域的开发利用,以及用丝胶蛋白为主要原料研制爽肤营养水系列和消毒护手液的可能性。

**关键词:**丝胶蛋白;改性;透湿性;抗氧化性;应用

**中图分类号:**TS102.3

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-0356(2016)06-0012-03

茧丝主要由丝素和丝胶构成,丝素在内,丝胶包覆于丝素外层,对丝素起保护作用 and 粘胶作用。丝素是一种纤维蛋白质,不易溶于水,约占茧丝的70%~80%;丝胶是一种球状蛋白质,在高温下可溶于水,约占茧丝的20%~30%。作为天然纺织原料,人们更侧重于对茧丝及其综合应用的研究,而对丝胶的研究不多,大量丝胶在缫丝的过程中随制丝废水排走,丝胶流失率达10%左右,这样既造成天然资源极大的浪费,又对生态环境造成一定的影响。本文本着节约资源、保护环境的理念,综述了丝胶的一些特性、功能和开发利用,以及以丝胶为主、辅以其他成分研制爽肤营养水系列和消毒护手水系列的可能性。

## 1 丝胶的成分及内部结构

丝胶含丝氨酸、天门冬氨酸、乙氨酸、丙氨酸、谷氨酸、甘氨酸、苏氨酸、赖氨酸、精氨酸等十八种氨基酸,其中包括人体必需的八种氨基酸。丝氨酸含量最多,达32%左右,天门冬氨酸和谷氨酸含量分别约为17%和9.8%,甘氨酸和苏氨酸含量分别约为8.9%和7%,赖氨酸和精氨酸含量分别约为5.6%和3.8%。丝胶蛋白带有较多极性残基,a螺旋分子肽链构象和无规卷曲更多分布在丝胶分子外周,分子间排列规整性差,空间结构松散、无序,结晶度也差。丝胶在制丝废水中以负离子形式存在,含有大量的-OH、-COOH、-NH<sub>2</sub>、-NH等基团,分子质量为1.4~34万u,属于胶体粒子颗粒,等电点pH值为3.8~4.5。

## 2 丝胶的性质及主要提取方法

### 2.1 水溶性

丝胶中含大量具有亲水基团的氨基酸,多达80%左右,如丝氨酸、天冬氨酸等,而丝素中只有30%左右,故丝胶可溶于水;另一方面,丝胶分子排列较不紧密,分子间作用力较小,因而水分子较易渗入丝胶分子内部并使其溶解。一般情况下,丝素在水中只能膨润而不溶解,但丝胶却在热水中溶解,这是丝胶的重要性质,也是顺利缫丝的原因。

由于丝胶是一种水溶性的高分子蛋白,分子量从几万到三十多万不等,在丝胶蛋白的回收或制备过程中,因回收或制备方法不同,可以获得各种不同分子量范围或性能不尽相同的丝胶肽及其水解物。

### 2.2 抗氧化性

通过不同方式的水解、酶解、酸解或碱处理,形成不同分子量分布的丝胶肽,因处理方式不同,抗氧化效果也不同。未经任何药品和酶处理的高温高压水处理获得的丝胶肽,分子量大,分布范围宽,抗氧化作用最强,其对黑色素形成的抑制率最高;经弱碱性水中高温高压二次处理后,通过pH值和处理时间长短的调节,获得不同分子量范围的丝胶肽及其水解物,有较强的抑制黑色素形成的能力,具有较强的抗氧化性;经过中性蛋白酶解,通过调节酶浓度和酶解时间,可获得各种不同分子大小的丝胶肽及其水解物,但其对黑色素形成的抑制率最低<sup>[1]</sup>。

制丝废水中的有机物主要是以丝胶蛋白质为主,如何从制丝废水中提取丝胶是丝胶开发利用的重要环节,目前提取的方法主要有化学混凝法、酸析法、有机溶剂法、离心法、超滤法、盐析法等。根据用途、所需分子量的大小、提纯纯度的要求,采取不同的提取方

收稿日期:2016-05-23

作者简介:杨祖凤(1971-),工程师,主要从事丝绸工程技术研究、丝绸综合性产品开发及丝绸贸易工作。

式<sup>[2]</sup>。将丝胶溶液去杂、除蜡、脱色、蛋白酶酶解、离子交换、浓缩干燥等工艺处理,可制取不同使用用途的丝胶蛋白。

### 3 丝胶的综合利用

#### 3.1 美容护肤方面

天然丝胶蛋白具有保湿、营养、护肤和抗氧化功能,使用以丝胶蛋白液为主要成份的丝胶护肤乳能保持皮肤白皙、柔软、光滑、富有弹性。丝胶蛋白是一种天然的保湿因子物质,分子构象为无规卷曲型,空间松散无序,多肽链上的许多极性亲水基团(-OH、-COOH、-NH<sub>2</sub>、-NH等)处于多肽链表面,能使结构内的水分子传递到皮肤角质层而与其结合,这样皮肤的角质层能经常保持一定的水分,有效防止肌肤干燥、起皱、老化。丝胶中的氨基酸能迅速被肌肤所吸收,为肌肤补充营养。因其具有抗氧化功能,能抑制酪氨酸酶的活性从而抑制皮肤中黑色素生成,同时能抗御紫外线、日光、微波、化学物质、大气污染物对肌肤的侵蚀,预防日晒后皮肤变黑,产生色斑,起到美白作用。所以丝胶粉已被化妆品专家广泛运用到化妆品领域,国内外学者也作了大量的研究分析,研发出了以丝胶为主要原料的美白防晒乳、护肤乳、护肤霜、去斑美白面膜等。

笔者提出以丝胶为主要原料,辅以其他成分,研制可直接拍到皮肤上的爽肤营养水系列,该系列一方面能起到给肌肤补充营养的作用,另一方面可起到补水护肤的功效。爽肤水的主要成分有纯水、甘油、丙二醇、氨基酸等。丝胶的吸湿能力远大于甘油,主要成分是氨基酸,所以将丝胶用于营养爽肤水具有较强的保湿功效。丝胶用于营养爽肤水系列,首先要除去丝胶中蜡和杂质,再使用酶解的方法通过控制蛋白酶的用量、酶解时间、酶解工艺制备本产品所需丝胶肽分子。从丝胶肽氨基酸的主要成分可以看出,丝胶肽中含有大量的丝氨酸、天门冬氨酸、谷氨酸、赖氨酸等,这几类氨基酸都是皮肤的重要营养成分,这些营养成分可被皮肤细胞间隙和腺体吸收,可增加细胞活力,促进新陈代谢,从而起到肌肤补充营养的作用。丝氨酸和苏氨酸的基团能与微量金属元素相结合,抑制酪氨酸酶的活性,从而抑制皮肤中黑色素的产生,长期使用能起到美白的作用。丝胶氨基酸与人体肌肤天然保温因子的氨基酸类非常接近,分子多肽链表有大量的亲水基团可吸收水分,从而起到了补水和锁水的作用。

#### 3.2 医学方面

丝胶中含有大量的丝氨酸和甘氨酸。丝氨酸是脑神经元生存和生长所必需的氨基酸,神经胶质细胞通过氨基酸营养因子的供给促使中央神经元细胞的生存和发育。而甘氨酸和L-丝氨酸同样也是有神经胶质细胞产生的营养因子,能促进小脑培养神经元生存、树突发生以及电生理发育等<sup>[3]</sup>。丝氨酸有助于免疫球蛋白和抗体的产生,维持健康的免疫系统,在脂肪和脂肪酸的新陈代谢、肌肉的生长、细胞膜的制造加工、肌肉组织和包围神经细胞的鞘的合成中发挥着作用。磷脂酰丝氨酸主要用于治疗痴呆症和老年记忆损失。L-丝氨酸还广泛用于配置第三代复方氨基酸输液和营养增补剂,并用于合成多种丝氨酸衍生物,如心血管、抗癌、艾滋病新药及基因工程用保护氨基酸等。

丝胶所含天门冬氨酸在医药方面有着广泛的用途。天门冬氨酸能调节脑和神经的代谢功能,可以用于治疗心脏病、肝脏病、高血压,具有防止和恢复疲劳的作用,其左旋体L-天门冬氨酸广泛用作氨解毒剂、肝机能促进剂、疲劳恢复剂等医药用品和各种清凉饮料的添加剂;DL-天冬氨酸可用于合成DL-天冬氨酸钾镁盐,用于治疗心律失常、心动过速、心力衰竭、心肌梗塞、心绞痛、肝炎和肝硬化等疾病。DL-天冬氨酸还可作为合成多肽的原料,它的氨基酸取代衍生物可以作为治疗神经类疾病和大脑疾病的药物,能明显增强视神经放电单元的兴奋作用。

丝胶蛋白的药理及其在医用材料上的应用张雨青等<sup>[4]</sup>已作了较详细的报道,指出丝胶蛋白具有如下功效:对皮肤有消炎作用;防止脑老化,提高人的记忆力,预防痴呆症;丝胶及其水解物能抑制大肠杆菌的生长,对大肠癌有明显抑制作用;丝胶中的甘氨酸和丝氨酸能降低血液中胆固醇含量,排泄人体内的有害物,具有解毒功效;与丝素混合制成丝蛋白膜人工皮肤等。

如若以丝胶及其水解物丝胶肽为主要原料,辅以其他消毒成分,研制消毒和护肤为一体的医院消毒护手水系列,一方面起到消毒的作用,另一方面也起到了护手霜的作用。在医院,不管是病人、医生、护士还是其他人员,手都会接触很多的东西,因此无论从卫生的角度,还是从自身的保护都应及时清洗消毒,这样将耗水、洗手液等清洁用品。清洗后须擦护手霜,因手背上只有很少的皮脂腺,需及时补充油脂和水分,否则肌肤会变得粗糙干燥。平时所用的护手霜主要成份是水、甘油、凡士林、液体石蜡等,而丝胶消毒护手水系

列,主要原料是丝胶肽水溶液,加入了乙醇、过氧乙酸、次氯酸钠等消毒成份,将消毒和护手合二为一,节约资源的同时起到了消毒和保护手的双重作用。丝胶本身可代替甘油和凡士林起到补水和锁水的功效,丝胶氨基酸可补充营养,乙醇、过氧乙酸、次氯酸钠等起到消毒作用。因丝胶具有抗氧化性,所以丝胶消毒护手水非常适合倒刺、脱皮和开裂的手部。

### 3.3 在纤维改性和纺织品整理方面

丝胶蛋白具有天然的吸放湿性,可用于各种纺织品的整理加工,可提高纺织品的服用性能。利用丝胶蛋白的优良特性,将其用于其他纺织材料的涂层处理,经丝胶粉涂层的纺织品,可保持自身的优良特性,改良其不足。经丝胶涂层处理的化纤织物、棉织物、羊绒制品、麻织物的透气性、吸放湿能力和抗氧化能力等都有所改善,有效防止原纤维与皮肤直接接触,增强织物的透气性和穿着舒适度。

化纤是疏水性纤维,吸放湿性能较差,化纤制作的服装穿着舒适度比不上天然纤维。涤纶纤维横截面为圆形,纵向特征平滑,丝胶较难进入到纤维内部。经碱减量处理后,纤维表面光滑状况有所改善。利用环氧氯丙烷与丝胶蛋白分子中的氨基反应,制备丝胶改性剂,对碱减量后的涤纶织物进行后整理,以环氧氯丙烷为载体,使丝胶改性接枝到涤纶织物上<sup>[5]</sup>。整理后的织物回潮率、吸湿性能和抗静电能力都有所提高,从而提高了涤纶织物的穿着舒适度。棉织物以环氧氯丙烷、丝胶蛋白为原料进行改性,采用红外光谱(FT-IR)和电镜扫描(SEM)测试改性织物发现,丝胶已通过环氧氯丙烷固着于棉织物上。采用活性染料对丝胶蛋白改性棉织物进行染色,对染色性能进行测试,结果表明改性棉织物的染色 $K/S$ 值明显提高,耐摩擦牢度和皂洗牢度均有不同程度的改善,吸放湿性能和匀染性有所提升<sup>[6]</sup>。将羊绒制品采用自制的聚丙烯酸类低温交联剂,将丝胶覆盖于羊绒表面,丝胶涂层形成。通过对涂层前后羊绒制品性能测试表明,丝胶涂层羊绒制品有较好的保湿性能,吸放湿性及透湿性均有提高,透气性基本不变<sup>[7]</sup>。而对于亚麻织物,程有刚等<sup>[8]</sup>采用高碘酸钠对亚麻织物进行选择性氧化,再利用丝胶蛋白溶液对氧化后的亚麻织物进行接枝改性处理,研究了丝胶蛋白亚麻(s-DAC)的制备机理以及处理后亚麻织物的服用性能和染色性能,结果表明氧化亚麻织物经丝胶蛋白溶液处理后,丝胶大分子与亚麻纤维素

大分子形成化学交联,抗皱性能进一步增强;丝胶蛋白溶液处理后透气透湿性能、染色性能略有增加。

### 3.4 食品方面

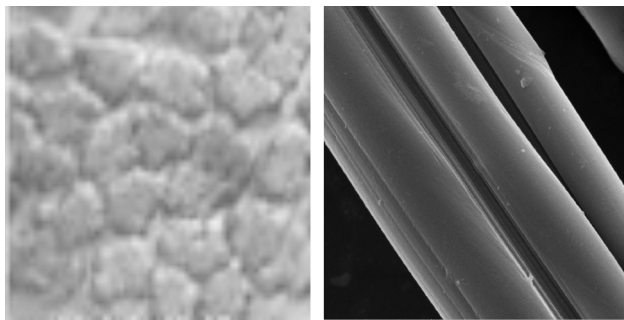
L-丝氨酸用于运动饮料、氨基酸减肥饮料等。天门冬氨酸在食品工业方面,是一种良好的营养增补剂,添加于各种清凉饮料;也是甜味素(阿斯巴甜)一天冬酰苯丙氨酸甲酯的主要原料。丙氨酸能促进酒精的代谢,因而还具有醒酒和保护肝脏的作用。丝胶粉可作为功能性食品营养添加剂。由于丝胶蛋白对油脂类食品具有较好的抗氧化性能,所以是天然的食品抗氧化剂。食用丝胶可消除肌体内过量自由基,进一步消除机体不健康和亚健康的根源。近年来,抗氧化保健概念风行日本和欧美发达国家,丝胶作为天然抗氧化剂食品添加剂的开发引起了人们的高度重视<sup>[9]</sup>。

## 4 结语

随着社会的发展,人们环保意识不断增强,对制丝废水中丝胶的综合利用也将成为建设节约型、可持续发展社会的需要。丝胶蛋白具有优良特性,已广泛应用于纺织、化妆品、医药、食品等方面,随着社会的不断进步,对丝胶的研究和综合应用将更加深入,丝胶蛋白的利用前景将会越来越广阔。

### 参考文献:

- [1] 相入丽,张雨青,阎海波.蚕丝丝胶蛋白的抗氧化作用[J].丝绸,2008,(5):23-27.
- [2] 吴金鸿,王 璋,许时婴.丝绸废水中丝胶提取方法的研究[J].食品与发酵工业,2007,33(6):136-140.
- [3] 周文林,张雨青,沈卫德.天然丝胶蛋白的生物学活性[J].江苏蚕业,2003,(1):1-3.
- [4] 张雨青.丝胶蛋白的药理及其在医用材料上的应用[J].纺织学报,2003,24(3):98-100.
- [5] 周青青,张 峰,戴 杰,等.丝胶改性剂对涤纶织物抗静电整理的研究[J].丝绸,2014,(7):11-15.
- [6] 唐孝明,叶皓华,陈国强.丝胶蛋白改性棉织物的染色性能研究[J].纺织导报,2013,(3):77-80.
- [7] 邢铁玲,朱 虹,盛家镛,等.丝胶涂层羊绒制品的制备及性能[J].毛纺科技,2010,(11):1-4.
- [8] 程有刚,刘 艳,毛 雷,等.丝胶蛋白亚麻织物服用及染色性能研究[J].印染助剂,2011,28(6):28-32.
- [9] 董 雪,盛家镛,邢铁玲,等.丝胶蛋白的研究与应用综述[J].丝绸,2011,(12):16-21.



(a) 横向

(b) 纵向

图3 丝麻纤维的截面图

(3)蛋白质纤维的丝滑般手感。丝蛋白均匀分布在纤维表面,丝麻纤维赋予面料柔顺、丝滑的蛋白质手感。

(4)良好的亲肤和护肤作用。丝麻纤维表面的蛋白质中含有多种氨基酸,赋予面料不仅是蛋白质纤维的体现,同时具有亲肤和护肤的作用。

(5)良好的吸湿、导湿和透气性。真丝和麻纤维都具有良好的吸湿和导湿性,丝麻纤维具有两个组分的共同特点,赋予面料良好的吸湿、导湿性能以及穿着的舒适性能。

丝麻织物集蛋白质纤维和麻浆再生纤维素纤维的优点于一身,吸湿透气性优良、舒适性好,颜色鲜艳柔和,光泽度高,手感柔软光滑,且具有良好的亲肤性和保健功能,可以用在贴身的T恤、内衣,儿童服装及运动服装等。

## 4 结语

莱麻纤维具有良好的吸湿性、透气性、舒适性,色泽亮丽,能完全自然降解,不污染环境;薄荷纤维具有吸湿、透气、抑菌、抗炎等功效以及良好的凉感性能;丝麻纤维集优质蚕丝蛋白质纤维和麻浆再生纤维素纤维的优点于一身,具有羊绒般的柔软手感,保暖性能优良,富含氨基酸,具有良好的亲肤性和保健功能。这几种新型再生纤维素纤维集舒适、保健、绿色环保于一身,具有良好的发展前景。

## 参考文献:

- [1] 刘慧娟,王伟,张海霞.莱麻纤维的性能研究[J].印染助剂,2014,31(8):47-49.
- [2] 陈翠翠,李德朴,于湖生.薄荷粘胶纤维基本性能的研究[J].山东纺织科技,2010,(5):56.
- [3] 杜梅,赵磊,王前,等.薄荷粘胶纤维混纺纱的抗菌性能测试与研究[J].轻纺工业与技术,2015,(4):9-11.
- [4] 孙海燕,刘逸新,于湖生.薄荷粘胶纤维与普通粘胶纤维针织物性能的对比研究[J].山东纺织科技,2014,(6):55-56.
- [5] 马峰刚,闫应泉.银鹰化纤成功研发丝麻粘胶纤维[J].人造纤维,2014,(4):38.
- [6] 忻裕静.再生纤维素纤维的新成员:丝麻纤维[J].纺织装饰科技,2015,(2):7-8.

## Properties and Applications of New Regenerated Cellulose Fiber

LIU Yun, GAO Xiu-li, YAO Yong-biao

(Henan Institute of Engineering, Zhengzhou 450007, China)

**Abstract:** Some kinds of new regenerated cellulose fibers were introduced, such as LIGHTMAX™, mint fibers and linen fibers. The preparation and structural properties were described.

**Key words:** LIGHTMAX™; mint fiber; linen fiber; new regenerated cellulose

(上接第14页)

## The Property and Application of Sericin

YANG Zu-feng, YU Wei-hua, YANG Xiao-yu, LI Qiong-xiu

(Sichuan Academy of Silk Sciences, Chengdu 610031, China)

**Abstract:** The main ingredients, inner structure and main properties were introduced. The development and utilization of sericin in features beauty, skin care, medicine, textile finishing and food area were introduced. The sericin was proposed to use as the main material to develop the skin care nutritive water and disinfectant hand cream.

**Key words:** sericin; modification; moisture permeability; inoxidizability; application