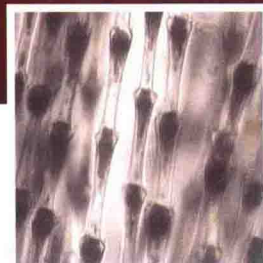
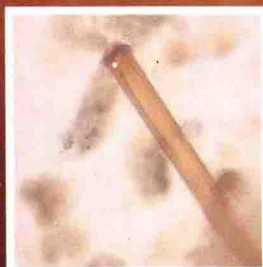


动物类中药 残留毛显微鉴定 研究与应用

*Research and Application of Microscopic Identification of
Remnant Hairs of Chinese Animal Drugs*



主编 ◎ 康廷国



人民卫生出版社



动物类中药残留毛 显微鉴定研究与应用

主 编 康廷国

副主编 刘 丽 苑冬敏

编 者 (按姓氏笔画排序)

刘 丽 苑冬敏

胡雅妮 康廷国

程轩轩

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

动物类中药残留毛显微鉴定研究与应用/康廷国主编.
—北京:人民卫生出版社,2014

ISBN 978-7-117-18445-8

I. ①动… II. ①康… III. ①动物药-毛皮-镜检-研究 IV. ①R282.74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 009953 号

人卫社官网	www.pmph.com	出版物查询,在线购书
人卫医学网	www.ipmph.com	医学考试辅导,医学数据库服务,医学教育资源,大众健康资讯

版权所有,侵权必究!

动物类中药残留毛显微鉴定研究与应用

主 编:康廷国

出版发行:人民卫生出版社(中继线 010-59780011)

地 址:北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编:100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线:010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷:北京顶佳世纪印刷有限公司

经 销:新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:20

字 数:487 千字

版 次:2014 年 5 月第 1 版 2014 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号:ISBN 978-7-117-18445-8/R·18446

定 价:148.00 元

打击盗版举报电话:010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)



前言

20 世纪 90 年代,我们在对中成药参茸鞭丸进行显微鉴定工作时,发现其所含的狗鞭、驴鞭、牛鞭、貂鞭、干家雀五种动物药的残留毛具有稳定的显微鉴定特征,并以此项研究为开端,开创了我国动物药残留毛的显微鉴定研究领域。多年来,随着对这个领域的扩大和深入研究,已有多篇相关研究论文在国际专业杂志上发表。其中冬虫夏草类残留毛显微鉴别的论文以其新颖、科学的研究视角获得《Natural Medicines》杂志论文评比一等奖;主持的科研课题《动物类中药残留毛显微鉴定研究平台与数字化图谱库的建立》先后获得了辽宁省及国家自然科学基金的项目资助,已于 2009 年圆满结题。动物药残留毛的显微鉴定研究不仅为有效地鉴定动物药提供一种简便、可行的新方法,为易混及易掺伪动物药、含动物药中成药的鉴定提供重要的参考依据,而且为动物的分类及动物学的研究提供重要的参考资料,对于提高动物药及含动物药中成药的质量可控性,促进中药现代化发展,具有重要的理论价值和应用价值。

本书以多年研究内容为基础,详细地介绍了动物药残留毛的显微鉴定研究方法,并对 58 种含刚毛的动物,36 种含毛的动物,24 种含羽毛的动物,8 种中成药中动物药的残留毛显微特征进行了系统、详细的阐述。并就已经开发成功的动物药残留毛显微特征数字化图谱库做了详细介绍。

书中各动物药的药材名称、药材拉丁名、动物来源及拉丁学名、性味与归经、功能与主治均首先以 2010 年版《中华人民共和国药典》为依据。对于药典未收录的动物药,依次参考了《中华人民共和国卫生部药品标准》《各省、自治区、直辖市药品标准》《中国动物药志》《中药大辞典》和《中药鉴定学》等专业书籍。对动物药的混用品及各级标准中动物药来源的收载情况不一致者在备注项下进行了说明。对于每个药材品种均附有显微特征详图,并对同类品种以表格的形式进行了类比,以期更便于读者理解和掌握。

因编者水平有限,在探索研究和编写过程中难免有不当或错漏之处,敬请各位专家、学者和同仁批评指正。



目 录

第一章 动物类中药残留毛的显微鉴定概述	1
第一节 刚毛类	1
一、来源	1
二、构造	1
三、功能	2
四、显微研究概况	2
第二节 毛类	3
一、来源	3
二、构造	3
三、功能	4
四、显微研究概况	5
第三节 羽毛类	6
一、来源	6
二、构造	7
三、功能	8
四、显微研究概况	8
第二章 动物类中药残留毛的显微鉴定实验方法	11
第一节 实验仪器与样品	11
一、仪器	11
二、软件	11
三、实验样品	11
第二节 显微制片方法	20
一、刚毛类	20
二、毛类	20
三、羽毛类	20
四、中成药	21
第三节 显微观察与测量	21

第三章 刚毛类	22
九香虫类	22
九香虫	22
小皱蝽	23
土鳖虫类	25
土鳖虫	25
金边土鳖	29
东方潜龙虱	31
冬虫夏草类	33
冬虫夏草	33
凉山虫草	34
亚香棒虫草	36
松毛虫	37
地龙类	39
地龙	39
土地龙	41
虻虫类	43
虻虫	43
牛虻	46
蚂蚁类	48
蚂蚁	48
黑蚂蚁	51
红林蚁	53
蜻蜓类	55
蜻蜓	55
黄衣	59
异色灰蜻	60
透顶单脉色螳	62
蝉蛻类	64
蝉蛻	64
金蝉衣	66
螳蛄	68
其他	71
土蜂	71
大蠊	73
天牛	74
方海	79
叩头虫	81
地牯牛	83

竹蜂	84
全蝎	86
红娘虫	87
花蜘蛛	89
花蚁虫	93
青娘子	95
蚕蛹	97
原蚕蛾	99
蚱蝉	100
斑蝥	102
蛴螬	106
蜈蚣	108
蜂幼虫	109
蜂房	111
鼠妇虫	113
滚山虫	115
蜘蛛	116
蛻螂	118
蝼蛄	120
僵蚕	122
僵蛹	123
蟋蟀	125
第四章 毛类	131
鹿茸类	131
鹿茸	131
白唇鹿茸	135
新西兰鹿茸	137
黠鹿茸	139
麋鹿茸	141
狍茸	143
鹿尾类	147
鹿尾	147
白唇鹿尾	155
水鹿尾	157
鹿角类	160
鹿角	160
狍角	162
鞭类	165

鹿鞭	165
驴鞭	170
狗鞭	173
貂鞭	176
麝香类	178
麝香	178
麝香伪品	180
其他	183
牛蹄	183
水獭肉	185
刺猬皮	187
兔皮毛	189
豹骨	191
象皮	194
鹿筋	195
望月砂	200
猴骨	202
貉肉	204
麂肉	206
熊骨	209
鼯鼠肉	211
獾肉	213
鼯鼠	215
第五章 羽毛类	219
啄木鸟类	219
啄木鸟	219
绿啄木鸟	221
其他	223
红毛鸡	223
乌鸦肉	226
乌骨鸡	228
白鹇	230
竹鸡	232
鳧羽	235
杜鹃	237
练鹊肉	241
伯劳	243
鸚鵡	245

鸳鸯肉	247
麻雀	250
鸽子肉	253
鹅毛	255
鸬鹚毛皮	256
蒿雀	259
鹊鹑	261
楼燕	263
燕窝	265
鹭肉	267
鸬鹚	269
第六章 中成药	272
小活络丸	272
大黄廑虫丸	273
中风回春丸	275
金嗓散结丸	277
保婴丹	278
跌打丸	280
跌打活血散	281
溶栓胶囊	283
第七章 动物类中药残留毛的数字化图谱库简介	285
第一节 工具简介	285
一、MySQL 数据库	285
二、SQL 语言	285
三、Visual C++窗口设计	286
第二节 系统概要设计	286
一、数据库查询指标的确定	286
二、残留毛编号的确定	287
三、图像文件编号的确定	287
第三节 详细设计	287
一、Excel 数据导入	287
二、查询策略	291
三、图片显示策略	292
第四节 系统操作手册	294
一、数据库操作界面	294
二、数据导入过程	294

三、信息查询	298
中文名笔画索引	301
中药拉丁名索引	305
拉丁学名索引	307



第一章

动物类中药残留毛的显微鉴定概述

动物药是祖国医药宝库的一部分,在中药中占有很大的比例。从本草的记载来看,汉简《万物》中载有动物药 16 种,《神农本草经》载有动物药 65 种,《新修本草》载有 143 种,《本草纲目》载有 461 种,《本草纲目拾遗》载有 160 种。另外,现行的新版《中药大辞典》中载有动物药 200 余种,《中国动物药志》中载有动物药 975 种。至于散在于各种医药书刊及在民间流传使用的动物药,则远远超过“本草”记载的数字。据初步统计,到目前为止药用动物种类已达 2000 多种^[1-6]。由于我国地域辽阔,动物品种繁多,长期以来很多动物类药材的混用及掺伪现象十分严重。这些易混淆及被掺伪的动物药仅从外观上鉴别较为困难,特别是动物药被粉碎后加入成药中则更难鉴定。

很多动物药表面都有残留的毛,有的是刚毛 (seta),多来源于节肢动物门昆虫纲、多足纲、蛛形纲、甲壳纲动物,如全蝎 (Scorpio)、土鳖虫 (Eupolyphaga seu Steleophaga) 等;有的是毛 (hair),来源于脊索动物门哺乳纲动物,如鹿茸 (Cervi Cornu Pantotrichum)、鹿鞭 (Cervi Penis et Testis) 等;有的是羽毛 (feather),来源于脊索动物门鸟纲动物,如麻雀 (Passer)、燕窝 (Collocaliae Esculenta Nidus) 等。这些动物在入药时,其表面的残留毛是不清除或清除不尽的。即使药材被粉碎后其残留毛特征在显微镜下也能清晰观察到,而且具有稳定的生物学特性。许多研究表明,利用残留毛的专属性显微特征,以显微鉴定手段可以对该药材进行显微鉴定,而且方法简便、易于操作。

本章对三类残留毛的来源、构造、功能、显微研究概况等几方面做以概述。

第一节 刚 毛 类

一、来源

由表皮细胞内陷形成的刚毛囊中的一个细胞分泌而成,是覆有上表皮的、中空的、有关节的外表皮突起物。为动物体的运动器官,对动物在穴内或地面爬行时有支撑作用,属体壁的衍生物^[7-10]。

二、构造

一般由毛尖、毛干 (皮质、髓质)、毛根三部分组成 (图 1-1)。刚毛除了无毛小皮及髓质细胞特征外,其基本构造及部位的划分与毛相似。

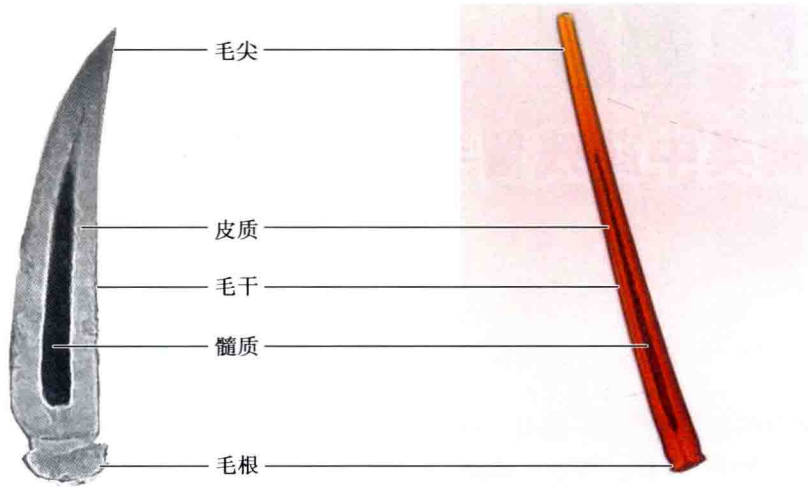


图 1-1 刚毛基本结构图

三、功能

刚毛是动物的运动器官,具有覆盖身体、保持体躯、感觉、防卫等生理功能。

四、显微研究概况

目前,在动物类药材的粉末鉴定中,包含有刚毛显微特征描述的论著不断增多。徐国钧(1986)在《中药材粉末显微鉴定》中对地龙、全蝎、僵蚕的粉末中所见到的刚毛均作了较为细致的描述,同时还附了墨线图^[11]。高士贤(1996)在《中国动物药志》中对地龙、全蝎、僵蚕、蜈蚣、土鳖虫、蝉蜕、九香虫、斑蝥等粉末中所具有的刚毛亦作了细致描述,并附墨线图,另外还在对土鳖虫的两种正品(地鳖、冀地鳖)和一种伪品(金边地鳖)粉末的描述中分别描述了彼此所具刚毛的个体性特征,同时还对蝉蜕的刚毛分三种类型分别作了描述^[2]。赵中振等(1999)在《中药粉末显微鉴别彩色图集》中对土鳖虫、僵蚕的刚毛作了描述,同时附有彩色照片^[12]。国家药典委员会(2009)在《中华人民共和国药典中药材显微鉴别彩色图鉴》中对土鳖虫、地龙、僵蚕的刚毛及毛窝作了描述,并附彩色图片^[13]。此方面的论著还有江苏新医学院(1986)主编的《中药大辞典》^[5]、沈保安(1998)的《中药鉴定现代研究》^[14]、高士贤(1989)的《药用动物》等^[15]。2010年版《中国药典》一部中,在单味药材的鉴别项下对土鳖虫、地龙、全蝎、僵蚕的刚毛特征进行了描述,在性状鉴别项下对蝉蜕体表刚毛的颜色进行了描述;在成方及单味制剂中,有17种是关于全蝎刚毛的特征鉴别(七珍丸、小儿至宝丸、小儿惊风散、小儿解热丸、中风回春丸、中风回春片、牛黄千金散、牛黄抱龙丸、牛黄镇惊丸、再造丸、医病丸、通痹片、清眩治瘫丸、腰痛宁胶囊、醒脑再造丸、癫痫康胶囊、麝香风湿胶囊),4种是关于土鳖虫刚毛的特征鉴别(大黄廋虫丸、活血止痛散、跌打丸、跌打活血散),7种是关于土鳖虫体壁碎片及毛窝的特征鉴别(沈阳红药胶囊、活血止痛散、跌打丸、跌打活血散、跌打镇痛膏、腰痛丸、腰痛宁胶囊),17种是关于僵蚕体壁碎片的特征鉴别(七珍丸、人参再造丸、小儿百寿丸、小儿至宝丸、小儿惊风散、小儿解热丸、中风回春丸、中风回春片、牛黄千金散、牛黄抱龙丸、牛黄镇惊丸、医病丸、抱龙丸、金嗓开音丸、乳癖散结胶囊、清眩

治瘫丸、腰痛宁胶囊),4种是关于蝉蜕体壁表面乳头状或刺状突起的特征鉴别(小儿至宝丸、拨云退翳丸、金嗓散结丸、金嗓利咽丸),3种是关于地龙肌纤维的特征鉴别(伸筋丹胶囊、追风透骨丸、通痹片),此外大黄廑虫丸、化癥回生片中亦收入虻虫及蛰螬毛窝的特征鉴别^[16]。

近年来,利用刚毛的显微特征来鉴别动物药的研究也屡见报道,刘宝玲等(2002)根据动物体壁细胞的纹理、毛窝的形态、大小及刚毛的特征对8种虫类药材及3种含虫类药材的中成药进行了观察与比较,有效鉴别了8种动物药^[17]。胡雅妮等(2003)在国际上首次利用刚毛的显微特征来鉴别冬虫夏草、亚香棒虫草、凉山虫草及冬虫夏草伪品^[18],并以同样方法鉴别土鳖虫的不同来源和伪品^[19]。苑冬敏等(2008)也利用残留毛的显微特征对蝉蜕及其混用品金蝉衣、螻蛄进行了有效鉴别^[20]。

第二节 毛 类

一、来源

毛为哺乳动物所特有的角蛋白细丝,是由表皮的生发层形成的,开始时生发层变厚,再逐渐向真皮垂入,渐渐长成柱状体,末端渐为膨大,这就是毛球开始形成;同一时期,由中胚层分化的乳头,就处在毛球的中间,在毛球附近的上皮柱状体开始分化,边缘部分分成外根鞘,中心部则分化成内根鞘和毛茎,毛茎的细胞在毛球上部进行角质化,随着毛底下的细胞增长,毛就向外长出,这时柱状体上部的细胞开始退化,形成毛管。毛管逐渐伸长,毛茎也就长入管内,突破表皮,于是露出体外,形成毛干,在表皮下的毛发就是毛根。毛囊是表皮组织,虽然它的大部分位于真皮中或真皮下。毛是从毛囊中长出来的。毛的不断生长是由于毛囊基部的细胞迅速增殖,当毛干向上推出,新细胞脱离营养物质变成和指甲、爪、蹄以及羽毛一样的浓缩类型的角蛋白^[21-26]。

二、构造

毛可分为毛尖、毛干、毛根三部分,毛干是露出皮肤以外的部分;毛根是埋藏在皮肤内的部分,毛根由毛囊包裹,毛囊下端膨大成球形,称毛球。毛球底部凹陷,含有结缔组织、毛细血管及神经称毛乳头;毛干的游离末端渐细而尖,称为毛尖。毛一般为三层同心结构,均由角质化的上皮细胞构成,由轴心向外依次为毛髓质、毛皮质、毛小皮(如图1-2所示)。

毛髓质(medulla)位于毛纤维的中心,由排列疏松的多角形髓细胞以胞突相互连接,形成许多不规则的气室。髓细胞的排列方式以及所呈现的花纹因动物类别的不同而有多多种多样的形态,具有分类作用。髓细胞的疏松排列使髓腔中可容纳静止空气,有助于毛纤维的保温功能,髓质的发达程度也影响着毛的弹性和韧性。毛几乎均具髓质,一般比皮质宽,占毛干宽度三分之一以上,髓质细胞界面清晰,充实均匀,不呈连续性。在毛的发生过程中,形成髓质区域的有丝分裂活动开始较晚,停止较早,因而在毛的尖端和成熟毛的根部均无髓质。

毛皮质(cortex)位于髓质的外围,由与毛纤维纵轴平行的紧密排列的细长而直的梭形细

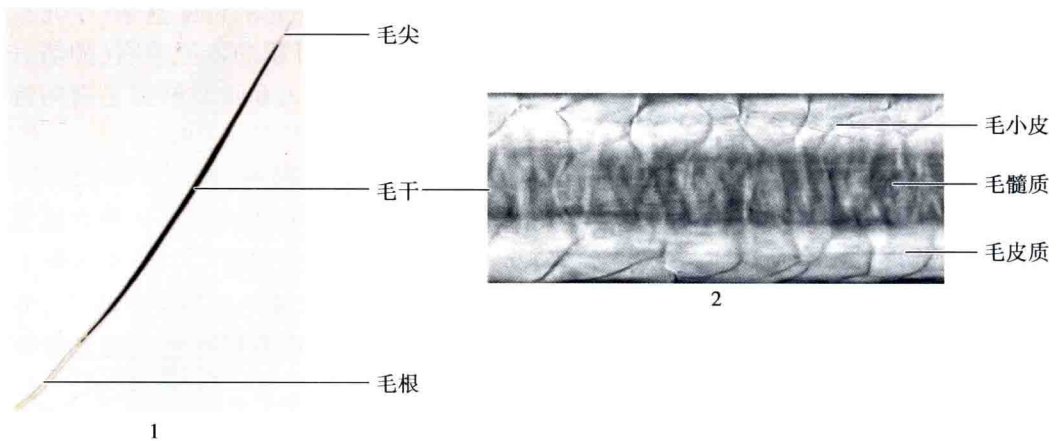


图 1-2 毛基本结构图

胞构成,其发达程度对毛的弹性和韧性起决定作用。细胞的横断面呈不规则的多角形,细胞间以胞间质和一些微丝紧密连接。皮质细胞或细胞间隙含有色素颗粒,色素颗粒的长轴与毛纵轴相平行(如图 1-3 所示)。

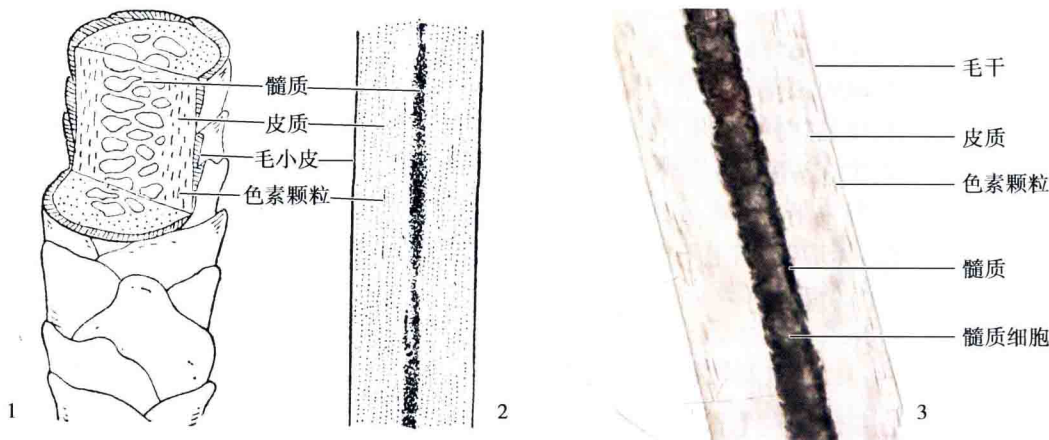


图 1-3 毛干结构图
1. 立体观;2. 纵切观;3. 平面观

毛小皮(cuticle)位于毛的最外层,又称为鳞片层。由一层到多层扁平的、完全角质化的细胞组成,这些细胞互相重叠,近端细胞叠盖远端细胞,呈冠状形、扁平形、镶嵌形、瓣状形、杂波形等多种多样的纹理形式,使之具有分类鉴别意义,鳞片的游离缘指向毛尖(如图 1-4 所示)。

三、功能

毛是动物重要的保温及触觉器官,具有保护、调节、感觉和排泄等生理功能,它的颜色还使有机体与所栖息的环境相协调。

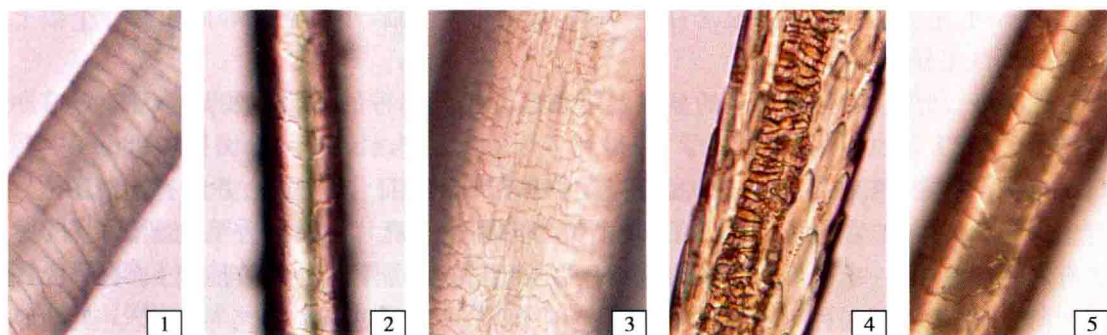


图 1-4 毛小皮纹理类型

1. 扁平形;2. 冠状形;3. 杂波形;4. 瓣状形;5. 镶嵌形

四、显微研究概况

对于毛的显微结构研究,自 20 世纪 30 年代以来进展很快,国内外有大量的文献与论著发表,从有关毛的各种鳞片形态、髓质花纹类型、色素形态及其分布等的基础研究到物种的分类鉴别、食性分析、寄生虫宿主鉴定、法医物证检验、毛的纺织性能等方面均积累了大量的资料。近年来,人们试图从动物毛入手来对其进行分类,从而为动物的分类找出一条新的思路,例如张伟等(2003)在《毛皮学》一书中对毛的鳞片形态、皮质形态、髓质形态、色素形态及观察测量指标等进行了系统全面的阐述^[24]。朱小曼等(1987)发表了 54 种动物毛的扫描电镜结构特征,并指出种间的差异^[26]。陈民琦等(1991)对白唇鹿各部分被毛的形态进行了宏观及扫描电镜的观察,结果表明白唇鹿被毛仅由针毛组成,针毛髓质极发达,皮质呈退化状态,针毛具有很强的保温性,是适应高寒环境的重要特征之一^[27]。张伟等(1994)对水獭全身各部位各类型的针毛结构进行了研究,结果表明水獭针毛的显微结构既有种的稳定性,也有因部位和生长阶段的差异性^[28]。金煜等(1995)通过对中国 12 种猫科动物毛发鳞片结构的观察来对种属进行划分,指出毛的鳞片类型及排列方式作为动物种属划分的依据是可靠的^[29];崔雨新等(1998)对大熊猫、小熊猫、浣熊、黑熊和棕熊的毛发进行了比较观察,结果发现大熊猫、黑熊、棕熊的鳞片结构与小熊猫、浣熊存在着明显差异^[30]。杨晓东等(2002)对人发与 14 种哺乳动物毛发的形态结构作了对比分析,根据毛发表面结构形态的特征,将其分为指状、芽状、波状和鳞状 4 类,并将毛的鳞片形态与毛的保温性、疏水性及其柔性方面联系起来,建立了毛的微观结构与功能特性的初步联系^[31]。金崑等(2003)对东北虎、金钱豹、金猫五个部位的直针毛的髓质指数和鳞片类型与比例的研究表明,用毛的显微形态学的特征进行物种鉴定具有可行性^[32]。孙中武等(2003)对鹿类毛发的鳞片类型进行观察,发现来自不同区域的同一物种,鳞片类型也略有差异,但差异并不显著^[33]。张晓军等(2004)利用扫描电镜对棕背鼠、大林姬鼠和花鼠针毛的显微结构进行观察,结果表明花鼠与其他两种鼠在针毛的鳞片类型、游离缘平滑度、高度、密度等因素上存在显著性差异,在鼠的分类上具有一定的参考意义^[34]。赵青等(2005)通过光镜和扫描电镜对 5 种鼠类针毛结构进行了对比研究,结果表明鼠针毛表面的鳞片类型在不同鼠种中的比例差异显著,具有种的特异性,可以作为鼠类分类的参考指标^[35]。黎红辉等(2006)对灵猫科 3 种兽针毛的显微结构进行了观察与分析,结果表明 3 种动物针毛的长

度大小不同,毛髓质指数存在显著性差异,花面狸与大灵猫、小灵猫在等面积鳞片个数上存在显著性差异^[36]。

近年来,利用动物药残留毛的显微鉴定来区分不同属种的动物药及其伪品的报道亦有增多,研究方法也更加系统、科学,并得到了国际上的学术认可。徐国钧(1986)《中药材粉末显微鉴定》在对鹿茸粉末的显微描述中对其茸毛特征作了描述,并绘有墨线图^[11];赵中振等(1999)在对鹿茸及麝香粉末的研究中亦描述了鹿茸毛及麝香毛的显微特征,并附有彩色照片^[12]。叶基荣等(1992)采用显微鉴别方法对鹿鞭毛、牛鞭毛进行了初步的观察和研究,结果表明二种鞭毛存在明显的差别,可作为鹿鞭鉴别的参考依据^[37]。王勤等(1993)利用动物体本身残留的兽毛组织结构之间的差异来鉴别各种鞭、筋类药材^[38]。文瑞良等(1994)在对3种鹿茸茸毛的显微鉴别中发现,3种鹿茸茸毛在中部直径、毛小皮鳞片排列方式、髓质形状三方面均有不同程度的差异^[39]。彭任辉等(1996)在对鹿筋及其伪品的蹄毛比较分析中发现,鹿科4种动物(梅花鹿、马鹿、水鹿、驼鹿)的毛小皮鳞片大体相似,但髓质的发育情况不尽相同,以此可作为鉴别鹿筋的重要特征之一;同时还发现各种鹿蹄毛不同的取毛部位和相同部位、相同大小(粗细)和不同大小(粗细)毛,其髓质的发育变化较大,呈无规律变化,但不同大小(粗细)毛的髓质指数不与毛的大小(粗细)相关联^[40]。唐生斌(2001)在对五灵脂及其伪品的显微鉴别研究中,对五灵脂中所残留的鼠毛作了特别详细的特征性描述^[41]。程轩轩等(2007)利用残留毛的显微特征成功鉴别了梅花鹿尾、马鹿尾、白唇鹿尾、水鹿尾^[42]。刘丽等(2008,2009)利用残留毛的显微特征鉴别梅花鹿茸、马鹿茸、白唇鹿茸、新西兰鹿茸、黠鹿茸、麋鹿茸、狍茸,并以各种鹿茸的髓质指数为参数采用聚类分析方法对之加以分类,得到了很好的聚类结果^[43-44],说明动物药残留毛的显微鉴定方法已经日趋成熟,可以加以推广。康廷国等(2012)对参茸鞭丸中狗鞭、驴鞭、牛鞭和貂鞭鞭毛的显微特征作了极为详尽的描述,同时还测量了各种残留毛的毛干直径、髓质部直径、髓质指数、毛小皮的纹理间距等一系列特征性参数,发现4种鞭类药材的残留毛在组织形态上均具有生物学稳定的特性,通过对其显微特征进行分析,可以达到鉴定目的^[45]。

第三节 羽 毛 类

一、来源

羽毛是表皮细胞所分生的角质化产物,在系统进化上与爬行动物的角质鳞片是同源的。羽毛是从一个真皮乳突推出来抵过覆盖的表皮。然而,它不像鳞片一样扁,而是卷成一圆筒,叫“羽毛芽”,并由表皮盖住。这个羽毛芽的基部稍沉下达到羽突,羽毛从此突出。一层角朊围绕这个芽,也围住血管的髓腔。表面层的角朊从深处裂开形成一个鞘。深处的远端磨损形成平衡脊,中间的长大形成羽干,其他的形成羽小枝。然后鞘裂开,羽小枝展平形成羽片。生长结束时,羽根的髓腔干了留下腔,两端留下开孔。若是绒羽,鞘就爆裂,放出羽小枝,不形成羽干和羽片。当羽毛在囊中生长时,色素就加入到表皮细胞中。

二、构造

根据羽毛的构造和功能,可分为以下三种^[46-48]:

(一) 正羽(contour feather)

为被覆在体外的大型羽片,由羽轴和两侧的羽片构成。羽轴分为羽根和羽干,羽根为羽轴下端无羽枝的部分,较粗,为无色透明的管状结构,下端有孔,羽根的基部着生在皮肤内。羽干为羽轴上端较长的部分,形状扁平且有一定厚度,向梢端逐渐变细,有一定的弹性。在羽干的两侧由一系列斜形排列(约 45°)的羽枝构成,这些互相平行、彼此相邻的羽枝上,又斜生着许多彼此平行的羽小枝。对于同一根羽枝来讲,其两侧的羽小枝是有区别的。靠近羽枝根部约 $1/4$ 长度的部分,其两侧的羽小枝是自由伸展的,类似于绒,呈对称状态分布,羽小枝呈节状,节上具突起,节间可见色素颗粒,节的数量不等。羽枝上方约 $3/4$ 的部分,其两侧的羽小枝形态不同,一侧是自由伸展的,与羽枝轴夹角为 45° ,即有钩羽小枝,也称远端羽小枝。有钩羽小枝由基柄、羽脉、腹齿、羽小钩、背腹纤毛等组成。另一侧的羽小枝与羽枝轴夹角常小于 45° ,即无钩羽小枝,也称近端羽小枝。无钩羽小枝由基柄、腹齿、背刺、羽脉等组成(如图1-5、图1-6所示)。

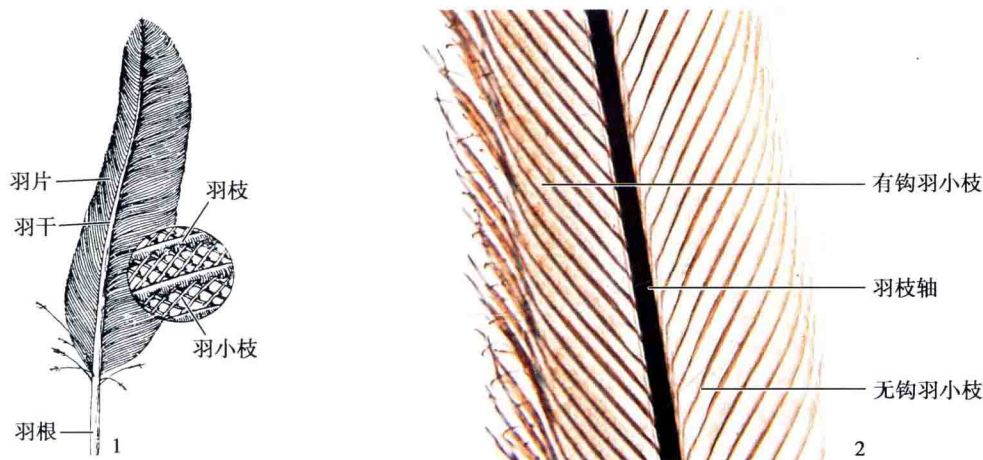


图 1-5 羽毛基本结构图

1. 羽枝;2. 羽小枝

(二) 绒羽(plumule; down feather)

位于正羽下方,呈棉花状,构成鸟体外面松软的隔热层,起着保暖作用。其结构特点是羽轴纤弱,髓部有时断续,常由多列细胞排列而成,支干斜生于羽干两侧,其上生有羽小枝,羽小枝呈节状,称节状羽小枝。节间上的钩状突起不发达,羽根膨大、中空,内有海绵状填充物。

(三) 纤羽(filoplume; hairlike feather)

又称毛状羽,外形如毛发,杂生在正羽与绒羽之中。拔掉正羽与绒羽之后能看到。其基本功能是触觉。