

DOI: 10.19333/j.mfkj.2018020200104

不同性别牦牛各部位纤维性能研究

唐文杨¹, 侯如梦^{1,2}, 喻佳欣¹, 黄政帅¹, 陈 悟¹

(1. 武汉纺织大学 先进纺纱织造及清洁生产国家地方联合工程实验室, 湖北 武汉 430200;

2. 烟台南山学院 工学院, 山东 烟台 265706)

摘要: 为了进一步分析牦牛绒纤维的性能, 选取西藏自治区当雄县不同性别牦牛各部位纤维, 通过测试其长度、线密度、断裂强度、油脂含量及成分等指标对比研究其性能的差异。采用 SEM 扫描电镜与视频显微镜对牦牛绒纤维的表观鳞片结构与纤维的主体长度进行表征, 使用万能纤维仪测试纤维的线密度及其力学性能, 并利用气相色谱法分析样品的油脂含量。结果表明: 样本的主体长度为 14.12~39.77 mm, 线密度为 2.69~4.28 dtex, 断裂强度为 1.38~1.74 cN/dtex, 其中公牛比母牛绒纤维更长、更细, 但强力略小于母牛绒纤维, 同性别和年龄牦牛, 不同部位纤维比较, 后腿部位的牦牛绒纤维主体长度更长。随着牦牛年龄的增大, 牦牛绒总脂肪、饱和脂肪酸、不饱和脂肪酸和碘值含量均增大。

关键词: 牦牛绒; 性别; 部位; 长度; 强度; 脂肪

中图分类号: TS 102.316 文献标志码: A

Study on the performance of yak hair of different gender and parts

TANG Wengyang¹, HOU Rumeng^{1,2}, YU Jiixin¹, HUANG Zhengshuai¹, CHEN Wu¹

(1. National Local Joint Engineering Laboratory for Advanced Textile Processing and Clean Production, Wuhan Textile University, Wuhan, Hubei 430200, China; 2. College of Engineering, Yantai Nanshan University, Yantai, Shandong 265706, China)

Abstract: In order to further analyze the properties of yak hair, the yak fiber from Damxung, Tibet Autonomous Region in different gender and parts was selected, and its length, linear density, breaking strength, oil content and composition were tested, the differences among them were discussed. The micro surface and main length of fibers were carried out by SEM and video microscope respectively; the linear density and mechanical properties of them were tested by universal testing machine; also, the oil content of samples were analyzed using chromatography of gases. The test results show that the main length of the sample is within the scale of 14.12–39.77 mm, the linear length is 2.69–4.28 dtex, and the breaking strength is 1.38–1.74 cN/dtex. It also reveals that the fiber from bulls is longer, finer, but not stronger than that from cows. The fiber from yak with same gender and age but different parts shows the length of fiber from hind leg is longer. With the increase of age, contents of total fat, saturated fatty acids, unsaturated fatty acid and iodine all increase.

Keywords: yak hair; gender; parts; length; breaking strength; fat

牦牛是高山草原的特有家畜, 大多生长在海拔 3 000 m 以上的高寒地带, 其广布于欧亚大陆东

北部^[1]。我国的牦牛主要生活于西藏、青海、新疆、甘肃、四川、云南等省区。全世界现有牦牛近 1 600 万头, 其中中国有 1 500 余万头, 是世界上拥有牦牛数量和品种最多的国家, 约占世界牦牛总数的 92% 以上^[2]。牦牛全身的利用价值都很高, 它的毛可做衣服或帐篷, 皮是制革的好材料^[3]。牦牛绒是特种动物纤维中性能仅次于羊绒的高档原料, 纺织用的牦牛绒产品可分为针织和机织二

收稿日期: 2018-02-27

基金项目: 教育部创新团队项目 (IRT13086)

第一作者简介: 唐文杨, 硕士生, 主要研究方向为纺织材料与纺织品设计。通信作者: 陈悟, 教授, E-mail: wuchen@wtu.edu.cn。

大类,其产品特点是手感柔软、滑爽、细腻、舒适、有弹性^[4-5]。

吴娟等^[6]对紫牛绒和棕牛绒纤维长度分布进行研究,得出牦牛绒纤维长度以连续状态排列,纤维长度越长,根数越少,单根纤维质量越大。牦牛身上的毛有绒和毛之分,不同部位毛的形态差异很大,既有极粗长的尾毛(长度达 40 cm),又有极细短的绒毛(仅 30 mm 左右),公牦牛被毛长度与母牦牛被毛长度也有差异^[7]。不同地区的牦牛绒纤维有一定的差异,制成纺织品的质量也有不同^[8]。牦牛毛(绒)为我国的特种动物纤维,对其理化性能、分梳技术、纺纱、织造、整理、产品品种等研究,有利于扩大其使用范围和提高产品质量^[9]。

本文从西藏当雄地区牦牛身上取样,从 1~5 岁的公、母牦牛上分别抽取颈、背、后腿部位的纤维。前人对牦牛绒长度、线密度、强度、拉伸性能已有相关的研究,但针对牦牛身体部位、性别 2 个因素对牦牛绒纤维性能影响的研究较少。本文采用手扯长度法、显微镜法、万能纤维测试仪、油脂含量测试法 etc 对牦牛绒的物理力学性能、化学成分进行对比分析,并进一步探究影响其性能的因素,以提高牦牛绒纤维的利用率从而避免资源浪费,对可纺纤维的应用提供一定的实验基础和参考。

1 实验部分

1.1 原料

选取的牦牛绒由实验人员在夏季从当雄地区牦牛身上取下,采用铁丝爪子由前向后、由上而下梳抓绒毛,毛、绒一次一起剪下,然后再分成粗毛和绒,分别包装放置。分别选取 1~5 岁的公牛和母牛的颈、背、后腿处纤维,不经洗涤,采用原样测试,确保样品不因洗涤拉伸造成机械外力而影响实验的准确性。

1.2 仪器及测试方法

使用 SEM 电镜(JSM-6510LV,日本电子株式会社)对牦牛绒纤维表现形态进行表征,扫描其表面的鳞片结构;采用手扯长度法,测量纤维的主体长度;使用视频显微镜(OLYMPUS DSX510,日本),并采用显微镜投影法测试纤维平均直径;采用万能纤维仪(TEXTECHO-FAVIMAT-AIRBOT,德国),该仪器由单纤维万能测试仪 FAVIMAT 和自动取样机 AIROBOT2 组成,为短纤维测试仪器,使用该仪器并采用声波激振法测试纤维线密度,用测力综合装置测试纤维强伸性能。油脂含量由上海复昕化工技术服务有限公司进行测试。

2 结果及分析

2.1 纤维鳞片

牦牛绒纤维表面与羊绒相似,由角质层、皮质层、髓质层 3 个部分组成,其中角质层即鳞片层,规整地包覆在纤维表面,具有保护纤维毛绒的内层组织,抵抗外界机械、化学等腐蚀的功能。颈部牦牛绒纤维排列较其他部位规整度低,且有部分鳞片翘起;背部和后腿部部位的牦牛绒纤维排列齐整,其中背部的鳞片层比后腿部位薄,排列也没有后腿部位的紧密。牦牛绒纤维 SEM 照片见图 1。

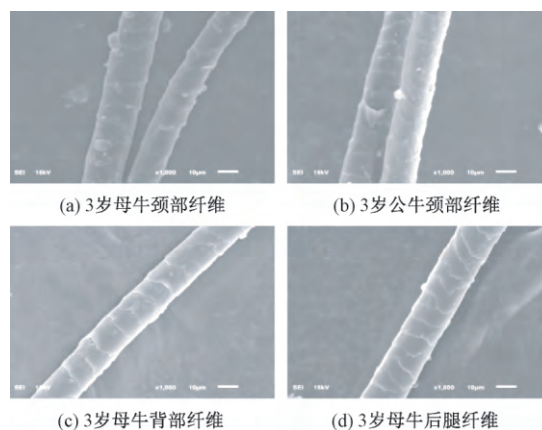


图 1 牦牛绒纤维 SEM 照片($\times 1000$)

2.2 纤维主体长度

2.2.1 测试原理

纤维长度直接影响纤维的加工性能和使用价值,反映纤维本身的品质与性能,故为纤维最重要的指标之一,是纺织加工中必检参数,纤维长度对毛纱品质有较大影响。当纺纱支数一定时,长纤维纺成的纱强度高、条干好,纺纱断头率低。根据 GB/T 6098.1—2006《棉纤维长度试验方法 第 1 部分:罗拉式分析法》,使用罗拉式纤维长度分析仪,将一端排列整齐的纤维束,按一定组距分组称量,再利用公式计算出纤维长度。

2.2.2 测试结果及分析

纤维各项性能测试结果见表 1。可以看出,母牛纤维长度范围低于公牛纤维,各部位各年龄阶段纤维长度增减趋势较为明显,其中 1、3、5 岁母牛颈部牦牛绒对应的主体长度呈明显的下降趋势。从同一年龄、同一部位的测试结果看出,公牛的主体长度更长。而同一性别和年龄,不同部位比较,后腿部位的牦牛绒纤维主体长度更长。

2.3 纤维直径

随机挑选牦牛绒纤维置于载玻片上,利用显微镜直接测量,并自动记录平均值。公牛纤维的直径范围略大于母牛纤维,除 1 岁牦牛因发育不成熟而

表1 纤维性能测试结果

序号	牛龄/岁	性别	部位	主体长度/mm	直径/ μm	线密度/dtex	强力/cN	伸长率/%	断裂强度/ $(\text{cN} \cdot \text{dtex}^{-1})$	平均断裂功/ $(\text{cN} \cdot \text{cm})$
1	1	母	颈部	19.31	18.344	3.16	5.50	39.84	1.48	1.60
2	1	公	颈部	22.23	16.142	2.69	4.60	37.04	1.44	1.32
3	1	母	背部	31.98	17.631	3.04	4.32	36.83	1.42	1.16
4	1	公	背部	33.15	17.126	2.87	4.16	35.64	1.38	1.10
5	1	母	后腿	38.98	17.218	2.97	4.44	40.12	1.55	1.24
6	1	公	后腿	39.77	16.239	2.70	4.13	15.46	1.39	1.16
7	3	母	颈部	17.02	19.157	3.42	5.35	38.24	1.49	1.43
8	3	公	颈部	20.37	16.375	2.73	3.98	33.32	1.40	1.00
9	3	母	背部	27.61	19.039	3.22	5.46	35.91	1.57	1.60
10	3	公	背部	28.37	18.985	2.94	3.83	33.04	1.45	0.96
11	3	母	后腿	36.83	22.375	3.96	6.14	35.24	1.62	1.64
12	3	公	后腿	38.62	19.309	3.29	5.95	35.44	1.50	1.05
13	5	母	颈部	14.12	19.812	3.56	5.96	40.98	1.59	2.02
14	5	公	颈部	16.65	19.024	3.18	4.90	35.75	1.42	1.29
15	5	母	背部	22.80	20.696	3.60	5.44	36.94	1.66	1.46
16	5	公	背部	24.07	19.247	3.27	6.48	35.96	1.52	1.68
17	5	母	后腿	34.19	24.386	4.28	7.00	37.00	1.74	1.87
18	5	公	后腿	36.46	24.113	4.12	7.38	33.50	1.64	1.89

导致各部位纤维直径差异不明显外,其他几组样品中,背部绒的直径均小于颈部和后腿部位的绒。随着牦牛年龄的增加,牦牛绒的平均直径有一定的增加,但波动不大,趋于稳定。

2.4 纤维线密度

线密度是纤维是否可用于纺织加工的一个重要指标,纤维越细,成纱质量越好。处于不同部位的牦牛绒纤维线密度不同,分别选用颈、背、后腿部位的牦牛绒纤维,在万能纤维仪上进行测试。其中颈部、背部、后腿对应的母牛牦牛绒纤维线密度均略大于公牛。与直径测试结果相符,公牛牦牛绒略细于母牛,背部牦牛绒略细于其他2个部位。

2.5 纤维强伸性

断裂解强度是评定毛绒纤维的重要指标,对纤维的加工工艺特性有较大影响^[10]。纤维强力是影响纱线强力的直接因素,强力决定了其用途。由强力数值可区分正常纤维和弱节,是纺纱前不可或缺的测试指标,有助于挑选出适宜纺纱的纤维。从表1可看出,牦牛绒纤维断裂强度范围为1.38~1.74 cN/dtex。1岁母牛颈部、背部、后腿3个部位的断裂强度差异不明显,5岁母牛后腿部位绒的断裂强度最大,为1.74 cN/dtex,但断裂强力、断裂功、断裂伸长并不是最大。1岁之后的牦牛,纤维断裂

强度大小为后腿部位>背部>颈部,后腿部位纤维强度值较大的原因与其含绒量较低有关,母牛绒纤维的强力值略大于公牛绒纤维。

2.6 纤维油脂含量

牦牛为特种动物,生长在高寒、干燥地带,又因自身遗传因子的影响,油脂分泌旺盛。为探究不同年龄段牦牛绒的油脂含量、碘值及其他成分的差异性,以1、3、5岁牦牛背部的绒为例,并以1岁牦牛洗涤后的背部牦牛绒样品为参照样。油脂含量的测试指标主要为饱和脂肪酸、不饱和脂肪酸,其中总脂肪的检测依据GB/T 22223—2008《食品中总脂肪、饱和脂肪(酸)、不饱和脂肪(酸)的测定 水解提取-气相色谱法》测定,碘值参照GB/T 5532—2008《动植物油脂 碘值的测定》测定,其余指标采用气相色谱-质谱联用仪(GC-MS)测定。

随着牦牛年龄的增大,牦牛绒总脂肪、饱和脂肪酸、不饱和脂肪酸和碘值含量均增大,是由于年龄增大,牦牛代谢减慢,油脂堆积,洗涤后的牦牛绒纤维各指标均有明显下降。牦牛绒纤维油脂含量过多,纤维间抱合减弱,纤维易滑移,会在纺纱过程中影响成纱的质量与效率,并且如果不经过一定的前处理,纤维易发酸发臭,难以保存,因此用于纺纱的牦牛绒纤维需经过一定的洗涤。牦牛纤维油脂含量测试结果见表2。

表 2 牦牛纤维油脂含量测试结果

纤维种类	总脂肪 / %	饱和脂肪酸 / (mg·kg ⁻¹)	不饱和脂肪酸 / (mg·kg ⁻¹)	丁酸 / (mg·kg ⁻¹)	己酸 / (mg·kg ⁻¹)	辛酸 / (mg·kg ⁻¹)	癸酸 / (mg·kg ⁻¹)	十一碳酸 / (mg·kg ⁻¹)	十二碳酸 / (mg·kg ⁻¹)	十三碳酸 / (mg·kg ⁻¹)	十四碳酸 / (mg·kg ⁻¹)	碘值 / (g·(100 g) ⁻¹)
1 岁牦牛	0.30	1 974.48	1 346.40	< 0.1	125.98	59.77	77.92	< 0.1	75.96	55.03	572.30	9.21
2 岁牦牛	0.41	2 637.47	1 487.35	< 0.1	154.95	53.79	107.28	< 0.1	95.26	54.27	829.84	9.45
3 岁牦牛	0.48	3 319.20	1 529.00	< 0.1	202.60	65.30	157.42	< 0.1	120.47	41.37	1 110.03	11.05
1 岁牦牛纤维洗净样	0.27	1 755.30	988.87	< 0.1	134.60	42.48	61.19	< 0.1	71.05	46.96	466.02	6.33

3 结 语

牦牛的生长与其他哺乳动物相似,随着年龄的增加,牦牛绒的新陈代谢速率减慢,毛发的生长速度变缓,纤维主体长度呈下降趋势,性能有所改变。不同部位的牦牛绒由于基因在生长过程中的选择性表达,也存在差异性,其中颈部的牦牛绒主体长度较短,只适合短纤纱工艺,后腿和背部的纤维主体长度更长,适合做高档纺织品原料。从同一年龄、同一部位纤维的测试结果看出,公牛牦牛绒的主体长度略长于母牛,并且直径、线密度也略小于母牛,按照纤维越细越长越适宜纺纱的理论,公牛牦牛绒更优。同一年龄、性别,不同部位的牦牛绒,断裂强度为后腿>背部>颈部。随着牦牛年龄的增加,纤维总脂肪含量增加,油脂过于旺盛会影响成纱过程中纤维的抱合,因此必须将纤维进行洗涤除油后再投入生产。线密度、长度最佳的牦牛背部纤维,强力不是最大的,在实际生产过程中,应根据产品的要求来选择合适的纤维。

参考文献:

- [1] 阎萍,伊世东.牦牛遗传资源保护及综合开发利用[J].畜牧与兽医,2005(4):23-24.
- [2] 施奇静,王静,孙军平,等.中国牦牛资源保护及可持续利用:驯化与品种培育[J].家畜生态学报,2016,37(1):81-86.
- [3] 陈涛.浅谈牦牛绒的物理性能和应用[J].中国纤检,2010,21(1):80-81.
- [4] 汪兴锋,徐伯俊,刘新金.4种牦牛绒纤维物理机械性能测试[J].上海纺织科技,2015,43(5):51-53.
- [5] 苏琼.牦牛绒、绵羊绒纤维与山羊绒纤维的比较[J].上海毛麻科技,2015(4):32-35.
- [6] 吴娟,谢春萍,杨艳春,等.牦牛绒纤维长度分布[J].毛纺科技,2015,43(7):1-5.
- [7] 崔万明.牦牛绒的各项性能分析[J].上海纺织科技,2002,30(3):11-13.
- [8] 王亚中,芦玉花.牦牛绒(毛)的纤维特征和性能分析[J].毛纺科技,2002,30(1):1-5.
- [9] 姚穆.我国纺织纤维原料面临的挑战及应对策略[J].棉纺织技术,2011,39(10):613-616.
- [10] 于伟东.纺织材料学[M].北京:中国纺织出版社,2006.