

宁夏大学优秀学术著作出版基金资助

西部特色生物资源保护与利用重点学科系列成果

中国主要产绒地区 山羊绒品质研究

主 编 陈如熙 马惠光



黄河出版传媒集团
阳光出版社

宁夏大学优秀学术著作出版基金资助

西部特色生物资源保护与利用重点学科系列成果

中国主要产绒地区 山羊绒品质研究

主 编 陈如熙 马惠光



黄河出版传媒集团
阳光出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国主要产绒地区山羊绒品质研究 / 陈如熙, 马惠光主编. — 银川: 阳光出版社, 2014.6

ISBN 978-7-5525-1339-4

I. ①中… II. ①陈… ②马… III. ①山羊绒—毛纺织—羊毛质量—研究—中国 IV. ①TS102.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 144973 号

中国主要产绒地区山羊绒品质研究

陈如熙 马惠光 主编

责任编辑 吴月霞 景 岚 施 娜

封面设计 张 宁

责任印制 岳建宁

黄河出版传媒集团
阳光出版社 出版发行

地 址 宁夏银川市北京东路 139 号出版大厦(750001)

网 址 <http://www.yrpubm.com>

网上书店 <http://www.hh-book.com>

电子信箱 yangguang@yrpubm.com

邮购电话 0951-5044614

经 销 全国新华书店

印刷装订 宁夏精捷彩色印务有限公司

印刷委托书号 (宁)0016028

开 本 720mm×980mm 1/16

印 张 21.75

字 数 400 千

版 次 2014 年 7 月第 1 版

印 次 2014 年 7 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5525-1339-4/S·115

定 价 168.00 元

版权所有 翻印必究

《中国主要产绒地区山羊绒品质研究》

编 委 会

主 编

陈如熙 (宁夏大学生命科学学院)

马惠光 (宁夏出入境检验检疫局)

编 委

陈 炜 (宁夏出入境检验检疫局)

魏智清 (宁夏大学生命科学学院)

王晞暉 (宁夏大学生命科学学院)

于洪川 (宁夏大学生命科学学院)

白泉阳 (福建出入境检验检疫局)

审 校

王玉炯 (宁夏大学生命科学学院)

山羊绒品质研究开发概况 (代序)

山羊绒是绒山羊的主要产品。山羊绒被认为是当今世界上可用于工业生产的纺织纤维中最珍贵的纤维。具有纤细、轻盈、滑糯、保暖、光泽柔和、富有弹性等特点,有其他纤维无可比拟的独有特性。世界上山羊绒主要生产国家有中国、蒙古、伊朗、阿富汗、哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、巴基斯坦、土耳其等国家。“中国山羊绒产量居世界首位,2005 年中国山羊绒产量为 15434.83 吨,占世界羊绒产量的 60%~70%。近年来,澳大利亚、英国、新西兰等一些发达养羊国家将野山羊向绒山羊的方向发展,由于这些国家绒山羊的发展,中国山羊绒产量所占比例有所下降,但中国产绒量一直处于增加状态……中国山羊绒产量从 1996 年的 9585 吨,增加到 2005 年的 15434.83 吨,增幅为 61%。”据有关资料统计,2010 年中国山羊绒总产量为 16400 吨。不仅如此,中国山羊绒品质也优于上述这些国家,尤其在细度上,纤维直径为 13.0~15.0 μm ,而且白绒比例比较高,约占 40%。国际纺织工业部门对山羊绒的细度要求以直径 13.0~16.0 μm 的为最好。国际市场上直径在 16.0 μm 以下、长度长的山羊绒价格高,随直径加粗单价也随之下降。颜色以白绒最为珍贵。山羊绒是纺织纤维中的一颗宝石,用其开发生产的纺织品在国际市场上一直畅销不衰,所开发的时装在国际市场上始终扮演着重要的角色,成为一种高贵、富华的象征,为广大消费者所喜爱。因此,世界所有产绒国家都十分重视提高山羊绒品质的研究和开发。本文仅从商品检验和深加工角度,就山羊绒品质研究概况作一简要阐述。

一、山羊绒基本性状的研究

山羊绒的基本物理性状包括细度、长度、强力等。只有细而长和一定强力的纤维,才能纺成质量高的纱线,才能织出轻、软、糯的纺织品。因此这三个最基本的物理性状是决定山羊绒品质和价值的最主要的指标。

(一) 细度与产绒量相关分析

1. 细度与生态环境

山羊绒细度以微米 (μm) 直径来表示, 并作为分级标准中最基本的指标, 也是国际市场定价的主要依据。由于山羊绒细度与毛纺织品质量优劣有密切的相关性, 因此, 世界各产绒国注重细度形成机理及影响细度的种种因素研究, 而世界各产绒国家所产山羊绒细度是不同的, 差异性较大, 见下表:

国 别	细度 (μm)
中 国 *	13.0~17.0
伊 朗	17.5~19.5
前 苏 联	18.0~19.0
蒙 古	13.0~16.0
新 西 兰	13.0~19.5
澳大利亚	13.5~19.0
土 耳 其	16.0~17.0
巴基斯坦	17.9

注: * 不包括我国辽宁绒山羊所产山羊绒细度, 该羊绒细度偏高, 平均约为 $17.3\mu\text{m}$ 。

由上表可知: ①中国和蒙古所产山羊绒属于优质羊绒; ②不同地域的山羊绒细度是不同的, 形成这种差异的原因, 一般认为是与产绒地区的生态环境和品种有一定相关性, 同时与山羊起源走向是一致的。李远超等认为: “家养山羊主要起源于印度北部 (Hindukuskk) 和小亚细亚的 Sobre-homed be Eoar 山羊, 也可能来自于 Tyan Shan 的大螺角山羊 (Spiral-homed marlar)。”

“就绒的细度和产绒量的水平来讲, 家山羊的一支起源于地中海流域, 向东迁移进蒙古和中国, 直到印度次大陆和东南沿海一带。按此走向发现山羊绒的直径和绒产量是逐渐下降的, 临近安哥拉山羊原产地土耳其, 山羊被毛最粗……到顿河山羊绒直径为 $19.5\mu\text{m}$, 顿河南面是伊朗, 伊朗 Marghide 山羊的绒直径为 $17.5\sim 19.5\mu\text{m}$; 往东的阿富汗、哈萨克斯坦, 当地土种山羊的绒直径为 $17.5\mu\text{m}$ 。阿尔泰山地土种山羊绒的直径为 $16.2\mu\text{m}$, 蒙古和中国山羊绒的直径为 $13.0\sim 15.0\mu\text{m}$ 。”这种按品种起源走向分析山羊绒的细度形成原因, 实质上是不同地域的不同生态条件下生活的环境所决定的。可以说在内陆腹地的荒漠草原的生态条件下饲养的山羊, 其绒直径较细。中国的绒山羊多半生活在西部的荒漠和半荒漠草原, 蒙古也属于荒漠草原, 所以中国和蒙古所产山羊绒均属于优质羊绒。“山羊绒品质研究课题组” (本书编者是课题的主持人) 根据我国绒山羊生活的不同地域生态条件, 将绒山羊所产山羊绒的细

度划分为四种类型，即雪线纤细型、黄土高原纤细型、荒漠纤细型、沿海粗型（参看本书第三章有关内容）。这是根据我国绒山羊生活在多种生态环境中，所生产的山羊绒的细度的差异性进行分型的，是符合实际情况的。

2. 细度与品种、产绒量的关系

世界上很多产绒国家，都注重山羊的品种改良和选育，以提高个体的产绒量。从这一目标出发，由于“产绒量与绒毛长之间存在着中等的正相关，在活重和密度相同的条件下，绒长的个体，其产绒量较高。但绒长与细度之间又存在一定的负相关，一般是绒毛增长则细度加粗”。所以，绒山羊的选育与改良，就是选择绒毛较长的公羊与绒毛较细的母羊交配，在保持绒毛细度不变的情况下，以改进个体的绒毛长度。中国的绒山羊品种较多，由于品种不同，羊绒的产量和品质差异性大。在我国众多绒山羊品种中产绒量高的是辽宁绒山羊。有资料报道：“辽宁绒山羊一般地说公羊达 570g，母羊达 470g，但细度偏粗，公羊为 $16.47\mu\text{m}$ ，母羊 $17.1\mu\text{m}$ 。”“辽宁绒山羊成年羊平均细度 $17.3\mu\text{m}$ 。”尽管如此，我国于 1984 年正式颁发 [GB4630-84] 辽宁绒山羊标准。由于辽宁绒山羊的产绒量高这一突出特点，因此，从 20 世纪 70 年代以来先后有 17 个省区 50 余个县（市）引进辽宁绒山羊改良当地土种山羊，以提高产绒量，取得了一定成效。但是，各地的杂交改良效果不尽相同，特别是盛产山羊绒的重点省区如新疆、青海、西藏、内蒙古、宁夏、陕西等。据税世荣研究报道：“内蒙古伊盟达拉特旗引进辽宁绒山羊进行杂交试验，据 1986 年测定，一代杂种公羊平均产绒 544g，比当地公羊增加 271.4g；一代杂种母羊平均产绒 353g，比当地母羊增加 135g；绒平均细度为 $14.9\mu\text{m}$ ，比当地母羊只加粗了 $0.32\mu\text{m}$ 。这样的杂交效果是令人满意的。”根据达文政等研究，结果与上述内蒙古的试验结果是符合的，认为：“用辽宁绒山羊改良宁夏土种山羊试验表明，在相同的饲养管理条件下，1~2 岁杂一代比同龄性别的宁夏土种羊产绒量提高 54.05%~95.33%……杂一代绒细度比土种山羊增加 $0.23\sim 0.31\mu\text{m}$ ，但仍属于优质范围。”谢克诗等引进辽宁绒山羊与子午岭黑山羊进行杂交改良试验后认为：“杂种山羊产绒量显著地高于子午岭山羊。一代成年母羊为 242.84g，二代成年母羊为 312.97g。分别较子午岭山羊成年母羊高 115.44g 和 185.13g ($P<0.01$)。杂种山羊绒细度变粗，一代、二代山羊分别较子午岭山羊粗 $0.28\mu\text{m}$ 和 $0.24\mu\text{m}$ ($P>0.25$)。”新疆是我国山羊绒主要产地之一，同样地引进辽宁绒山羊来改良当地土种山羊取得类似的效果。据王培基等报道，引进辽宁山羊改良新疆山羊后结果为：“杂交一代、二代、三代周岁母羊产绒量分别提高 53.99%、81.21%、92.88%……杂一代羊绒细度比当地山羊有明显变粗，但到杂二代，杂三代

有变细的趋势。”他们建议：“只要做好选配、加强选育，就可把杂交羊的细度控制在 $15\mu\text{m}$ 以下，仍可保持新疆山羊绒细度、柔软等特点。”青海省畜牧科学研究所程忠产等“引进辽宁绒山羊与土种山羊进行杂交试验结果同样表明了既提高了杂一、二代山羊产绒量，又保持了当地土种山羊的细度”。据最近研究资料表明，青海省引进辽宁绒山羊与柴达木土种山羊杂交改良，经过 4 个世代持续选育，已培育形成“柴达木绒山羊”品种，2009 年 11 月通过国家遗传资源委员会认定，已列入《国家农业部地方保护品种志》。柴达木山羊的产绒量远远高于当地土种山羊，细度略有下降，但仍然属于优质羊绒（见本书第一章）。同样，内蒙古也引进辽宁绒山羊改良罕山地区土种山羊取得了产绒量大幅度提高、基本保持细度不变的结果，正式命名为“罕山白绒山羊”，也列入《国家农业部地方保护品种志》（见本书第一章）。从上述系列资料来分析，各地在引进辽宁绒山羊改良当地土种山羊总的效果是：①在提高产绒量方面取得比较显著的成效；②改良后的山羊在绒纤维细度变异上并不一致，杂种一代绒细度呈加粗趋势，其范围一般在 $0\sim 1.23\mu\text{m}$ ，平均为 $0.44\pm 0.39\mu\text{m}$ ，杂种二代、三代相对比较复杂，有变粗的，有变细的，杂交二代细度加粗约在 $0.22\mu\text{m}$ ，而杂交三代细度变粗范围在 $0.49\sim 0.06\mu\text{m}$ 。通过很多试验可以看出，在杂交改良后，提高产绒量，其细度多数报道是增粗了，也有少数报道细度低于当地土种山羊。这与 Millar.P 1986 年和 Ryder 1987 年所报道的提高产绒量必然伴随着细度增加的看法基本一致。

（二）长度、密度与产绒量相关研究

众所周知，决定山羊绒品质和价值的主要指标是绒纤维的细度和长度。而山羊绒的长度和产绒量呈平行关系，与密度呈正相关，即提高山羊绒长度和密度，相应地增加了产绒量。我国各地的土种山羊一般说产绒量较低，这和绒密度高低有直接关系。绒山羊“在活重和绒毛长度相同条件下，单位皮肤面积绒毛密度大的羊，其产绒量必然较高……在活重和密度相同条件下，绒长的个体，其产绒量较高”。在这个专题上，国内外均有不同的研究报道，马月辉、蒋英在应用辽宁绒山羊杂交改良子午岭黑山羊后认为：“ F_3 产绒量与绒的伸直长度相关系数为 0.45，与体重为 0.41，与细度为 0.36，这说明增大体格和绒毛长度，可使产绒量提高，但亦会出现细度增粗这一不利结果。”“由于绒长和细度之间又存在一定的负相关，一般是绒毛增长则细度加粗，所以一定要在绒的细度 $14\sim 16\mu\text{m}$ 保持不变的前提下，选择绒毛较粗较长的公羊与绒毛较细较短的母羊交配改进个体绒长。”在马月辉、蒋英研究的结果中改良羊只，增大体格即是增大了产绒面积，绒毛长度增大，实际上是每根绒毛的重量增

加，因而产绒量增加，但是这两个因素是相对有限的。在该研究中，只做了初级绒毛囊和次级绒毛囊的比值比较，认为“次级绒毛囊密度（S）与初级绒毛囊密度（P）之比，子午岭山羊为 4.33，随着级进杂交代数提高，S/P 逐渐提高，F₃ 为 6.51，辽宁绒山羊为 7.07……”从该研究中得知，辽宁绒山羊的产绒量高，与其次级绒毛囊密度有直接关系。众所周知，“密度与产绒量之间呈高度正相关，其相关程度要大于绒毛长度，而且该性状的遗传力也较高……很显然在活重和绒毛长度相同条件下，单位皮肤面积绒毛密度大的羊，其产绒量必然较高……而且这样的羊，由于毛丛闭合性能较好，尘土草屑侵入较少，净绒率也得到提高。”根据毛囊发育的组织学研究，次级毛囊形成绒纤维，初级毛囊形成山羊粗毛。因此，次级毛囊的密度可决定绒产量的高低，而次级毛囊的发育，胎儿在母体形成到胎儿出生时发育较快。胎儿出生后，随着个体发育加快，年龄的增长，虽然次级毛囊也在发育，但是，单位皮肤面积上的次级毛囊有相对减少现象。单位皮肤面积的次级毛囊数与绒纤维数基本上是一致的，与产绒量呈正相关，因此，密度越大，产绒量越高，而这些指标因品种、年龄、性别或个体差异而有所不同。据林均德等研究结果认为：“公羊的产绒量大于母羊，除公羊的体表面积大于母羊外，另一主要因素是公羊毛密度大于母羊……在同一个体的初、次级毛囊比值，从初生到成年相对不变，不随年龄增大、体表面积的大小而改变，主要随品种、个体、性别以及妊娠期和哺乳期的营养状况等因素不同而异。”此外，毛囊在生长过程中也受年龄和营养状况的影响。刘淑霞、高洪涛等研究辽宁绒山羊体重与产绒量的关系时指出：“二、三周岁体重与其产绒量呈极显著正相关，可见羊只二、三周岁，在体格上，次级毛囊形成上已呈稳定状态，加之初入繁殖阶段，这时产绒量的高低重点取决于饲养状况，即体重大小。因此在这一阶段要加强绒山羊的饲养管理，结合繁殖，保证羊只有适中的膘情，既利于产绒又利于繁殖。四周岁以上羊只体重与其产绒量呈不显著的正相关。”国外某些产绒国家对山羊的皮肤结构、次生和初生毛囊的密度及其两者的比率（S/P）进行深入研究，集中反映在 Millar,P. 的论文中：“澳大利亚文献报道的毛囊密度从 10 月龄野生羔羊的 22.9 个/mm²（Holst 等 1982）不等……Kastornva（1969）发现顿河母羊毛囊随季节而变化，在 2、4、6、8、10 等月份，每平方毫米平均初级毛囊数分别为 3.9、3.8、3.5、4.0 和 4.3 个，次级毛囊数分别为 31.7、29.2、28.1、38.8 和 39.1 个。”这种随季节不同而出现毛囊数的变化，应引起重视，这些变异可能与山羊生理变化及营养状况、饲养管理而引起体表面积发生变化有关。Millar,P.又报道了 9 种山羊的 S/P 比值，他认为：“补饲富含高硫蛋白的日粮可通过刺激在次优营养状况下保持休眠的某些

次级毛囊的发育而改变 S/P 比率 (Smith.1985) ……纤维长度和脱毛受光照强度和长短的影响。次级毛囊活动周期分为活动期和休止期。在秋季至冬季中期,次级毛囊活动旺盛,开士米纤维迅速生长,经过冬末的过渡期后,到春季开始脱毛。”这一系列的研究说明,细度是山羊绒的重要指标,加上次级毛囊的密度与山羊绒细度成正相关的关系,因此在山羊育种改良中,注意提高次级毛囊密度和提高产绒的同时,将山羊绒细度作为最重要的指标去考虑,才能提高山羊绒的品质。但是,山羊的性别、品种以及季节、饲养管理等种种影响因素,也是不能忽视的。

国内除应用辽宁绒山羊对各地土种山羊进行杂交改良提高山羊绒产量外,还有引进安哥拉山羊改良土种山羊提高产绒量的,但是否能保持细度在 $14.0\mu\text{m}\sim 15.0\mu\text{m}$ 之间,是杂交改良工作中值得重视的问题。

(三) 强度和伸度的研究

我国土种山羊绒单纤维强度一般都在 $3.0\sim 5.0\text{g}$,伸度一般在 $35\%\sim 50\%$ 。辽宁绒山羊的单纤维强度为 $4.5\sim 5\text{g}$,伸度为 $35\%\sim 55\%$ 。杂种山羊绒单纤维伸度变化不大,强度略有提高(达文政,1991,刘印成,1990)。“山羊绒品质研究课题组”曾对我国主要产绒地区 13 个绒山羊品种的山羊绒强伸度进行了研究,强度较好的是产于内蒙古鄂托克旗的紫山羊绒 4.97g 和产于西藏日喀则的紫山羊绒 4.45g 及青山羊绒 4.58g ;伸度最好的是产于内蒙古阿拉善右旗的孟根白山羊绒 47.18% 和西藏那曲地区的紫山羊绒 45.64% 以及内蒙古阿拉善左旗的相根达莱白山羊绒 44.54% 。(详见本书第三章)

(四) 关于山羊绒色泽的研究

根据山羊绒色素的深浅,可分为白绒、灰(青)绒、紫绒几种。据浦亚斌、马月辉论文报道:“根据山羊绒的颜色可分为白绒、青绒、紫绒,其中白绒最珍贵,仅占世界羊绒产量的 30% 左右。蒙古产的羊绒,颜色以青、紫为主,约有 5% 的白绒,70% 的青绒和紫绒,长度为 $35\text{mm}\sim 37\text{mm}$ 、细度在 $13.0\mu\text{m}\sim 15.0\mu\text{m}$ 之间。阿富汗、伊朗、哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦等中亚国家产的绒,颜色以深色为主,细度粗、长度短、手感较差……中国的山羊绒不仅细度好,纤维直径为 $13.0\mu\text{m}\sim 15.0\mu\text{m}$,而且白绒的比例较高,约占 40%。”白色山羊绒在纺织工业上不需要漂白就具有广泛的染色性能,与其他各种颜色的山羊绒相比较,价格最贵。国内外在绒山羊选育改良中,白色山羊绒是一种重要经济性状。“我国把绒分成白、青、紫三类,白绒比价最高为 120%,青绒为 110%,紫绒为 100%。20 世纪 80 年代中期国际市场价格中,白绒($16\mu\text{m}$ 以下)为 100%,而同类细度的灰色和褐色分别为 75% 和 50%。”“英国在进行野化山羊及其杂种的选择中,对全身白色赋予最高选择分。澳

大利亚饲养的野化山羊中，全白、浅灰、深灰、杂色各具，除加强对白色个体的选育外，在剪取绒毛时采取分类剪取，以提高经济效益。”国内在品种改良中主要引进辽宁绒山羊改良土种黑色、杂色绒山羊，在提高产绒量的同时，色泽也发生变化，效果也十分显著。据达文政等研究报道：“辽宁绒山羊（公）与宁夏土种山羊（母）杂交， F_1 代白羔率达 76.6% (98/128)。”于凤惠等报道：“以辽宁绒山羊（公）与河北土种山羊（母）杂交， F_1 代白羔率达 82.86% (324/391)。”又据谢克诗等引进辽宁绒山羊改良土种山羊的研究报道：“辽公 $\times$ 子午岭黑山羊（母）， F_1 白羔率 79% (335/424)；辽公 $\times$ 子午岭 F_1 母羊， F_2 白羔率 92% (376/409)。”这一系列引种杂交改良研究说明了以辽公 $\times$ 土种（黑色、杂色）羊（母）， F_1 白羔所占比例达 70%以上，随着改良代数增加，白色个体比例逐渐增大。但是对控制毛色的主基因、遗传方式和关系研究得较少。只是 Millar,P. (1986) 的论文中综述了以下学者在山羊白毛色泽上开展遗传基因研究的结论：“Lawvergne 和 Ricordeau (1971、1973) 发现白色呈单因子常染色体呈显性遗传，外显率近 100%，这种基因似乎是充当黑毛色的稀释剂，对其他毛色的表达呈上位效应。Eidrgovich (1941) 认为白毛色对所有毛色呈上位，黑色呈下位。Von Lehmann (1984) 认为除了上位白色外，有时还带有隐性白色。Berge (1966) 给出了显性顺序：白色 $\rightarrow$ 红色 $\rightarrow$ 淡黄色 $\rightarrow$ 黑色。很显然各学者对白色的遗传规律意见并不一致，但显性和上位的意见有一定的共同性。Millar,P. (1986) 还综述了前苏联学者对各品种的研究，仅仅是一些百分数的罗列。”从这一系列研究资料可以看出，绒山羊色泽的遗传变异相当广泛，在进行白色绒山羊的选育中，从理论上揭示绒山羊毛色遗传规律，制订行之有效的选育方案，是有一定难度的。目前，国际市场的紫绒价格与白绒的比价约为 75%。由于紫绒在纺织工业中染成黑色或深色后，其纺织品与白绒染色同样制品相比，色泽更加纯正、柔软度更高，当然与细度有一定关系，因此紫绒市场需要量是很大的。在改进色泽的同时，税世荣认为：“今后在毛色改进中，应注意不要过分追求白绒、白毛、白皮肤，这样不利于绒的发展。因为过分强调毛和绒的白度，认为越白越好，特别是白皮肤，就会有可能倾向于安哥拉山羊，失去了两层被毛结构的特性，使粗毛变细，绒毛加粗，趋于单层被毛结构。这种羊的生活力和适应性都较差。”同时，若白绒多了，紫绒少了，给出口带来一定困难。紫绒细度和手感比白绒好，用它制呢绒品比白绒成本略低、手感好，国际市场上亦需要一些本色羊绒制品，在服装潮流回归大自然的今天，本色羊绒纺织品的诱惑力更大，为此，应加强对优良黑色山羊品种的选育工作，以满足国内外市场需求。英国学者认为：“对颜色不必太强求，应把重点放在保持绒纤维直径不

变的情况下，提高产绒量，然后利用白色对其他颜色的显性作用，用优秀的白色公羊配有色母羊，即可把群体改为白色。再者还可有计划地发展有色绒山羊，开发天然色泽产品。”国内外对绒山羊的色泽问题，看法基本是一致的。在对白色绒山羊选育改良中，还应发展一批深色品种，以适应国际市场的需求。对色泽的遗传规律问题需要深入探讨和研究。

二、山羊绒组织结构研究概况

（一）山羊绒组织基本结构

绒山羊被毛一般由 3 层 3 种纤维组成。被毛外层纤维长而粗，称刚毛（或称硬毛），这种纤维由角质层、皮质层和髓质层组成。被毛的中层是粗毛中较细的一种纤维，直径一般在 $40\mu\text{m}$ 左右，具有不连续的髓质，故称两性毛，该纤维从绒毛中分梳去掉比较困难，因此而影响绒毛的平均直径变化，从而影响织物的质量。被毛内层纤维短而细，无髓，由鳞片层和皮质层组成，称为山羊绒。

（二）山羊绒纤维鳞片层研究

山羊绒鳞片层鳞片形状是多样的，据贾双进等人研究辽宁绒山羊纤维理化特性指出：“鳞片形状可分为环形、多角形、斜条形等，鳞片形状与绒毛强度、抗断力和回弹力有密切关系，在其他条件相同情况下，环形鳞片纤维具有较大的摩擦系数，因而具有最好的缩绒性。经电镜观察，辽宁绒山羊绒纤维鳞片多为环形，只有少量斜条形。”“山羊绒品质研究课题组”对内蒙古、宁夏、西藏、甘肃等省区十几种绒山羊电镜观察：鳞片形状多为环形，鳞片边缘光滑，覆盖间距比绵羊毛大。鳞片覆盖略为突出，突出程度即开张程度与马海毛相似，但远远低于绵羊毛，而且上下鳞片间吻合较紧密（见本书第二章有关内容）。山羊绒鳞片层紧贴皮质层，使皮质层不受化学物质、日光中的紫外线及空气的损害，同时鳞片层能减少山羊绒在加工过程中的机械损伤。鳞片层损伤后都会影响到山羊绒的质量，进而影响到以山羊绒为原料的纺织产品的质量。

绒纤维的鳞片密度是以绒纤维单位长度具有的鳞片层次来计算的，即层/厘米。据 Millar (1986) 指出：“山羊绒鳞片平均密度为 600~700 层/厘米。”我国山羊绒密度多偏离这一范围。据王若军报道：“辽宁盖县山羊绒的对应值为 962.5 (601.3~1304.5) 层/厘米（贾双进等，1988），内蒙古阿尔巴斯白山羊绒的对应值为 673.2 (481~1250) 层/厘米（赵霞等，1990）。”关于鳞片数量研究，马惠光、陈如熙等对内

蒙古、宁夏、甘肃、陕西、西藏、辽宁等省区不同品种、不同颜色的山羊共 24 个品种山羊绒的研究，认为：“鳞片数量变异较大，最少的为 666 层/厘米，最多的 1500 层/厘米。”山羊绒纤维的鳞片形状、数量、可见高度、开张程度等性状是我国山羊绒不扞毡性的重要原因之一。

（三）不同理化因素对鳞片层影响研究

众所周知，鳞片形状、数量与绒毛的强度、抗断力和回弹力有密切关系。环形鳞片具有较大的摩擦系数，因而具有较好的缩绒性。据高佩民、贾双进等研究：“有 5% 的绒纤维存在不同程度的鳞角质缺损现象，轻者在鳞角质上缘处有小块缺损，重者呈现一个或多个鳞片缺损。”据马惠光、陈如熙等的电镜观察：“可从电镜照片中看到有鳞片缺损的现象存在。”山羊绒鳞片缺损，如果严重或普遍存在，则会影响绒纤维的物理性状，进而影响其缩绒性，使绒纤维品质下降。

从山羊畜体上采摘山羊绒，到最后制成纺织品，要经过很多加工工序，其中原绒的过轮（机械损伤）、水洗（水温影响）、精梳（机械损伤）、纺纱、染色（化学物质影响）、针织与机织品（有理化因素影响）等一系列的加工过程，都不同程度地接触物理因素和化学物质，势必对山羊绒鳞片有所影响，为探索这个尚不引人注意的问题，“山羊绒品质研究课题组”对此问题做了全面深入的研究（详见本书第 5 章），在这里概括介绍研究的初步结果。

1. 不同浓度的酸性溶液对山羊绒的影响

（1）当山羊绒在浓度为 0.1% 的 H_2SO_4 溶液中浸泡时，鳞片受到轻微的破坏，皮质细胞没有太大的变化。

（2）当 H_2SO_4 溶液浓度为 0.2%~0.7% 时，可见到鳞片开始脱落，皮质细胞缩小聚集，有的皮质细胞形成颗粒状物质。

（3）当 H_2SO_4 溶液浓度为 0.8%~1.0% 时，看到鳞片大量脱落、皮质细胞大量聚集，形成空腔，山羊绒强力显著下降。

2. 不同浓度的碱性溶液对山羊绒的影响

（1）当山羊绒在浓度为 0.1% 的 NaOH 溶液中浸泡 1 小时后，鳞片结构变得疏松，有些鳞片翘起，绒表面皱缩，皮质细胞浓缩在一起。

（2）当 NaOH 溶液浓度为 0.2%~0.5% 时，鳞片表面出现大量皱纹，直径变细，皮质高度收缩，并出现溶解现象。

（3）当 NaOH 溶液浓度为 0.6%~1.0% 时，鳞片已严重皱缩，皮质细胞溶解形成空腔。

3. 不同温度处理对山羊绒组织结构的影响

(1) 水温在 30℃~50℃时, 山羊绒浸泡 1 小时后, 可见到鳞片微有翘起, 直径开始增大, 皮质细胞膨胀, 结构疏松, 出现空腔, 吸水率也相应提高。

(2) 当山羊绒用 60℃~70℃温水处理时, 直径进一步增大, 鳞片翘起更加显著, 开始有脱落现象, 由于水温较高, 皮质细胞中蛋白质分子变性, 容易聚集沉淀, 从而形成颗粒状物质。

(3) 当山羊绒用 80℃、90℃、100℃水浸泡时, 鳞片大面积脱落, 组织疏松, 皮质细胞中蛋白凝固、变性更加严重, 细胞受到严重破坏。

4. 山羊绒放置不同时间后, 组织结构变化

(1) 山羊绒放置 6 个月 (从羊体采摘时计算) 至 1 年以后, 鳞片开始脱落, 直径虽然变粗, 但强力下降, 皮质细胞间形成空腔。

(2) 山羊绒放置 2 年后, 从电镜中看到鳞片大面积脱落, 皮质细胞间空腔增大; 放置 3 年后, 鳞片翘起脱落, 直径略有增大, 皮质空腔更大, 但强力减弱。

(3) 对存放 4 年之久的山羊绒进行电镜观察, 山羊绒中有大量脱落的“粉末”(4 年前存放时无任何“粉末”), 在电镜下观察“粉末”中有脱落的鳞片, 皮质细胞形成颗粒状物质, 山羊绒纤维形成空腔而破裂成枯树枝状。可见, 山羊绒放置时间越长, 对其质量影响越大。

5. 山羊绒在加工过程中“增白剂”的影响

为使纺织品染色更加鲜艳或者保留洁白色泽, 山羊绒在加工过程中, 需要增白, 因此在课题的研究中应用两种型号的增白剂处理山羊绒。其结果是: I 型增白剂处理的绒纤维, 鳞片大面积脱落、皮质细胞膨胀, 有的绒纤维形成较大空腔; II 型增白剂处理的绒纤维, 鳞片略有翘起, 皮质细胞膨胀, 形成空腔较小。总的讲应用增白剂处理的绒纤维, 在不同程度上影响了山羊绒品质, 进一步影响成纱质量。II 型增白剂要比 I 型影响小。增白剂主要成分为 H_2O_2 、甲酸、漂毛粉、增白添加剂。I 型和 II 型成分相同, 配方含量比例不同。由此提示需要改进增白剂成分及其配比, 使其增白, 又不影响山羊绒质量。

三、山羊绒化学成分的研究

根据现有资料, 在对山羊绒的开发、研究中, 畜牧业部门、科研部门和纺织企业的研究者, 侧重研究绒山羊的外形特征、绒纤维组织结构、物理性状、生产性能、

品种选育、纺织品加工工艺等方面，但对山羊绒纤维的化学成分、理化因素对其化学成分影响的研究报道并不多。纯净的山羊原绒化学组成为两个部分：“一部分是水分，占 11.7%~15%，绒纤维的回潮率约为 13.5%；另一部分是干物质。”“在纯净的山羊绒干物质中，90%~98%为角蛋白，其余为脂肪（1%）、多糖、核酸残余及矿物质。”

（一）山羊绒角蛋白及氨基酸种类组成特点

由于在化学分析山羊绒成分的过程中，所采用的分析方法不同，前处理并不一致，计算方法也不相同，因此对各种山羊绒角蛋白含量也就不可能有相近的结果。据王若军研究：“根据纤维预处理即纤维裂解方式，动物纤维角蛋白体系可分为还原体系和氧化体系。角蛋白还原体系中，纤维用巯基乙醇或巯基乙酸和其盐类处理后，采用一定生化技术，将角蛋白划分为高硫蛋白、低硫蛋白和高酪氨酸蛋白，并且各种角蛋白又有多种各自的亚组分。氧化体系则利用过甲酸（双氧水加甲酸）或过乙酸（双氧水加乙酸）处理纤维后，将角蛋白分为 α 角蛋白、 β 角蛋白和 γ 角蛋白。上述两体系有相通的地方，其中 α 角蛋白代表低硫蛋白， γ 角蛋白代表高硫蛋白和高酪氨酸蛋白，而 β 角蛋白在还原体系中尚找不到对应组分，但据已有资料，它的一部分可能是高硫蛋白，另一部分则是低硫蛋白。”“ α 角蛋白主要来自各种皮质细胞和微纤维； γ 角蛋白则来自基质；而 β 角蛋白是鳞片和各类皮质细胞的膜性组分的总和，其中含有很多的粘多糖。”在王若军的文章中还指出：“山羊绒 α 角蛋白比绵羊毛和骆驼毛的都多， γ 角蛋白则相反， β 角蛋白含量在 3 种纤维中相似。”无论是哪种角蛋白，都是由氨基酸组成的。关于组成角蛋白氨基酸种类虽有资料报道，但不多。魏怀芳对我国内蒙古绒山羊、辽宁绒山羊、河西绒山羊 3 个绒用品种的绒纤维氨基酸种类进行分析认为：“我国 3 个绒用品种山羊绒的化学成分中各种氨基酸彼此基本接近，已测得的 18 种氨基酸和氨的含量，均以谷、胱、精、丝、亮氨酸含量高，甲硫氨酸和组氨酸含量最低。”而王若军的研究报道详细地分析山羊绒氨基酸组成为：“组成微纤维的低硫蛋白或 α 角蛋白，含有较多的天门冬 aa、谷 aa、丙 aa、亮 aa、赖 aa、全部的蛋 aa 和较少的胱氨酸……而组成基质的高硫蛋白和高酪 aa 蛋白或 γ 角质，则含有较多的胱 aa、苏 aa、甘氨酸、苯丙氨酸和脯 aa……”这与魏怀芳所研究的并不一致，但研究内容比较深入。“山羊绒品质研究课题组”对内蒙古阿尔巴斯山羊绒、宁夏中卫山羊绒、陕西榆林白山羊绒和紫山羊绒、内蒙古阿拉善左旗白山羊绒和紫山羊绒等 12 个品种山羊绒氨基酸种类和含量进行了分析，“平均总的含量为 85.16mg/100mg 样品，氨基酸种类 18 种，含氮量平均 1.18mg/

100mg 样品，氨基酸种类含量也同样以胱氨酸、谷氨酸、精氨酸、丝氨酸、亮氨酸含量最高，色氨酸、蛋氨酸、组氨酸含量最低”（见本书第四章有关内容），这与魏怀芳所研究的资料基本一致。

（二）山羊绒矿物质含量研究

关于矿物质的资料报道很少，王若军论文中引用其他工作者资料即“公母羊绒的 Zn、Se 含量相似，约为 63.095ppm/kg 和 0.224ppm/kg；母羊绒 Cu 含量（6.08ppm/kg）略高于公山羊绒对应值（4.67ppm/kg），其他含量未见报道”。“山羊绒品质研究课题组”对山羊绒矿物质总含量进行了研究，分析了山羊绒放置 14 个月、17 个月、26 个月矿物含量见下表（有关内容见本书第四章）。

山羊绒放置时间	样本数 (n)	两级差 (%)		平均数 (%) ($\bar{X}$)	标准差 (S)	标准误 ($S\bar{X}$)
		最大	最小			
14 个月	15	1.66	0.91	1.245	0.208	0.0538
17 个月	15	1.40	0.88	1.068	0.165	0.0420
26 个月	15	1.38	0.60	0.942	0.257	0.0660

从上表所测山羊绒放置不同时间后的矿物质含量可以看出一个趋势，即随着山羊绒放置时间的增加，其矿物质总含量在逐渐降低，这可能是山羊绒放置 1 年后鳞片开始脱落、放置 2 年后绒纤维鳞片大面积脱落造成的。因为在脱落的鳞片中含有矿物质，这与马惠光、陈如熙等报道的“山羊绒放置两年鳞片大面积脱落……”是吻合的，但是该研究并没有测定脱落鳞片中矿物质所含元素种类。

四、山羊绒开发研究现状、前景简要分析

（一）概述

当前，回归大自然的理念是广大消费者追求的目标，天然的纤维及其织物受到人们的重视。随着社会的发展和不断进步，人类对畜产品产生了更多样化的需求，原来以生存为主体的结构方式，已经向健康、环保、舒适等理念转化，畜产品消费结构的变化直接影响畜牧产业结构。作为畜产品之一的山羊绒，其质量和产量的发展趋势与羊绒服装行业的兴衰密切相关，进而影响不同类型的羊群数量和比例，形成了紧密联系、互相制约的产业链条。山羊绒，国际上称“开士米”（Cashmere），因其纤维具有纤细、轻盈、滑糯、保暖、光泽柔和、富有弹性等其他纤维无可比拟的独特性，成为毛纺工业的高级原料。高档羊绒制品如羊绒衫、围巾、面料等系列

产品，轻薄柔软、美观、保暖，深受广大消费者的青睐，是市场紧俏商品之一。据相关机构统计，“自 2002 年以来，世界羊绒消费量的年增长速度为 15%，并且随着羊绒工业的发展，尤其是美国和日本，成为世界羊绒制成品消费的大国。从 2002 年统计资料显示，美国羊绒衫购买量达 800 万件，日本羊绒衫的购买量达 500 万件。而中国也随着国民经济的发展，对羊绒制品的消费也大大增加，其中羊绒衫销量达 1000 万件。而在中国羊绒工业的发展，羊绒产品的消费也向平民化发展，消费量逐年增加。”由于种种原因，各个国家对羊绒原毛及其产品的进出口量都有较明显下降。“尤其到 2008 年，羊绒需求量不及总产量的一半，供过于求的矛盾突出，同时由于全球经济危机的影响，尤其是欧美等国羊绒市场不景气，导致羊绒价格大幅下跌，其中美国是中国羊绒制品最大出口市场，占羊绒制品出口总量的 28% 左右。美欧市场占中国羊绒制品出口总量近 2/3。美欧等主要羊绒消费市场出现的下滑已对中国羊绒工业产生明显冲击。”虽然如此，“中国仍然是世界羊绒主产国，占据着很大的资源优势，同时在全球市场公平竞争，拥有设备、人员、政策和贸易等方面的优势，但是在国际市场上 3/4 的羊绒衫份额中，中国自主品牌却不足 20%。”在 20 世纪 90 年代末期和 21 世纪初期，国内羊绒市场上也出现了“天山”、“雪莲”、“鄂尔多斯”“圣雪绒”等品牌系列羊绒产品，但在国际羊绒市场上影响力都不很大。因此各主要产绒地区都加大了山羊绒新产品的开发力度，新产品开发的主要前提是山羊绒品质和山羊绒深加工工艺的改进等。中国山羊绒品质主要指标是细度好、长度长、白绒比例较高，在国际羊绒市场是知名的。下面就山羊绒加工工艺问题作一个简介。

（二）纯纺高支羊绒纱线开发

关于粗纺羊绒纱线，在 20 世纪 80 年代中期，国内设备或进口设备的加工能力所生产羊绒纱线一般在 18~24 支，其中以 22~24 支纱线为主。国内外大规模生产高支纯纺线的能力，一直是技术上的空白。从 1987 年开始，原银川六合绒业有限公司组织科技人员，投入大量资金，对国产棉纺设备进行局部改造，改进原料前处理工艺流程等专项措施，成功地纺出高支羊绒纱线。其中 32~66 支、66~80 支高支纯纺羊绒纱线的专利技术为国家专利局批准，专利号 90101113.4、92100334。此项专利技术曾经由原“宁夏通惠羊绒纱有限公司”批量生产。该项专利技术填补了技术空白，促进了山羊绒进一步深加工、针织和机织产品的生产，提高经济效益。该项专利技术未能及时继续保护，已有很多企业在应用。这项专利技术尚有不完善的地方。进入 21 世纪后有很多企业应用国产毛棉设备生产羊绒高支线。如张瑾、张清录、宋红报道：“提出利用国产毛、棉设备结合生产高支纱技术的工艺路线及主要工艺参