

麝香类药用生物资源及其资源化利用研究

孙何怡萱, 徐顶巧, 付瑞嘉, 晏菲, 杨洁, 唐于平*

陕西中医药大学 陕西省中医药管理局中药配伍重点研究室, 陕西 咸阳 712046

摘要: 麝香是我国优良的天然资源, 其功效多、适用范围广, 为我国道地产区中药材的典型代表之一, 但由于生态环境的破坏及对麝的肆意滥杀, 麝香的资源状况已十分严峻。通过系统性归纳生产麝香五大麝种的外观、形状等特征, 总结了麝香及其活性成分的药理作用。整合了天然麝香与人工麝香及麝香类似物(麝鼠香、灵猫香、龙涎香)在多方面的异同, 为寻找麝香人工或天然替代品研究提供依据。从中药资源化学的角度出发, 基于不同提取方法、不同季节、不同产地等因素, 对比麝香资源化学成分。进一步分析麝香药用资源价值, 并根据进展提出利用策略。为深入研究和开发该类药用植物资源提供参考, 并为麝香药用资源综合利用提供理论支撑。

关键词: 麝; 麝香; 人工麝香; 名贵中药; 麝香酮; 开窍醒神; 资源化学

中图分类号: R282 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2024)19-6797-09

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2024.19.032

Medicinal biological resources and resource utilization of *Moschus*

SUN Heyixuan, XU Dingqiao, FU Ruijia, YAN Fei, YANG Jie, TANG Yuping

Key Laboratory of Shaanxi Administration of Traditional Chinese Medicine for TCM Compatibility, Shaanxi University of Chinese Medicine, Xianyang 712046, China

Abstract: Shexiang (*Moschus*) is an excellent natural resource in China, which has many functions and wide application range, and is one of the typical representatives of traditional Chinese medicinal materials in China. However, due to the destruction of ecological environment and people's wanton killing of *Musk Deer*, the resource situation of *Moschus* has been very serious. The appearance, shape, and other characteristics of five species of musk deer were systematically summarized, and the pharmacological effects of *Moschus* and its active components were summarized. It integrates the similarities and differences between natural *Moschus* and artificial *Moschus*, as well as the analogues of *Moschus* (muskkrat, zibet, ambergris) in many aspects, and provides a basis for the study of artificial or natural substitutes for *Moschus*. From the perspective of the chemistry of traditional Chinese medicine resources, the chemical components of *Moschus* resources were compared according to different extraction methods, different seasons, and different places. Finally, the value of medicinal resources of *Moschus* was analyzed, and the utilization strategy was put forward according to the progress. The aim is to provide reference for further research and development of this kind of medicinal plant resources, and provide basis for comprehensive utilization of *Moschus* medicinal resources.

Key words: *Musk Deer*; *Moschus*; artificial musk; precious traditional Chinese medicine; muscone; inducing resuscitation; resource chemistry

麝 *Musk Deer* 又名香獐、麝鹿等。属偶蹄目 (Artiodactyla) 麝科 (Moschidae)、麝属 *Moschus* 反刍动物^[1]。将麝科类动物如林麝 *Moschus berezovskii* Flerov、马麝 *M. sifanicus* Przewalski 或原麝 *M. moschiferus* Linnaeus 成熟雄体的香囊中分泌的干燥分泌物统称为麝香^[2]。麝香是世界四大名香之一,

由雄麝腹部下方生长的香囊分泌, 为黄色的油状分泌物, 从中央孔排出, 供雄麝用于传递信息、互相辨认、繁殖期吸引异性。有关麝香内容最早记载自公元前 422—221 年《尔雅》^[3]及东汉《神农本草经》中, 麝香被列为“上药”^[4]。据《中国药典》2020 年版记载, 麝香用于治疗中风痰厥、气郁暴厥、中恶

收稿日期: 2024-03-03

基金项目: 陕西省中医药管理局中医药科研攻关项目 (ZYJXG-L23001); 陕西中医药大学学科创新团队项目 (2019-YL10)

作者简介: 孙何怡萱, 硕士研究生, 研究方向为中药资源化学与中药分析。E-mail: 1327349151@qq.com

*通信作者: 唐于平, 教授, 从事中药资源化学与中药功效物质研究。E-mail: yupingtang@sntcm.edu.cn

昏迷、胸痹心痛、咽喉肿痛等证^[5]。在藏药中麝香也以“药引子”而称，且藏药处方中大多都使用麝香以保证疗效。麝香也是许多现存中成药共同含有的成分之一，如安宫牛黄丸、片仔癀、麝香保心丸、云南白药等，在我国中成药领域具有重要作用。

传统方法取香须杀死麝，但产量较低，又因其疗效广泛，致麝资源更加稀缺，若继续以此方式使用天然麝香，必然会导致其自然物种的灭绝。因此，天然麝香资源保护迫在眉睫，保护手段有人工养殖（活体取香）、人工麝香（合成）等。本文通过整合麝香资源类群特征，总结麝香药理作用，并对麝香药用资源化学成分进行多方面对比，分析麝香药用资源价值，着重天然麝香及人工麝香间异同及发展，提出麝香药用资源利用策略，为麝香保护及资源利

用提供依据。

1 资源概述

麝在全国均有分布，属亚洲地区所独有的动物类群之一，根据方向将麝分布地划分成4个区域，其中，由北至西北利亚、蒙古等地，由西至阿富汗，由南至巴基斯坦，由东至中国、韩国等地。而我国麝类资源含有量位列世界第1，目前所知并确定的麝种在我国均有分布^[6]，主要包括林麝、原麝、马麝、黑麝 *M. fuscus* Li 和喜马拉雅麝 *M. leucogaster* Jodgson，因黑麝与喜马拉雅麝数量更稀缺，且研究支撑较少，我国市场上主要养殖及使用的为林麝、原麝及马麝麝香，但已有研究表明，以上麝科动物均可分泌麝香，其具体分布地及养殖基地见表1。

表1 我国麝属资源种类、分布、养殖地及其药用部位

Table 1 Species, distribution, breeding land and medicinal parts of musk deer in China

麝种名称	药材别名	主要分布区域	养殖基地	产药部位
林麝	南麝、森林麝、黑獐子、林獐、香獐	新疆、西藏、青海、甘肃、宁夏、陕西、山西、湖北、四川、贵州	宝鸡市凤县	雄麝香囊分泌，作麝香
原麝	香獐子、山驴子、獐子	黑龙江、吉林、内蒙古、河北、山西，大别山区（安徽霍山县、岳西县，河南商城等），陕西省北部黄龙山区	盐城市大丰区	同上
马麝	香獐、高山麝	西藏、青海、甘肃、云南、四川	甘肃省平凉市	同上
黑麝	褐鹿、黑獐子	云南省、西藏自治区的部分地区	烟台市栖霞市	同上
喜马拉雅麝	黑獐子	喜马拉雅山南坡地区（西至吉隆河谷经波曲河谷，东至亚东河谷）	—	同上

1.1 林麝

林麝体形小，身长70~80 cm，肩高50 cm以下，其吻较短。全身呈橄榄褐色伴偏橙红色泽。体后部色最深，多为咖啡色或褐色。成年麝背部无明显斑纹，耳部颜色较暗淡，并呈褐黑色。下颌、喉咙处、颈下及中胸有界线明显的黄白或桔黄色区带，自喉直到前胸部有一棕褐色长斑在中央，双颊下往后各有一浅褐色且末端分叉的短纹，使橘黄色区切分的边缘在最前端有先一短纹、后一圆斑。四肢的下部先为灰偏棕色后为橄褐色。林麝体上单毛基部呈铅灰色，而上部为棕褐色，靠近尖端部位有一环为绣红色或黄色，而体后部毛近尖端处无浅色环，且其致臀部呈暗黑色。头骨部，林麝的主要鉴别特征为颅形小，其颅全长为最小；吻部较短，并小于颅全长之半。泪骨则为宽大于长，鼻骨为最短。

1.2 原麝

原麝体形相对较大，身长大约85 cm，吻显短。

全身呈褐色。成年麝的背部终身伴随肉桂黄色斑点，大多成6行，下颌颜色为白色，并在颈下向后至肩膊处有2条白色纹路。原麝体毛于基部呈铅灰色，又于其尖端部而转变为褐色，有一白环出现于近尖端处。原麝幼体毛色呈深棕，身上的肉桂色斑点较分明。头骨部，原麝的主要鉴别特征为颅形偏大，而颅全长较适中，且泪骨宽略大于或少数等于长，鼻骨中等长。

1.3 马麝

马麝的体形略大，身长85~90 cm，肩高50~60 cm，吻较长。全身呈沙黄或淡褐色，于后部时转为棕桔色。成年马麝身上无斑点，一般仅在颈背处有一颜色偏浅的黑色斑块，且在上部有少量颜色形状模糊的黄点。马麝耳上部呈淡棕色，而颌、颈下则为黄白色，其体背面毛基部呈铅灰色，颜色往上则转为淡褐色，位于近尖端有一环呈桔色或黄色，且毛尖为褐色。四肢前面颜色与体色相似但较淡，四

肢后面则颜色较深并呈乌棕或暗黑色。幼年马麝斑点多由一撮毛尖呈黄白色的体毛而成，且其上方无桔色环。头骨部，马麝的鉴别特征为颅形较狭长；其吻部长度大于颅全长的一半，泪骨长达于宽，鼻骨亦最长^[7]。

1.4 黑麝

黑麝的体形多与林麝较像，体长 70~80 cm，肩高一般小于 50 cm^[8]。黑麝体型更小且肤色更深。黑麝的面部和颈无白色斑块，部分肩部有色淡的褐色斑点，喉部肤色较暗，并有 2 个明显但并不完整的黄色领圈，一般四肢肤色较黑，后肢较前肢更长。此外，黑麝头部无角存在，并于其耳的耳尖及上半部分形状相较于林麝更加宽且圆，四肢也更粗壮。其体毛一般粗硬且较疏松，通体大多呈黑褐或深褐色，无颈纹，仅背部中间有些许形状不规则的环状，颜色呈淡黄色。头骨部，其颅全长小于 15 cm^[9]。

1.5 喜马拉雅麝

喜马拉雅麝体长 86~100 cm，肩高 51~53 cm，颅全长 15~18 cm^[10]。喜马拉雅麝颈背部的毛有旋窝，呈深灰褐色，臀部呈黄白色，为体毛最浅处，而其他麝臀部毛色均不淡于体背。在头后两侧上方，各有 1 条极细短的白色纹带，无颈下纹，颈前上部直至下颌部仅 1 条不明显的黄带，通常喉为深色，前额、头顶为苍褐色，耳形状长且圆，耳内有些许成行的白色，而耳背面的尖端和边缘为黄色，脸面颜色较淡，上、下唇色均为白色，下颌呈灰白色。喜马拉雅麝上部呈褐黑并略有棕色，而其腋内及胸腹部位色相较于上部部浅，且无棕色。喜马拉雅麝前肢前侧为纯褐色，后侧为乳灰色；而其四肢前侧及后侧色调相较于前肢颜色相反，后腿的上侧常有自臀部向下侧延伸的棕白色。喜马拉雅麝雌体尾部及上部颜色完全相同，而雄体尾腹基部的颜色通常呈白色。

在我国，各麝种分布地不全相同，了解不同麝种的分布区域可对麝养殖及麝保护提供依据。麝不仅分布广且种类较多，不同麝种外观、身形也各不相同，这些特征间差异有助于对麝种进行区分，更好地发挥麝资源的药用价值。

2 麝香的药理作用

麝香具开窍醒神、活血通经、消肿止痛的功效，对呼吸循环等系统有较好的疗效^[11]。麝香及其复方合剂在神经系统疾病方面也有广泛应用^[12]，如脑梗死^[13]、三叉神经痛等^[14]，其现代药理学研究先后揭

示麝香具抗炎免疫作用、心脑血管作用等^[15]。

2.1 抗炎作用

对炎症的早、中、晚 3 期均有效果，以早、中期效果更显著^[16]，肾上腺存在是麝香产生抗炎作用的必要条件^[17]；麝香中的水溶性多肽蛋白质是麝香发挥抗炎作用的活性成分之一，可显著降低体内外炎症因子水平，麝香酮在抗炎的多阶段具不同程度的炎症抑制作用^[18]。

2.2 对心血管的作用

利用天然麝香水浸膏及麝香酮乳剂对蟾蜍离体心脏进行灌流，发现心跳振幅加大且心收缩力增强。低浓度时，麝香酮能使心脏收缩振幅减少，而随浓度增加时，心收缩力却逐渐减小，最终抑制心脏跳动。麝香水提取物具强心作用且与麝香酮相反^[19]。

2.3 抗肿瘤作用

麝香可增强非特异性免疫与非特异性损伤癌细胞，存在一定抑癌生长增殖与延长生存期的疗效^[20]。麝香酮可提高肝癌细胞的凋亡率和自噬率，具作为抗癌药物的潜力^[21]。麝香酮能显著抑制肺癌 A549/DDP 耐药细胞的增殖及顺铂耐药，抑制小鼠体内的肿瘤生长^[22]。麝香不同浓度对肿瘤均有效果，高浓度时疗效更佳，以麝香 207 (C₁₂H₁₇NO₂) 作为中药抗肿瘤制剂中的主要成分时，不但对肿瘤细胞起选择性抑制的作用，还可将药引至全身及穿透至病所而发挥疗效^[23]。

2.4 对子宫的作用

天然麝香对妊娠动物如大鼠、家兔或流产后动物如豚鼠离体子宫具有兴奋作用，该作用对早期及后期妊娠家兔子宫均有效，后期作用更明显，可增加其节律性与收缩力。主成分为 3-甲基环十五烯酮的人工合成麝香酮，对小鼠有明显的抗着床和抗早起妊娠效应^[24]。

2.5 抗菌作用

将麝香酮进行稀释，并将稀释液加至试管内，结果表明麝香稀释液对大肠杆菌及金黄色葡萄球菌起一定的抑制作用^[25]。

2.6 雄激素样作用

麝香中含有雄甾酮，该成分具雄性激素样作用，通过 ip 麝香醚提取物于去势大鼠，结果发现，麝香醚提取物可适当增加大鼠前列腺及大鼠储精囊的质量，而使大鼠雄性活性值升至高活性，麝香的雄激素样作用还可下调葡萄糖-6-磷酸脱氢酶的活性，由此可知，麝香醚提取物存在与睾酮相类似的激素效果^[26]。

2.7 对呼吸及循环系统的作用

麝香和麝香酮均可对动物呼吸起兴奋作用，不仅可加快动物呼吸频率，还可使呼吸变深。使用豚鼠气管平滑肌进行实验时，能观察到麝香使儿茶酚胺产量增多^[25]。

2.8 抗溃疡

麝香对溃疡面起较显著地促愈合作用，可能与麝香所具的抗炎、生肌、镇痛及止血的作用有关^[27]。

2.9 中枢神经系统作用

麝香能明显缩短戊巴比妥的睡眠时间，但不影响苯巴比妥钠、水合氯醛的睡眠时间，麝香及麝香酮均能刺激肝脏微粒体药物转化酶，加快戊巴比妥的转化及代谢^[28]。麝香酮还减轻兴奋性氨基酸毒性及脑缺血再灌注损伤^[29]，与抗脑缺氧药物联合使用可进一步增强对脑缺血再灌注损伤的保护效果。麝香酮可促进神经生长因子通过血脑屏障，增加神经功能恢复的可能性^[30]。

麝香对多种疾病均有治疗作用，其机制多样且复杂。麝香药理活性研究不仅阐释了麝香治病机制，还说明了麝香用于治疗时具体参与的活性成分，如麝香水浸膏、麝香中多肽、蛋白质、麝香酮等。麝香活性成分的发现，为人工麝香的成分研究提供了基础资料，有助于人工麝香的研发。人工麝香对防止麝资源匮乏具有重要作用，目前已于临床上获得应用。

3 天然麝香与人工麝香异同

3.1 相同之处

人工麝香可在大多处方中代替天然麝香，因为其药理作用与天然麝香基本一致，当需体现麝香的抗炎作用时，人工麝香完全能替代天然麝香^[31]，且人工麝香临床疗效确切，一定情况下可与天然麝香等同配方使用^[32]。

3.2 不同之处

3.2.1 化学成分 ①人工麝香所含化合物远少于天然麝香。天然麝香中的多肽和蛋白质难以被替代，目前仍无法合成。②天然麝香中甾体有几十种，人工麝香中有2种雄激素含量降低^[33]。③人工麝香为人工合成品，其主要成分为麝香酮，天然麝香除此成分外，还存在许多未知的成分，而这类成分部分自身具生物活性，部分可与其他药物配伍，产生新的药理活性，这类成分能起到整体调节作用，但人工麝香却并不具备，故我国法律规定当药物中应用人工麝香时，不得将其命名为麝香^[34-35]。④天然麝香酮为(L)型，而人工合成麝香酮多为(DL)型或

(R)型、(S)型和外消旋型^[36]。

3.2.2 性状、香味、药性 ①天然麝香为深褐色颗粒状固体，而人工麝香为褐色粉末并伴有光泽。②天然麝香仍存在许多未知的活性成分，但人工麝香由固定化学成分合成，其气味相较天然麝香可能更加单一。③天然麝香中含抗炎多肽，其抗炎效果比氢化可的松效果强40倍，但人工麝香中无这一多肽^[37]。④人工麝香与天然麝香均可对中枢神经产生影响，但天然麝香较人工麝香更明显^[38]。

4 天然麝香与其他物种所产麝香类似物区别

除人工麝香外，还存在部分物种可产生与麝香相似的动物型药材(麝鼠香、灵猫香及龙涎香)。有研究表明，在天然麝香资源紧缺的情况下，可将麝鼠香用于医药行业以部分取代麝香，既解决了资源不足的问题又可降低成本^[39]。此外，现代研究还证明，灵猫香、龙涎香与麝香的部分药理作用相似，故认为在一定条件下，其可作麝香用，现已进行应用的如灵猫香六神丸等^[40]。灵猫香除药用外，还广泛用于化妆品及制革方面^[41]。为提供除人工麝香外更天然地麝香替代品，麝香与其他物种所产麝香类似物间区别研究十分重要，其具体内容如下。

4.1 天然麝香与麝鼠香区别

麝鼠香是成年雄性麝鼠 *Ondatra zibethica* Linnaeus 香腺在繁殖季节分泌的一种琥珀色液体^[42]。

4.1.1 药理区别 ①抗炎作用：将致炎小鼠分为3组，分别 ig 麝鼠香和麝香，及 ip 麝鼠香，结果显示，3组在致炎后1~3h内均产生抗炎效应。其中 ig 给药作用相似，ip 抗炎效果最明显。②体外抑菌实验：分别选用白喉杆菌、大肠杆菌、脑膜炎杆菌、溶血性链球菌及金黄色葡萄球菌，麝鼠香和麝香对上述球菌或杆菌产生的抑菌作用较弱，麝鼠香对溶血链球菌无抑菌作用，而麝香对大肠杆菌无抑菌作用；③小鼠耐缺氧影响：麝鼠香和麝香皆有明显的耐缺氧作用，其中，麝香的作用较麝鼠香更明显^[39]。

4.1.2 化学成分区别 麝鼠香中部分成分与天然麝香相同，如十四烷酸、环十五烷酮、油酸等。但麝鼠香中如环酮、醇类化合物相较于天然麝香种类更多，麝鼠香产香成分为十五与十七环酮，而天然麝香的产香成分为麝香酮及二甲苯麝香^[43-44]。

4.2 天然麝香与灵猫香及龙涎香区别

灵猫香、龙涎香、麝香为名贵香类中药，均有麝香气。灵猫香是由小灵猫 *Viverricula indica* Desmarest 会阴部的香腺囊所分泌的一种乳脂状物

质,其产生的抗炎、止痛、行淤、消肿功效与麝香基本一致;龙涎香为抹香鲸科动物抹香鲸 *Physeter catodon* Linnaeus 肠道病理分泌物的干燥品^[45],当龙涎香使用量较少时,其能对动物中枢神经系统产生一定的兴奋作用,而当使用量较多时,则转为抑制作用,与麝香相似。雌雄小灵猫均常年分泌灵猫香,其雌性灵猫香的麝香酮含量要高于雄性,但麝香仅由雄麝所分泌。三者可以通过手试、水试、火试及性状等途径来鉴别^[40,46]。

由于该类资源较人工麝香稀缺,故不同物种所产麝香类似物可能存在一定的混用、误用情况,三者虽外观性状差异较明显,但在实际应用中可能会被人工合成品或其他较容易获得的香料所替代,然而,混用或误用可能会影响最终产品的质量和效果。因此,通过加强其他物种所产麝香类似物研究,不仅有利于生产安全、稳定、优质、可靠的中药材,亦有利于对麝资源的进一步开发和利用。

5 资源性化学成分动态评价

5.1 不同溶剂提取麝香中成分动态评价

麝香在水提液、醇提液及醚提液中化学成分的含量各不相同,其中水提液与醚提液中含量最高的成分均为麝香酮,醇提液中含量最高的成分为 11-十八(碳)烯酸甲酯。水提液中十四酸甲酯含量最少,醚提液中正二十四烷含量最少,醇提液中 9-十六酸甲酯含量最少。共提取 23 个有效成分,分别为烷烃类、大环酮类、酯类及甾类。其中,水提液中大环酮类含量较高;醚提液中烷烃类含量较高;醇提液中酯类含量较高。相较于醚提液,麝香水提液与醇提液所含成分更多样与全面^[47]。

5.2 不同麝种(林麝、原麝和马麝)中麝香成分动态评价

蒋且英等^[48]检测并分析了林麝、原麝及马麝麝香中成分的差异,与上述 3 种麝香有关的化学成分共 15 种,麝香酮在 3 种麝香中占比最高。其中,在林麝与原麝麝香中,雄酮占比仅次于麝香酮,而在马麝麝香中,胆固醇占比仅次于麝香酮。另外,雄烯二酮仅存在于马麝麝香中,烯胆甾醇仅存在于原麝麝香中。

5.3 不同季节下麝香变化动态评价

5.3.1 外观、气味、含水量 麝香样品在不同季节下外观与气味不同,6 月份的麝香呈乳白或白色豆腐渣状,并伴有酸臭及尿骚味;8 月底的麝香颜色变为深棕色,呈块状,气味不再腥臭并开始散发香

气;10 月底的麝香呈深褐色,为粉末状固体并散发出浓烈香气。不同时间段的麝香含水量也不相同,观察所取 6 个样品的含水量平均值,10 月底的麝香含水量最低,6 月底的麝香含水量最高。

5.3.2 成分数量、种类 不同季节的麝香成分数量和种类不同,6 月底麝香成分总含量最少,共 55 种;10 月底成分含量次之,共 69.67 种;8 月底麝香成分含量最多,共 83.67 种。6 月底、8 月底和 10 月底的麝香样品中,成分前 20 的含量与种类不全相同,如 6 月底无麝香标志性成分麝香酮,而 8 月底麝香酮含量为 1.39%,10 月底麝香酮含量为 1.21%。有 1 种成分共同存在于上述 3 个时间段内,为 2,2'-亚甲基双-(4-甲基-6-叔丁基苯酚),6 月底该成分含量最多,为 4.65%。对比 3 个成熟阶段麝香化学成分相对含量,8 月底与 10 月底所产麝香中 8-环十六烯-1-酮含量占比最多,而 6 月底所产麝香中无该成分,且 9,9,10-三甲基-9,10 二氢化蒎占比最多^[49]。

5.4 不同来源(养殖麝香和野生麝香)麝香成分动态评价

5.4.1 含量 对 2 类麝香进行定性分析时,麝香酮、脂肪酸类化合物、甾体类化合物及甘油酯类为麝香药材中的主要化学成分,甘油酯类为养殖麝香和野生麝香间的主要差异成分。而进行定量分析时,显示麝香酮、三油酸甘油酯、棕榈酸在养殖麝香与野生麝香在含量上具有显著差异,但不排除野生麝香中存在人为添加麝香酮、甘油三油酸酯及棕榈酸的现象^[16]。

5.4.2 弱极性 养殖麝香与野生麝香的弱极性提取物的化学组成类似,均含有脂质类、甾体类及麝香酮,但养殖麝香中甾体类化合物含量较野生麝香中高^[16]。

5.4.3 强极性 通过统计学分析所得结果表明,推测养殖麝香与野生麝香可能的差异成分为胆碱、甘氨酸、丙氨酸、赖氨酸、缬氨酸、亮氨酸及异亮氨酸^[16]。

5.4.4 小分子 肌昔在养殖麝香中含量高于野生麝香,琥珀酸、乳酸及苯甲酸在野生麝香中含量较养殖麝香高^[16]。

5.5 不同产地麝香性状和质量动态评价

我国占地面积广、麝资源丰富,麝的栖息地域较为分散,由于麝的饮食环境与生活不同等原因,不同产地麝香的性状等质量信息有所不同,将其分为西麝香、川麝香、云麝香、藏麝香、口麝香等,

其不同产地麝香具体产地、性状、出净仁率等信息见表 2^[50]。

同一物种化学成分的质和量受种质、时间、空间的动态变化，以及其他生物和非生物因子及加工

方法等的影响^[51]。由“2.1~2.5”项可知，用不同溶剂提取麝香时，提取液中所含成分不同，其中麝香水提液及醇提液成分含量更全面；不同季节麝香外观、气味、含水量、所含成分及种类也不相同，6 月

表 2 以麝药用生物资源为原料生产的主要产品及其资源价值

Table 2 Main products and their resource value produced from medicinal biological resources of musk deer

种类名称	产地	集散地	外形	出净仁率(质量)
西麝香	秦岭山脉、大巴山山脉、祁连山山脉	湟源、西宁、乌鲁木齐	陕西所产毛壳为椭圆球形，甘肃及青海所产毛壳个体小而形圆；净仁棕红或黄棕	秦岭山脉及大巴山山脉为 90%以上；祁连山山脉为 50%以上
川麝香	四川阿坝自治州	成都	外形似鸡蛋，上半部呈半球形稍扁平，形状似膀胱；净仁棕色或略紫	60%以上
云麝香	云南横断山脉、高黎贡山、贵州苗岭	康定	与川麝香无太大差别	60%以上
藏麝香	西藏、四川沙鲁里山、大雪山、大凉山、宁静山	康定	毛均匀不糟，用手轻揉不易脱落	70%以上
口麝香	宁夏贺兰山山脉、内蒙古阴山山脉、东北大小兴安岭、河南伏牛山	包头	宁夏所产外形扁平，管状毛长而糟且呈灰白色，揉搓易脱落，囊孔周围毛短，净仁色黑；东北所产外形与川麝香相似；河南所产外形不规则且个体不大，净仁呈红棕	宁夏地区为 30%左右；东北地区为 50%左右；河南地区为 50%左右

份麝香含水量最高但总成分含量最少，8 月份含水量较低但总成分最多；为不同麝种时，麝香所含成分也会发生变化，林麝较原麝及马麝的麝香酮含量高，故当麝香发挥雄激素样作用时，原麝较林麝及马麝雄酮作用好。

6 资源价值与利用

6.1 麝香及其药用价值

麝香为享誉国内外的名贵药材之一，配伍时常作君药，除传统中医药应用外，还用于蒙医药、藏医药和彝医药中^[52]，药理作用有抗炎、抗肿瘤、抗溃疡及抗菌等。麝香为“开窍醒神第一要药”^[53]，其用药途径广泛，以胶囊、片剂、丸剂、喷雾剂、栓剂及散剂等广泛用于临床。麝香应用于许多处方中，如安宫牛黄丸、片仔癀、云南白药、麝香风湿胶囊、麝香保心丸、麝香祛痛气雾剂、麝香抗栓胶囊、麝香通心滴丸、麝香跌打风湿膏、麝香镇痛膏等 76 种处方里均含有麝香，使用天然麝香的品种包括 13 种。本文通过参考文献及查询《中国药典》2020 年版相关记载内容^[54]，共得含麝香或人工麝香方剂 76 味，后通过对方剂处方及功能主治进行逐一筛选与归纳，进一步整合得到麝香高频配伍药材及高频功能主治，具体如下。

6.1.1 处方 在麝香或人工麝香与其他药材配伍

时，使用量前 3 的为麝香-冰片、麝香-牛黄和麝香-朱砂。其中最高的为麝香-冰片，共出现于 46 个处方中，占总处方的 60.5%；其次，为麝香-牛黄，共出现于 36 个处方中，占总处方的 47.4%；最后，为麝香-朱砂，共出现于 31 个处方中，占总处方的 40.8%，处方中其余与麝香配伍出现数量超过 10 个的药材见表 3。

6.1.2 功能与主治 含有麝香或人工麝香的药品中，功能主治出现数量前 3 位的为：止痛、开窍和解毒。其中，出现最多的为止痛，共出现在 28 种药品适应证中，占总药品数量的 36.8%；开窍与解毒出现数量相等，均为 20 种，占总药品数量的 26.3%，其余功能与主治中不同药品出现次数超过 10 次的适应证见表 4。

6.2 天然麝香的保护及利用

传统采香手段对麝肆意滥杀，麝濒临灭绝。2002 年，我国将麝从二级国家保护动物提升为一级，并明令禁止猎捕野生麝，且对允许使用天然麝香的药品进行了明确限定。但目前我国天然麝香资源依旧稀缺，为了保证天然麝香资源的可持续与充分利用，我国采取了多种保护措施，如开展人工合成麝香的研究，及利用生物工程的手段，培养麝香腺细胞等^[55]。

表3 含麝香药品配伍及其总药品占比

Table 3 Compatibility of musk-containing drugs and proportion of total drugs

配伍	出现次数/个	占总处方比例/%	配伍	出现次数/个	占总处方比例/%	配伍	出现次数/个	占总处方比例/%
麝香-三七	19	25.0	麝香-琥珀	11	14.5	麝香-甘草	14	18.4
麝香-乳香	18	23.7	麝香-僵蚕	10	13.2	麝香-川芎	16	21.1
麝香-没药	16	21.1	麝香-肉桂	12	15.8	麝香-大黄	13	17.1
麝香-雄黄	15	19.7	麝香-丁香	17	22.4	麝香-天麻	12	15.8
麝香-木香	17	22.4	麝香-檀香	12	15.8	麝香-全蝎	10	13.2
麝香-珍珠	18	23.7	麝香-地黄	10	13.2	麝香-血竭	10	13.2
麝香-沉香	15	19.7	麝香-红花	18	23.7			
麝香-当归	18	23.7	麝香-琥珀	11	14.5			

表4 含麝香药品功能主治及其总药品占比

Table 4 Functional indications of musk-containing drugs and proportion of total drugs

功能主治	出现药品总数/个	占总药数比例/%	功能主治	出现药品总数/个	占总药数比例/%
祛瘀、化瘀	19	25.0	小儿病症*	12	15.8
中风	15	19.7	消肿	19	25.0
跌打损伤	11	14.5	风湿	10	13.2
活血	19	25.0	消炎	12	15.8
半身不遂	10	13.2	益气、行气	11	14.5

*表示小儿病症所包括的病证为小儿肺炎、小儿感冒、小儿高热咳嗽、小儿痰厥及小儿惊风。

* Indicates that the diseases included in the infantile disease are: infantile pneumonia, infantile cold, infantile cough with high fever, infantile phlegm and infantile convulsion.

但仅通过以上措施保护天然麝资源远远不够，还应改进天然麝资源的保护与利用方法如：(1) 开发含有麝香或与麝香有关的新制剂及专利、增加麝香与其他中药材配伍关系的研究，有助于更充分了解麝香联用机制，发挥异病同治、病证结合的中成药疗效；(2) 麝在人工养殖中仍存在许多问题，导致人工养殖动力不足且致死率高，应优化养麝及取麝香方法、还原麝居住环境，养殖麝还需具一定规模^[56]，应多养优质麝、取优质麝香，根据不同季节、不同产地所产麝香差异，制定不同的麝资源利用方法。(3) 林麝、原麝、马麝、黑麝及喜马拉雅麝均能产生麝香，但黑麝与喜马拉雅麝研究较少，应对上述 2 种麝香进行更深入的研究，确保麝香最大化发挥其作用；(4) 目前麝香仍有部分成分及机制无法解释，应寻找更适合于麝香的成分研究方法，但现代药理研究较单一，可借助系统生物学（包括基因组学、蛋白质组学、转录组学、代谢组学及元基因组学）等方法，阐明麝香药效物质基础，扩大麝香适用范围；(5) 麝香化学成分复杂，优化天然麝香质量评价方法与标准尤为重要，如现代新技术高通量测序与宏条形码技术相结合的方法能快速清晰的识别并排除杂质，为

麝香中成药的质量评价提供思路^[52]；红外光谱、电子鼻、气相色谱、电感耦合等离子体质谱、原子吸收光谱、分子生物学鉴定及生物活性评价等现代分析技术，为保证麝香质量提供了丰富的技术手段^[57]。

6.3 麝香替代品的评价及优化

为防止麝灭绝，我国于 1972 年开始研制人工麝香，目的将人工麝香作为替代品，减小天然麝香的用量。1994 年，国家卫生和计划生育委员会批准人工麝香试生产。1995 年，人工麝香投入临床 III 期试验，人工麝香的出现，于根本上化解了天然麝香长期供不应求的问题，为我国麝资源可持续发展做出了巨大贡献，还为开辟其他有关珍稀动物药材提供了一条新途径^[32,58]。目前为止，人工麝香已发展多年，并成为麝香所有替代品中的首选，但其活性成分仍与天然麝香不全相似，故还存在巨大优化空间：(1) 面对天然麝香与人工麝香间成分差异问题，应优化天然麝香分析方法，寻找并侧重于研究天然麝香相较于人工麝香中仍未知成分，改造出与天然麝香更为相似的人工麝香；(2) 目前对人工麝香药动学及毒理学等研究少，人工麝香是否会对人体产生危害仍存疑；(3) 不同厂家生产的人工麝香间仍

存在差异^[24], 应更完善人工麝香生产及质量标准, 为人工麝香替代天然麝香提供支撑; (4) 人工麝香由化学成分合成制备而来, 故相较于天然麝香成分更加稳定, 如当需要发挥抗炎效果时, 人工麝香价格及稳定性更优; (5) 人工麝香可利用发酵工程、酶工程等生物制药技术手段优化高效生产, 有助于节省成本, 减轻患者负担。

除人工麝香外, 麝鼠香、灵猫香、龙涎香的药理作用或化学成分也与麝香存在部分相似, 但目前相关研究较少, 其是否能成为麝香替代品仍待深入探究。

7 展望

麝香在我国已存在多年, 其药理作用多、适用范围广, 由大环酮类、蛋白质、肽类、氨基酸、甾体类等不同类型成分组成。随着近年来麝香的化学成分、药理作用、质量鉴定等研究的逐渐深入, 人工麝香代替天然麝香得到广泛的认同^[59], 并已成为天然麝香替代的首选, 用于医药、化妆品等领域。为保证麝资源的长久发展, 应重视人工麝香成分、功能方面研究, 侧重于人工麝香稳定性这一优势, 研制适用面更广的人工麝香, 以实现麝香药用资源产业链的发展与延伸; 还应基于中药资源化学的研究思路与方法, 根据麝香资源性成分进行多方面利用, 应侧重于麝香不同提取液、不同季节间成分差异以及不同物种所产麝香区别, 以实现麝香药用资源产业链的发展与延伸。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 韩增胜, 杨长锁, 李青旺. 麝研究现状与展望 [J]. 中国畜牧杂志, 2003, 39(4): 54-55.
- [2] 周文杰, 李宁, 谢兴文, 等. 天然麝香的化学成分及药理研究进展 [J]. 时珍国医国药, 2022, 33(1): 185-188.
- [3] 郭璞注. 尔雅 [M]. 王世伟校点. 上海: 上海古籍出版社, 2015: 39.
- [4] 吴普等述. 神农本草经: 三卷 [M]. 孙星衍, 孙冯翼辑. 上海: 商务印书馆, 1955: 27-28.
- [5] 中国药典 [S]. 一部 2020: 402.
- [6] 彭红元, 陈伟才, 张修月. 麝的分类研究概述 [J]. 玉林师范学院学报, 2010, 31(2): 66-72.
- [7] 高耀亭. 中国麝的分类 [J]. 动物学报, 1963, 15(3): 479-488.
- [8] 杨博辉. 中国野生偶蹄目动物遗传资源 [M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 2006: 108-109.
- [9] 万冬梅. 国家生态保护丛书-国家保护动物卷 [M]. 北京: 北京联合出版公司, 2015: 55-56.
- [10] Lamsal P, Kumar L, Aryal A, et al. Future climate and habitat distribution of Himalayan Musk Deer (*Moschus chrysogaster*) [J]. *Ecol Inform*, 2018, 44: 101-108.
- [11] 曹喜红, 周远大. 麝香抗炎作用的研究进展 [J]. 中国药房, 2007, 18(21): 1662-1665.
- [12] 沈强, 刘亚敏. 麝香在神经系统疾病中的临床运用及其药理作用 [J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2003, 1(4): 217-219.
- [13] 沈勤勤, 周涛. 复方麝香注射液治疗脑梗塞疗效观察 [J]. 山西中医, 1996, 12(5): 26.
- [14] 杨保全, 刘再香, 马净植, 等. 复方麝香注射液神经阻滞封闭治疗三叉神经痛疗效观察 [J]. 临床口腔医学杂志, 1996, 12(4): 244-245.
- [15] Liu K, Xie L, Deng M, et al. Zoology, chemical composition, pharmacology, quality control and future perspective of Musk (*Moschus*): A review [J]. *Chin Med*, 2021, 16(1): 46.
- [16] 刘瑶. 养殖麝香与野生麝香化学成分对比分析 [D]. 北京: 北京中医药大学, 2018.
- [17] 朱秀媛, 王文杰, 徐桂芳, 等. 麝香的药理研究II. 麝香及其有效成分的抗炎作用 [J]. 药学学报, 1988, 23(6): 406-410.
- [18] 弋静, 尹竹君, 全云云, 等. 麝香多肽分离纯化及其抗炎作用机制研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2022, 34(12): 2040-2049.
- [19] 郭纲琬, 孙悦平, 邵燕. 麝香与麝香酮毒性及其强心作用的研究 [J]. 中国药学杂志, 1980, 15(6): 41.
- [20] 孟照华, 单礼成, 曾家修, 等. 皮下埋藏麝香对 Balb/C 纯系小鼠恶性肿瘤生长影响的实验研究 [J]. 中国肿瘤临床, 1998, 25(11): 58-60.
- [21] Qi W C, Li Z H, Yang C L, et al. Inhibitory mechanism of *Muscone* in liver cancer involves the induction of apoptosis and autophagy [J]. *Oncol Rep*, 2020, 43(3): 839-850.
- [22] 卢鹏, 樊晶晶, 罗旭, 等. 麝香酮对肺癌细胞的顺铂耐药和小鼠体内的肿瘤生长的作用 [J]. 广西医科大学学报, 2020, 37(11): 1948-1953.
- [23] 张贵苍, 郑里, 马智, 等. TS-814 抗肿瘤研究的回顾与展望 [J]. 河北中医, 1997, 19(3): 42-46.
- [24] 张崇理, 王红, 赵炳顺, 等. 人工合成麝香酮对小鼠早期妊娠的影响 [J]. 动物学报, 1982, 28(3): 242-244.
- [25] 孙蓉, 王任卿, 于晓, 等. 麝香的化学与药理研究进展 [J]. 齐鲁药事, 2005, 24(5): 296-297.
- [26] 郝吉福, 程怡. 麝香的药理学研究概况 [J]. 时珍国医国药, 2004, 15(4): 248-249.
- [27] 巩海涛, 王雁群, 贺广彬, 等. 麝香药理及代用品的研究近况 [J]. 山东医药工业, 2002, 21(1): 26-27.
- [28] 王永生, 崔健, 张英华, 等. 麝香的药理研究进展 [J]. 长春中医药大学学报, 1992, 8(1): 49-51.
- [29] 肖珍科, 黎贤泰, 王保, 等. 麝香酮处理后 CIRI 模型大

- 鼠海马组织中 S100 β 、NF- κ B 表达变化研究 [J]. 陕西中医, 2019, 40(10): 1327-1329.
- [30] 李梦頔, 李一兴, 张运克. 麝香黄芪复方滴丸对外缺血缺氧血脑屏障通透性及相关调节蛋白的影响 [J]. 中华中医药学刊, 2022, 40(1): 80-84.
- [31] 李涓, 凌华婷, 谢子清, 等. 人工合成麝香和天然麝香的抗炎作用比较 [J]. 时珍国医国药, 2009, 20(6): 1508-1509.
- [32] 郭经. 人工麝香研究进展 [J]. 中国医学科学院学报, 2014, 36(6): 577-580.
- [33] Lv S Q, Lei Z X, Yan G, *et al.* Chemical compositions and pharmacological activities of natural musk (*Moschus*) and artificial musk: A review [J]. *J Ethnopharmacol*, 2022, 284: 114799.
- [34] 朱雪晶, 李海涛, 喻斌, 等. 天然、人工麝香对心血管系统作用研究进展 [J]. 南京中医药大学学报, 2009, 25(4): 316-317.
- [35] 刘丛盛. 因为天然所以珍贵: 麝香与片仔癀 [J]. 医药世界, 2008, (4): 71.
- [36] 赵雪飞, 张晶钰, 金煜. 优化高效液相色谱法对天然麝香的鉴别 [J]. 东北林业大学学报, 2017, 45(6): 93-95.
- [37] 叶启智, 陈健忠. 麝香的临床应用和药理研究进展 [J]. 广西中医药, 1990, 13(3): 41-42.
- [38] 袁绿益, 陈娟, 常颜, 等. GC-MS 研究含天然麝香小金丸与含人工麝香小金丸特征化学成分 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(2): 43-47.
- [39] 刘科峰. 麝香、麝鼠香及其加工品化学成分和药理作用的比较研究 [D]. 长春: 长春中医药大学, 2008.
- [40] 刘灿坤. 龙涎香、麝香、灵猫香 [J]. 中药材, 1985, 8(6): 27.
- [41] 周宁娜, 迟程. 麝香及其资源 [J]. 云南中医学院学报, 1993, 16(3): 39-43.
- [42] 李艳冰, 许树林, 勒玉文, 等. 麝鼠香抗炎的药理实验 [J]. 林业科技, 2001, 26(1): 33-35.
- [43] 王丽虹. 麝鼠人工取香化学成分和药理活性研究进展 [J]. 特产研究, 1999, (3): 56-60.
- [44] 孙菲菲, 张振凌, 梁迪, 等. GC-MS 联用技术分析麝鼠香和麝香化学成分差异 [J]. 天然产物研究与开发, 2021, 33(10): 1643-1648.
- [45] 杜佳丽. 龙涎香真伪鉴别及质量控制方法研究 [D]. 广州: 广州中医药大学, 2018.
- [46] 钱伟平. 小灵猫泌香规律试验研究 [J]. 经济动物学报, 2000, 4(3): 35-40.
- [47] 魏刚, 方永奇, 方春亮, 等. 麝香不同溶剂提取物成分比较 [J]. 中药材, 2000, 23(6): 316-317.
- [48] 蒋且英, 罗云, 谭婷, 等. 气质联用和化学计量学比较不同品种和产地麝香挥发性成分组成 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2018, 24(3): 49-55.
- [49] 竭航, 张承露, 曾德军, 等. 麝香不同成熟阶段化学成分变化规律 [J]. 中成药, 2021, 43(1): 144-148.
- [50] 李卫敏, 员宏, 廖华南, 等. 麝香的分类及性状特点 [J]. 中药材, 1997, 20(5): 234-235.
- [51] 田梦平, 杜权, 谢小龙, 等. 地黄资源化学研究进展 [J]. 安徽农业科学, 2021, 49(9): 22-24.
- [52] 杨钰莹, 全云云, 尤晓舟, 等. 中药麝香研究现状与趋势: 基于 CiteSpace 和 VOSviewer 的文献计量学分析 [J]. 中药药理与临床, 2023, 39(4): 106-115.
- [53] 王丹, 王心雨, 卢烽, 等. 基于本草考证的麝香功能主治及用法用量挖掘 [J]. 中成药, 2022, 44(4): 1239-1243.
- [54] 龚晓丽, 王剑波, 罗霜, 等. 含有麝香中成药的质量研究现状 [J]. 中国现代中药, 2023, 25(5): 1155-1162.
- [55] 刘源香, 李谨, 杨继国. 麝香的药理作用及临床应用研究概况 [J]. 山东中医杂志, 2014, 33(8): 693-694.
- [56] 王建明, 戴晓阳, 张争明. 麝香可持续利用的探讨 [J]. 经济动物学报, 2014, 18(4): 187-192.
- [57] 罗云, 杨明, 廖正根, 等. 麝香及其代用品人工麝香质量评价方法研究进展 [J]. 药物分析杂志, 2017, 37(1): 13-19.
- [58] 久牧. 人工麝香研制及其产业化 [J]. 中国食品药品监管, 2016, (4): 62-65.
- [59] 王岚, 王翰, 刘海萍, 等. 麝香的研究现状 [J]. 资源开发与市场, 2016, 32(1): 77-81.

[责任编辑 赵慧亮]