

法庭DNA鉴定 动植物物证检验

张幼芳 徐林苗 著



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

法庭DNA鉴定

动植物物证检验

张幼芳 徐林苗 著



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

法庭 DNA 鉴定:动植物物证检验/张幼芳,徐林苗著.

—西安:西安交通大学出版社,2016.11

ISBN 978-7-5605-9177-3

I. ①法… II. ①张… ②徐… III. ①动物-物证-检验
②植物-物证-检验 IV. ①D919.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 280962 号

书 名 法庭 DNA 鉴定:动植物物证检验
著 者 张幼芳 徐林苗
责任编辑 问媛媛

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)
网 址 <http://www.xjtpress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315(总编办)
传 真 (029)82668280
印 刷 虎彩印艺股份有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 10.5 字数 200 千字
版次印次 2016 年 11 月第 1 版 2016 年 11 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-9177-3/D·283
定 价 52.00 元

读者购书、书店填货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82668803 (029)82668804

读者信箱:med_xjup@163.com

版权所有 侵权必究

前言 FOREWORD

自上世纪八十年代法庭 DNA 鉴定技术诞生以来, DNA 鉴定技术因高识别率和高准确度而得到广泛应用, 如刑事案件现场生物物证来源识别、犯罪嫌疑人认定、亲权鉴定、失踪者身份识别、大型灾难事故遇难者个体识别等, 基本实现了人源生物物证个体识别的目的, 为各类案件的解决提供重要证据。在有些案件中, 现场环境中存在动植物物质, 如狗毛、猫毛或植物残片等, 犯罪嫌疑人可在无意间将其带走, 对该类物证进行 DNA 检验可将犯罪嫌疑人现场或受害人关联, 为案件侦破提供新的途径。另外, 对偷猎野生动物、走私受保护野生动植物以及假冒动植物产品等案件, DNA 检验可以为解决这些案件提供重要证据。然而, 由于动植物种类繁多, 检材种属来源不确定, 相关基因研究资料少, 而使得 DNA 检验相对较复杂, 没有得到普及应用。因此, 动植物 DNA 检验技术值得我们研究和重视。

目前, 法庭 DNA 鉴定相关的著作层出不穷, 但是尚缺乏有关动植物 DNA 鉴定方面的参考书。本书作者多年来对动植物物证的 DNA 检验及其在法庭科学中的应用进行了一些研究和探索, 试图将自己的点滴收获与广大从事法庭 DNA 鉴定工作的同行分享, 为动植物 DNA 鉴定技术的发展尽自己的绵薄之力。

本书共分五章, 前两章介绍了动植物物证的一般知识, 包括常用检验方法、作用和动植物物证的发现、提取及保存方法。第三章介绍 DNA 分析技术, 对一代、二代、三代测序技术的原理和方法进行阐述。第四章为动物物证 DNA 检验, 重点介绍犯罪现场常见的猫、狗等动物物证的 DNA 检验以及野生动物 DNA 检验。第五章介绍作者所在课题组建立的一种基于线粒体 DNA 的植物 DNA 鉴定技术。

希望本书的出版对读者有以下助益: 一是在短时间内对动植物检验有一个简括的了解, 对法庭 DNA 分析技术的发展有一个整体的把握, 而不必去查阅大量资料; 二是提供一些动物 DNA 检验的经验; 为植物 DNA 检验提供一种有效的切实可操作的技术, 在开展动植物 DNA 检验的研究和鉴定时起到参考作用。如能对读者多少有点帮助, 则足以告慰作者。

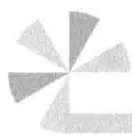
本书的顺利完成, 离不开合作者、朋友、同行的支持、帮助和付出, 在此对 Rick

Jobin 博士、Tom Packer、陈云地博士、董海涛教授等的辛勤付出表示衷心的感谢。

法庭 DNA 鉴定技术的发展日新月异,新的鉴定技术不断涌现,本书能提供的只是沧海一粟,加之作者水平有限,书中难免有错讹之处,敬请读者批评指正。

作者

2016 年 8 月 1 日



目 录

CONTENTS

第一章 概述	(1)
第一节 动植物物证的概念	(1)
第二节 动植物物证的作用	(2)
第三节 动植物物证的检验方法	(4)
第二章 动植物物证的发现、提取、保存	(12)
第一节 动物物证的发现、提取、保存	(12)
第二节 植物物证的提取、保存要求	(15)
第三章 DNA 分析技术	(18)
第一节 概述	(18)
第二节 一代测序技术	(20)
第三节 二代测序技术	(28)
第四节 二代测序数据的初级分析	(39)
第五节 三代测序技术	(49)
第四章 动物 DNA 检验	(54)
第一节 犬类动物 DNA 检验	(55)
第二节 猫科动物 DNA 检验	(59)
第三节 野生动物 DNA 检验	(61)
第四节 昆虫 DNA 检验	(73)
第五章 一种基于线粒体 DNA 的植物 DNA 鉴定技术	(77)
第一节 适合法庭科学的植物 DNA 提取方法	(78)
第二节 植物线粒体基因组 DNA 的特异性	(84)
第三节 植物线粒体基因组 DNA 引物的设计	(91)
第四节 植物线粒体基因组 DNA 分析在法庭科学中的应用研究	(104)
第五节 案例应用	(108)

附录一	试剂与仪器	(116)
附录二	操作规程	(119)
附录三	59 对 PCR 扩增通用引物及序列	(122)
附录四	12 对引物比对情况及所在线粒体基因组上的位置	(126)
参考文献		(155)

第一章

概述

本章提要

1. 动植物物证的概念
2. 动植物物证的作用
动物物证的作用
植物物证的作用
3. 动植物物证的检验方法
动物物证的检验方法
植物物证的检验方法

第一节 动植物物证的概念

动植物广泛存在于自然界中,与人类生活密切相关,当它们出现在案发现场,往往与案件有着千丝万缕的联系,正确认识和有效利用该类物证,对查明案件的真实情况有重要作用。

在案件中,常见的动物物证包括动物体、组织、毛发、羽毛、皮张、鳞片、骨骼、残体、血液(血痕)、分泌物及其斑痕、排泄物等,有时可为动物制品;在涉及动物的案件中,可有动物形成的非生物物证,如动物的足迹、咬痕等,对识别动物也有一定意义。植物物证的范围广泛,包括木材、树皮、锯末,植物的根、茎、叶、花、果等,有些植物物证肉眼不易发现,如孢粉。

动植物物证的应用已有较长的历史。1932年3月1日晚上,美国飞行英雄查尔斯·林德伯格(Charles Augustus Lindbergh) 20个月大的儿子独自睡在家中二楼的卧室,之后保姆发现孩子不见了。卧室的百叶窗微微开着,除了婴儿之外,房间里没有丢失其他东西,在窗户正下方的暖气片上有一个白色的小信封,里面是一封勒索信;在卧室窗台外的地上发现了两枚足迹、两个深深的痕迹和一把木工用的凿子,在附近找到了已经断成三截的木制梯子。很明显,有人利用了这架梯子爬上了二楼的窗口,偷走了婴儿。这是一起幼儿绑架杀害案,作为作案工具的木梯上有一根黄松木横档,其上的树木生长年轮和树节特征与嫌疑人家中阁楼上一根黄松木恰好吻合,此物证成为最后认定案犯的关键证据。这是首次将植物作为证据提供给法庭,

开创了法庭科学史上植物作证的新纪元。随着检验技术的发展,特别是DNA分析技术的应用,动植物物证在案件中的作用愈来愈明显。

第二节 动植物物证的作用

一、动物物证的作用

动物在案件中可以是受害者,也可以是嫌疑犯,或者是案件的见证者,可将犯罪嫌疑人与犯罪现场联系起来,因此,对动物物证的正确认识和合理利用,必将对案件的侦审提供重要线索和依据。

1. 为打击破坏野生动物违法犯罪提供证据

为保护野生动物,我国制定了一系列的法律、法规,如《中华人民共和国野生动物保护法》《陆生野生动物保护实施条例》等,2001年,《国家林业局、公安部关于印发森林和陆生野生动物刑事案件管辖及立案标准的通知》中界定陆生野生动物刑事案件包括非法猎捕、杀害国家重点保护珍贵、濒危陆生野生动物;非法收购、运输、出售珍贵、濒危陆生野生动物、珍贵、濒危陆生野生动物制品;非法狩猎;走私珍贵动物、珍贵动物制品;非法猎捕、杀害、收购、运输、出售、走私《濒危野生动植物种国际贸易公约》(CITES)附录一、附录二所列陆生野生动物。为确定罪与非罪、重罪与轻罪,需对涉案动物进行种属鉴定,确定是否为受保护野生动物,作为定案的依据,根据案件需要,有时还需对动物进行个体识别,以确定涉案动物的数量。

2. 为侦办走失、盗窃动物案件提供证据

对走失、盗窃动物的案件,为解决动物的归属问题,可以对动物进行个体识别,从该动物使用过的刷子、铺垫、玩具等上提取毛发、唾液斑等检材,然后与可疑走失、被盗动物的DNA进行比对,确定是否同一;也可进行动物亲权鉴定,以确定动物的身源,如某地一农民丢失了一头小牛,久寻不见,一段时间后,该农民偶然在另一村民家看到了一张疑似自己家小牛的牛皮,怀疑是该村民偷宰了他家小牛,但该村民却坚持说是自家母牛所生小牛的皮,最后将牛皮分别与两家的母牛进行亲子鉴定,确定小牛为该农民所有。

3. 为涉及由动物引起的民事赔偿提供依据

见于动物造成他人损害的情况,如动物攻击人或其他动物、动物引起事故和财产损失的案件,在这些案件中往往需要确定动物作案者,从而追究其所有人的责任。如狗咬人,可提取受害人咬痕处唾液斑,与嫌疑狗进行DNA比对,确定动物案犯。

4. 为确定刑事案件中嫌疑人与犯罪现场的关系提供依据

宠物与人接触非常密切,因此在刑事案件现场往往可以发现一些动物物证,这些物证常可将犯罪嫌疑人与犯罪现场联系起来。如养了宠物狗的家中往往有较多的狗毛,入室盗窃的案犯会无意间在衣服、鞋上粘上狗毛,如能及时发现和提取嫌疑人携带的毛发,可将嫌疑人与盗窃现场联系起来。在案件中动物物证可从受害人、现场转移到嫌疑人,也可从嫌疑人转移到受害人、犯罪现场。

5. 为打击制假贩假提供依据

在一些商业违法犯罪中,用廉价、低劣肉类伪造经济价值较高的肉类较为常见,如用鼠肉伪造成羊肉、用病死猪肉制成牛肉干等,对该类动物物证进行种属鉴定,即可为打击违法犯罪提供直接证据。

二、植物物证的作用

1. 为林业犯罪案件提供证据

林业犯罪案件的侵害对象是植物,常为具有重要药用、观赏、用材等价值的物种。如盗伐林木,非法采伐、毁坏国家重点保护植物,走私珍稀植物、珍稀植物制品等。我国先后制定了一系列珍贵树木及野生植物保护的相关法律,如《中华人民共和国森林法》《中华人民共和国野生植物保护条例》《森林和陆生野生动物刑事案件管辖及立案标准》等,规定了《国家重点保护野生植物名录》,并加入了《濒危野生动植物种国际贸易公约》(CITES)。为打击犯罪,保护森林和野生植物,涉案植物的物证鉴定对案件的定性至关重要。

2. 为认定和排除嫌疑人提供证据

在一些刑事案件中,作案人、被害人、作案工具、犯罪现场之间可发生植物物质交换,现场的植物叶片、果实、斑汁、花粉等植物物质可被嫌疑人无意间带走,若能查明在嫌疑人处收集到的植物物证与现场的植物样本一致,对确定嫌疑人与犯罪现场的关系,认定嫌疑人起到关键作用。如一名妇女指控一男子在离他车子约7m远的小巷里强奸了她,而被指控男子称其离开车子未超过1m。提取小巷、车道、男子衣服上的泥土样本进行检验,发现3种样本中的几种花粉种类相同,但每种花粉所占的百分率不同。其中一种常绿灌木的花粉,在小巷泥土里占76%,在男子衣服上的泥土占80%,在车道上泥土仅占8%。据此否定了该男子的口供,认定强奸案发生于小巷。

3. 为死亡时间的推断提供依据

对死亡48h内的死亡时间进行推断,一般可根据尸体现象和其他一些方法,但对较长死亡时间的推断常缺乏有力的依据。各种植物的生长有其自身的规律,并与

当地的季节、气候等紧密相关,因此,利用尸体周围植物的生长情况,有时可对死亡时间推断提供较大帮助。例如,在一片树林中发现一具人体白骨,一根股骨被野兽搬离压在一落叶树木的树叶上,当时正值仲夏,压迫部位的树叶已经完全生长成熟,但有脱色。根据该种植物生长规律,推测股骨停留在树叶上约2周;结合当地环境、气候、温度,估计尸体腐败至其骨头能被野兽搬离的最短时间,综合推断死者死亡时间大约在尸体被发现前6~10周。

4. 胃内容物中的植物成分为案件侦破提供线索

胃内容物的消化程度对推断死亡时间有辅助作用,而胃内容物成分的确定,有时可为案件的侦破提供重要线索。胃内容物中的植物成分虽然大体结构因咀嚼、消化而破坏,但因植物细胞壁含纤维素,一般较难消化,其细胞形态特征往往保存较好,可通过细胞形态检验确定胃内容物的植物种类。如在野外发现的被害小女孩的胃内容物中发现有荔枝干成分,同时在嫌疑人家中发现吃剩的半包荔枝干,为案件的侦破提供了线索。

5. 为打击毒品犯罪提供证据

罂粟、大麻、古柯是当前被滥用的三种天然植物性毒品,植物检验鉴定对确定毒品原植物具有重要的作用。如在有些案件中,需对种植的植物是否为毒品原植物进行鉴定,以确定案件性质。曾有一男子被检举种植了大麻,当警察赶到时,他已将植株砍掉,仅留下植株根部,并正在焚烧,警察提取了一些残余根部,通过根部细胞形态结构检验,认定为大麻。

6. 为打击制假贩假活动提供证据

在商业活动中,不法商贩为了牟取暴利制假贩假、以次充好的现象时有发生,如用伪劣的粮食种子充当优良品种坑害农民;将萝卜冒充人参,将土豆冒充天麻坑害消费者利益。为打击该类违法犯罪活动需要应用植物检验技术,通过对送检样品的检验鉴定,确定其品种优劣以及真伪。

7. 为食品安全提供依据

目前转基因植物食品普遍存在,转基因食品的安全性是广大消费者关心的问题,消费者有权知晓所购食品是否为转基因食品并选择是否使用转基因食品。植物检验可为转基因植物食品的鉴别提供依据。

第三节 动植物物证的检验方法

一、动物物证的检验方法

动物物证类型多种多样,涉及不同种属的动物及多种形式的动物制品,动物物证检验技术涉及动物分类学、理化检验、免疫学、生物化学、分子生物学等诸多方面的理论和

技术,在实际工作中,根据检材情况以及鉴定要求选择合适的检验方法。

(一)形态学检验

形态学检验是通过对动物的形态性状进行观察、测量,与已有的文献资料进行比较、核对、分析,得出结论的过程。形态学检验的基础是需要有较完备的动物形态性状数据资料,人类经过长期的知识积累和科学研究,目前已形成比较完备的动物图鉴、动物分类检索系统以及许多动物类群的研究资料。对较完整的动物体或具有较特殊性状的动物检材,可通过动物形态性状的观察和测量,根据动物分类检索表,为动物种属鉴定提供重要依据。

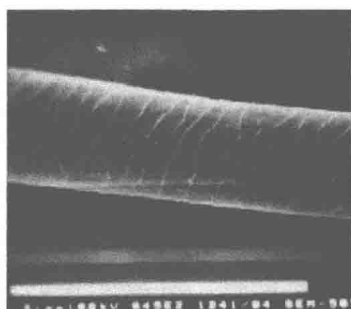
常用的动物形态性状如下:

各种可量可数性状,如:体长、翼展长、尾长、嘴峰长、跗跖长、趾长、爪长,初级飞羽、次级飞羽、尾上覆羽;体重、肩高、臀高、耳长、角长、颅基长、颅全长、听泡量度、眶间宽、鼻骨长、鼻骨宽、颞长、齿列长、各类牙齿的数量;头长、头宽、吻长、吻宽、躯干长、眼间距、眼径、尾高、尾宽、前肢长、后肢长、甲片或鳞片的数量等。

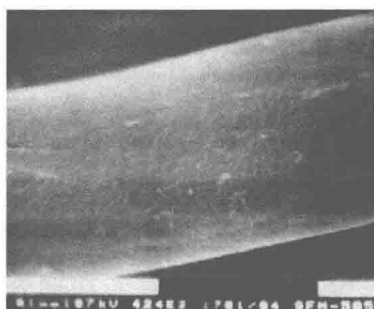
身体各部分的特征及颜色,如:面盘、肉垂/肉裾、羽冠、枕冠、肉冠,眉纹、贯眼纹、颊纹、披肩、鼻管、嘴须、翼的类型、尾的类型、足的类型、蹼的类型、跗跖的类型等;被毛的颜色、臀斑的颜色及大小、角的有无及类型、尾的类型、牙齿的形态;眼睑、声囊、吸盘、瘰粒、疣粒、角质刺,鳞片的类型、犁骨齿的类型、肩带与胸骨的结合类型、椎体类型等。

对动物物证微观性状的观察需要借助显微镜展现出来,动物物证的显微结构或亚显微形态是物种鉴定的重要依据。如毛发是显微镜检验的一类重要检材,毛发的微观结构存在种间差异,可以用于种属鉴别(图 1-1)。

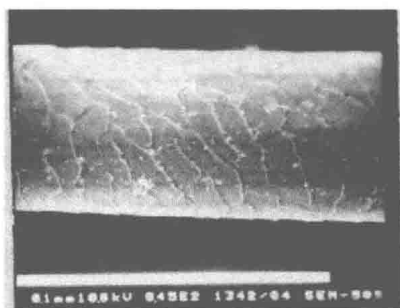
形态学检验是最基础和常用的鉴定方法,在动物物种鉴定中占有极其重要的位置,具有操作方便、快速,成本低廉等优点。但形态学检验对检验人员要求较高,需要具有完备的动物分类学知识体系和丰富的鉴定工作经验;形态学检验很难进行个体识别,因为即使是同一动物,其不同部位的毛发形态也是千差万别;常规的形态学检验对象往往是完整的动物躯体,对一些亲缘关系近的动物可通过细微的差别区分开来,而在法科学实践中,遇到的检材往往是动物的局部,如毛发、骨骼、组织、爪子、羽毛、皮肤等,有些甚至是动物制成品,如皮革、纤维等,给鉴定带来困难,一些只有局部特征或者形态特征被破坏的检材,如残肢碎片、肌肉、器官、血液等检材,很难进行形态学检验。



黑鹿颈部



大灵猫颈部



小灵猫颈部

图 1-1 动物毛鳞片形态

(二)蛋白质水平检验

当动物的种类用形态学标准无法鉴别时,需要检测有种属特征性的细胞组分。蛋白质是动物的主要成分,是基因的表达形式,携带着生物演化和发育的遗传信息,不同的物种,其蛋白质的组成、结构和序列存在一定差异,对动物检材的蛋白质进行分析,根据蛋白质携带信息的异同可确定不同的物种。在蛋白质水平的检验常用方法有以下两类:

1. 免疫学方法

免疫技术的发明,用已知的种属特异性抗血清检测未知检材的种属来源,为动物物证的种属鉴定,特别是对动物血痕、组织碎屑等用形态学无法辨认的检材提供了有效的检测手段。免疫双向扩散技术因其简便易行而得到广泛应用(图 1-2)。用免疫学方法检测的缺点是无法获得足够多种类动物的特异性抗血清,并且亲缘关系近的种属间常存在交叉反应。

中间孔为抗鹿血清,右侧孔为白尾鹿样本,上部孔为牛肉样本,左侧孔为水,下部孔为待测样本。

2. 电泳法

传统的聚丙烯酰胺凝胶电泳(PAGE)可用于鉴别不同种类动物蛋白,如我国大蟾蜍有 3 个亚种,形态差异极微,形态学检验不易区分,但采用聚丙烯酰胺凝胶电泳

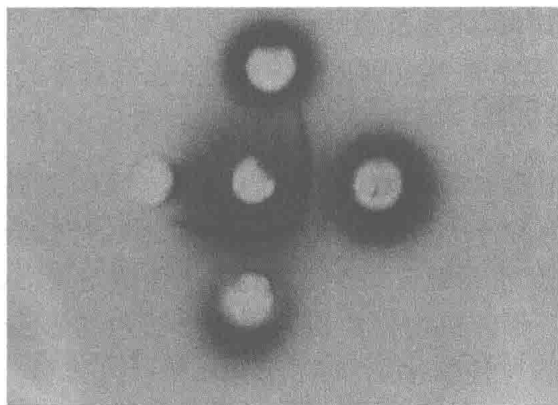


图 1-2 免疫双向扩散检测图

对它们的血清蛋白和乳酸脱氢酶(LDH)同工酶进行分析,电泳图谱区别明显。

等电聚焦(IEF)电泳技术的出现给动物种属鉴别提供了另一种方法:利用不同种属动物蛋白等电点的不同,将动物种属区分开来。在北美的动物法科学实验室,常用于鉴别动物种属的蛋白质型为血清蛋白型(ALB)、磷酸葡萄糖同工酶型(GPI)、过氧化物酶型(SOD)和红细胞酸性磷酸酶型(EAP),结合几种蛋白的等电聚焦分型结果,可区分白尾鹿、骡鹿、角鹿、驼鹿、山羊、美洲豹、马、北美驯鹿、黑熊、叉角羚、猪、牛、猫等动物(图 1-3)。美国食品和药物管理局在因特网上提供了不同鱼类的肌浆蛋白等电聚焦图谱,作为物种鉴定的比对标准。

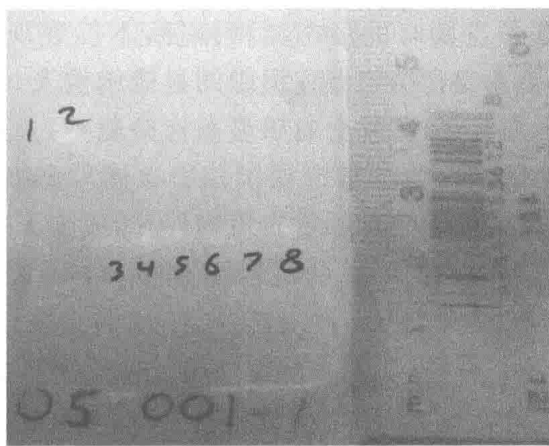


图 1-3 等电聚焦检测红细胞酸性磷酸酶型 EAP

1 号为水,2 号为骡鹿样本,8 号为白尾鹿样本,3~7 号为待测样本。

(三)DNA 检验

随着 DNA 检验技术的应用,动物物证检验发生了质的飞跃,由原来的只能确定动物种属到不仅可以确定动物种属,还可以对动物进行个体识别和亲缘鉴定。DNA 检验对形态不能识别的动物物证(如剥了皮的动物、组织碎片、肉制品等)更显优势。

有关动物 DNA 检验的内容详见第四章。

二、植物物证的检验方法

植物物证检验的主要目的是确定植物的种类、产地,鉴别植物物证是否来自同株。传统的植物物证检验方法是形态学检验,随着现代科技的发展,组织细胞学、物理化学、分子生物学等技术相继应用于植物检验,使鉴定更准确、灵敏、可靠,为司法实践提供有力的证据。目前植物物证检验常用方法包括形态学检验、解剖检验、理化检验、孢粉检验和 DNA 检验。

(一)形态学检验

现存地球上的植物大约有五十万种以上,种类繁多,由于遗传、变异等作用,不同种类的植物具有不同的形态特征,并且,同种植物由于生长环境不同,也可使形态发生变化。植物形态学检验是一种传统的检验方法,至今仍是植物物证鉴定的主要方法,一般通过对植物的根、茎、叶、花、果等器官的形态特征的认定,运用植物分类学方法查阅植物检索表等资料,确定植物的分类地位,从而识别植物物证。

植物形态学检验方法成本低,检验快速,但要求专业的植物分类学专家进行,并且需要较多、较完整的植物检材。植物形态学检验只能对植物样本进行分类,确定它所属的科、属、种,乃至亚种,不能认定植物同株。但若植物为分离体,如折断的树枝,可通过树枝断端的整体分离痕迹进行植株同一认定。

不同的植物种类有各自固有的形态结构特征,不仅表现在肉眼可见的根、茎、叶、花、果的宏观形态,更表现在植物器官组织的显微结构上。植物解剖检验主要根据植物细胞形态进行识别鉴定,实际上属于形态检验范畴,只是形态检验是宏观的,而解剖检验是微观的。解剖检验一般应用于植物大体形态结构不足以确定其种类时。在刑事案件中,送检的植物检材经常为植物碎片,失去完整器官形态,但可利用各类显微技术对局部组织的微形态进行识别,作出植物种类的准确鉴定。

(二)理化检验

植物的鉴别也可利用不同植物所含物质组成不同,通过物理和化学的方法进行鉴别。有些特殊的成分可由植物的外观、色、嗅、味等作初步检查判断,如香樟有特殊的气味,其主要来源于所含的挥发性油脂。植物理化检验方法包括常规化学检验和各种仪器分析,常规化学检验一般作为筛选试验,要对植物特有成分进行定性和定量,则有赖于各类仪器分析。色谱分析法具有分离和分析鉴定植物中各种成分的双重作用,对检验成分复杂的植物有很大优势,目前已成为植物鉴定的常规方法。常用的色谱分析法有薄层色谱法、气相色谱法和高效液相色谱法。

(三)孢粉检验

孢粉检验的对象为孢子和花粉,孢子是隐花植物单细胞配子体,花粉是显花植

物的雄性配子体。不同种类的植物,其孢粉颗粒大小、形状以及表面纹饰等特征各有特点,光镜下可观察其大致形态,扫描电镜可将这些特征清晰显示出来(图1-4)。

孢粉检验一般从孢粉的形态特征、孢粉壁构造和外壁纹饰等几方面进行观察,然后通过检索“孢粉图鉴”确定植物属种。孢粉的形态特征主要通过孢粉的极性、对称性、形状、大小、萌发器官等多方面综合表征。孢粉壁构造包括孢粉壁的层次、孢粉壁的结构。外壁纹饰是鉴定孢粉的重要特征之一,常见的纹饰有:颗粒状、瘤状、疣状、脑纹状、条纹状、刺纹状、棒状、网状、穴状等。

孢粉外壁的主要成分是孢粉素,能耐高温、抗酸、抗碱和抗微生物的分解,因而可长期存留。孢粉主要通过风、昆虫进行传播,广泛分布于自然界,如泥土、灰尘、地面等处。不同区域分布的孢粉其成分往往不同,包括孢粉的种类和各种孢粉所占百分率,代表了周围植物生长的情况。人们与花或分布有孢粉的物品接触时,孢粉会黏附在身体和衣物上。孢粉是一种肉眼不容易发现的微量物证,根据嫌疑人携带的孢粉可确定与现场的关系或推断其行动轨迹;根据植物的花期,孢粉物证有时还可应用于死亡时间的推断。

(四)DNA 检验

与传统检验方法相比,DNA 检验不仅能够进行植物种属鉴定,而且能够提供更确切的植物遗传信息;检材要求微量,适合植物残片、植物斑汁等微量植物检材检验;不需要专业植物分类学专家,检验结果相对客观、准确。

首例将植物 DNA 应用于刑事案件侦破的是 1992 年美国亚利桑那州的一起凶杀案。在一棵假紫荆树下发现有一具女尸,警方通过调查找到一嫌疑人,但其否认到过现场,搜查该嫌疑人,在其卡车里发现 2 个假紫荆豆荚。为弄清这些豆荚是否来自尸体旁的假紫荆树,检验人员运用随机引物扩增 DNA 多态性技术(random primer amplified polymorphic DNA, RAPD),随机抽样调查了当地的一些假紫荆树,发现每棵树的 DNA 分型谱带具有特异性,在此基础上,将卡车上发现的豆荚与尸体旁假紫荆树上的豆荚进行 DNA 分型比对,结果发现两者的 DNA 分型谱带完全相同,从而为判定罪犯提供了有说服力的证据。

在植物 DNA 鉴定的历史上,应用的 DNA 检测技术主要有以下几种:

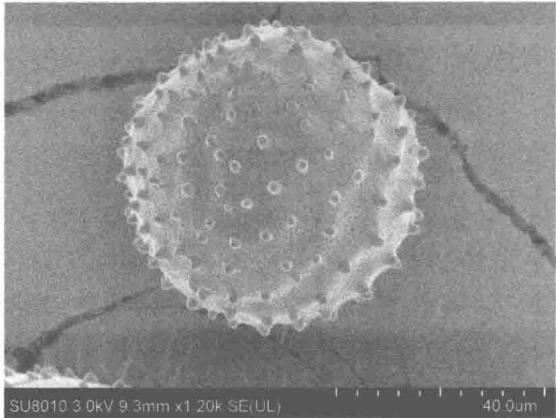
1. 随机引物扩增 DNA 多态性技术

随机引物扩增 DNA 多态性技术(random primer amplified polymorphic DNA, RAPD)是用序列随机的引物(一般为 10bp)对 DNA 进行 PCR 扩增,一对引物可扩增出几个甚至几十个大小不同的 DNA 片段,用多对引物扩增,即可得到特异性的 DNA 图谱。

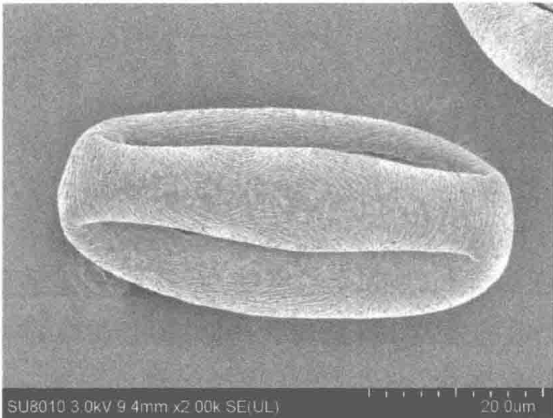
RAPD 技术的优点在于无需知道靶 DNA 的序列,可对基因组中尚不了解的 DNA 多态性进行分析,但在检测稳定性和重复性上存在问题。



女贞树花粉



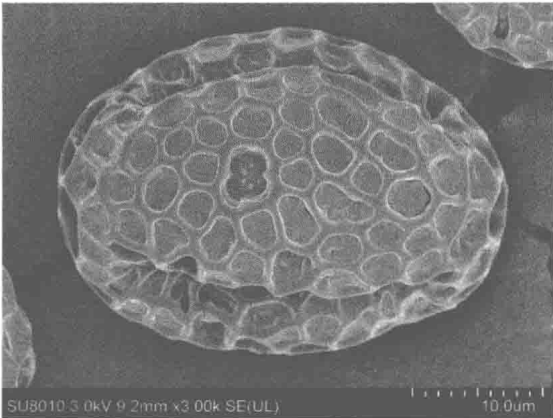
忘忧草花粉



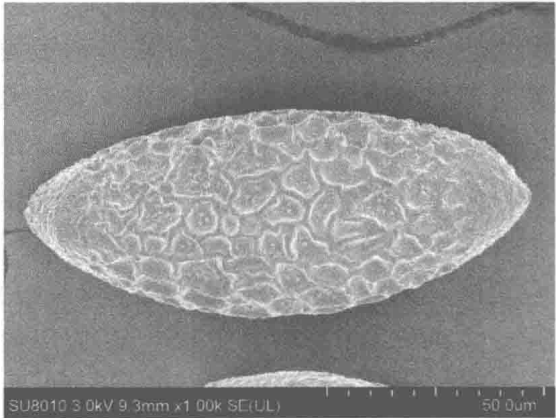
吊兰花粉



美人蕉花粉



月季花粉



栀子花粉

图 1-4 不同植物的花粉形态

2. 扩增片段长度多态性技术

扩增片段长度多态性技术(amplified fragment length polymorphism, AFLP)是对基因组 DNA 先进行双酶切,形成分子量大小不同的随机限制片段,再进行 PCR