



江苏省金陵科技著作出版基金

薄荷属植物研究与利用

李维林 梁呈元 等 著

江苏凤凰科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

薄荷属植物研究与利用/李维林,梁呈元等著. —南京:
江苏凤凰科学技术出版社, 2018. 9
ISBN 978-7-5537-7353-7

I. ①薄… II. ①李… ②梁… III. ①薄荷—研究
IV. ①S567.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 258262 号

薄荷属植物研究与利用

著 者 李维林 梁呈元 等
责任编辑 罗章莉 薛 侠
责任校对 郝慧华
责任监制 曹叶平

出版发行 江苏凤凰科学技术出版社
出版社地址 南京市湖南路1号A楼, 邮编: 210009
出版社网址 <http://www.pspress.cn>
照 排 江苏凤凰制版有限公司
印 刷 江苏凤凰通达印刷有限公司

开 本 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张 20.5
插 页 12
版 次 2018 年 9 月第 1 版
印 次 2018 年 9 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5537-7353-7
定 价 135.00 元(精)

图书如有印装质量问题,可随时向我社出版科调换。

著作完成人

江苏省中国科学院植物研究所：

李维林 梁呈元 于 盱 房海灵

王小敏 亓希武 王海棠 陈智坤

任冰如 陈 剑 刘 艳 马 丽

吕 寒 吴菊兰

致 读 者

社会主义的根本任务是发展生产力,而社会生产力的发展必须依靠科学技术。当今世界已进入新科技革命的时代,科学技术的进步已成为经济发展、社会进步和国家富强的决定因素,也是实现我国社会主义现代化的关键。

科技出版工作肩负着促进科技进步、推动科学技术转化为生产力的历史使命。为了更好地贯彻党中央提出的“把经济建设转到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来”的战略决策,进一步落实中共江苏省委、江苏省人民政府做出的“科教兴省”的决定,江苏凤凰科学技术出版社于1988年倡议筹建江苏省科技著作出版基金。在江苏省人民政府、江苏省委宣传部、江苏省科学技术厅(原江苏省科学技术委员会)、江苏省新闻出版局负责同志和有关单位的大力支持下,经江苏省人民政府批准,由江苏省科学技术厅、凤凰出版传媒集团(原江苏省出版总社)和江苏凤凰科学技术出版社共同筹集,于1990年正式建立了“江苏省金陵科技著作出版基金”,用于资助自然科学范围内符合条件的优秀科技著作的出版。

我们希望江苏省金陵科技著作出版基金的持续运作,能为优秀科技著作在江苏省及时出版创造条件,并通过出版工作这一平台,落实“科教兴省”战略,充分发挥科学技术作为第一生产力的作用,为建设更高水平的全面小康社会、为江苏的“两个率先”宏伟目标早日实现,促进科技出版事业的发展,促进经济社会的进步与繁荣做出贡献。建立出版基金是社会主义出版工作在改革发展中新的发展机制和新的模式,期待得到各方面的热情扶持,更希望通过多种途径不断扩大。我们也将实践中不断总结经验,使基金工作逐步完善,让更多优秀科技著作的出版能得到基金的支持和帮助。

这批获得江苏省金陵科技著作出版基金资助的科技著作,还得到了参加项目评审工作的专家、学者的大力支持。对他们的辛勤工作,在此一并表示衷心感谢!

江苏省金陵科技著作出版基金管理委员会

前 言

薄荷属(*Mentha* Linn.)植物属于唇形科,该属由林奈于1753年建立,目前记载有30个种左右,140多个变种,遍布于全球。我国薄荷属植物有12个种,其中6个种为栽培种,其余为野生种。薄荷属植物是世界上栽培面积最大的一类香料植物,其茎和叶中含有丰富的精油,其中薄荷(*Mentha haplocalyx* Briq.)、椒样薄荷(*Mentha piperita* Linn.)和留兰香(*Mentha spicata* Linn.)的精油被广泛应用于医药、食品、化妆品等领域。

薄荷属植物中的薄荷也是一种重要的中药材,具有疏风、散热、解毒之功效,用于治疗风热感冒、风温初起、头痛、目赤、咽喉肿痛、牙痛等症状。作为一种大宗常用中药,仅《中华人民共和国药典(2010版)》收录的含有薄荷药材及其精油、薄荷醇的常用中成药就多达45种。

我国是世界上主要的薄荷属植物及其产品生产国之一,其中的薄荷、留兰香产品以香气纯正、异味少、质量好而享誉世界,有“亚洲之香”的美称,在国际市场上有重要的地位。我国薄荷栽培主产区在江苏和安徽等地,留兰香栽培主产区在新疆等地。20世纪70~80年代是我国薄荷产业发展的鼎盛时期,也是薄荷属植物研究最活跃的时期,很多薄荷属植物品种都是在这个时期培育出来的,全国种植面积也颇具规模,如1988年江苏省薄荷栽培面积达30 km²。但是自2000年以后,随着薄荷精油市场价格的波动,薄荷产业受到很大冲击,国内对薄荷属植物的研究基本中断,原来收集的薄荷属植物资源甚至流失殆尽。

江苏省中国科学院植物研究所从20世纪90年代初开始,在国家科技支撑计划项目、国家自然科学基金项目、江苏省自然科学基金项目、江苏省农业科技自主创新资金项目、江苏省农业科技攻关项目等10多项国家级、省级和市级科技项目的资助下,对国内外薄荷属植物种质资源进行了广泛的收集,建立了薄荷属植物种质资源库,并开展了新品种选育、组织培养脱毒快速繁殖技术、施肥灌溉技术、病虫害防治技术、无公害栽培技术、薄荷精油提取加工技术及化学成分和精油合成机理的研究工作。本书是对20多年来的薄荷属植物研究成果的总结,全书分为7章。

第1章介绍了世界薄荷属植物的种类和分布,综述了薄荷属植物的形态特征、细胞

学特征、孢粉学特征、药理作用、化学成分、育种及开发利用概况等。

第2章利用数量分类学方法对薄荷属植物进行了分析,对薄荷属植物花粉形态进行了扫描电镜观察;对薄荷属植物进行分子标记分析,从分子水平证明了薄荷属植物种内和种间存在丰富的遗传变异;对薄荷属植物耐盐性进行了综合评价,并从薄荷中克隆到与耐盐性相关的基因。

第3章分析了薄荷属植物精油超临界 CO_2 萃取工艺,确定了最佳的萃取压力、萃取温度、萃取时间、 CO_2 流量等;对8种薄荷属植物的精油含量及成分进行了分析,从植物化学的角度将薄荷属植物分为薄荷醇化学型、香芹酮化学型和椒样薄荷烯酮氧化物化学型;对薄荷属植物非挥发性成分进行了提取分离,并对薄荷提取物的抗氧化活性进行了研究。

第4章对薄荷属植物组织培养条件进行了研究,建立了薄荷、椒样薄荷和留兰香的组织培养体系。

第5章建立了薄荷栽培技术规程,对薄荷的常见病虫害防治方法进行了总结。

第6章介绍了薄荷新品种选育和种质创新工作,通过实生选种、杂交育种、多倍体育种等技术,选育出了出油率高、薄荷醇含量高的薄荷新品种。

第7章对薄荷精油合成相关基因 *MhLS* 基因和 *MhGPPS* 基因进行了表达分析、遗传转化和分子进化研究,分析了薄荷属植物精油生物合成的相关机理。

本书的许多观点和结论系著者多年研究成果,希望能为薄荷属植物的进一步研究提供基础资料,同时为我国薄荷产业的全面崛起和持续发展提供理论指导和科学依据。

本书引用了部分同行的一些研究成果和资料,在此表示感谢!

由于时间仓促,书中难免存在一些缺点和错误,请广大读者批评指正。

著 者

2018年6月于南京

目 录

第 1 章 薄荷属植物研究与利用概况	1
1.1 薄荷属植物种质资源	1
1.2 薄荷属植物药理作用	5
1.3 薄荷属植物化学成分	10
1.4 薄荷属植物的利用	16
1.5 薄荷属植物组织培养	16
1.6 薄荷属植物育种	20
第 2 章 薄荷属植物种质资源研究	36
2.1 薄荷属植物形态学特征研究	36
2.2 薄荷属植物遗传多样性研究	71
2.3 薄荷属植物耐盐性研究	98
第 3 章 薄荷属植物化学成分研究	159
3.1 薄荷属植物精油提取工艺及精油成分分析	159
3.2 薄荷非挥发性化学成分研究	179
3.3 薄荷提取物的抗氧化活性研究	185
第 4 章 薄荷属植物组织培养研究	192
4.1 薄荷属植物组织培养条件的优选	192

4.2	薄荷的组织培养	199
4.3	椒样薄荷的组织培养	211
4.4	留兰香的组织培养	219
4.5	薄荷属植物组培苗与根蘖苗的比较	225
第5章	薄荷栽培技术及病虫害防治	233
5.1	薄荷栽培技术规程	233
5.2	薄荷病虫害的发生与防治	236
第6章	薄荷种质创新与新品种选育	238
6.1	薄荷多倍体育种研究	238
6.2	‘苏薄1号’薄荷新品种选育	251
6.3	‘苏薄2号’薄荷新品种选育	252
第7章	薄荷属植物精油生物合成相关基因研究	255
7.1	薄荷 <i>MhLS</i> 基因研究	256
7.2	薄荷 <i>MhGPPS</i> 基因研究	300

第 1 章

薄荷属植物研究与利用概况

1.1 薄荷属植物种质资源

1. 薄荷属植物的种类与分布

薄荷属植物的种类是林奈在 1753 年建立的,当时只记载了 13 个种(species),目前记载有 30 个种左右,140 多个变种(varieties),广泛分布于北半球的温带地区,少数分布于南半球。由于薄荷属植物在全球分布范围较广,在长期适应不同地区的土壤、气候等环境条件下形成了不同的生态类型,加之通过针对不同功能用途的人工改良和种植栽培,其逐渐变成了一个庞大的植物群。该属植物高频率的种内、种间杂交(甚至很多栽培种与野生种之间也可以发生杂交)及高度的多倍体化使其系统分类工作困难重重(Šarić-Kundalić et al., 2009; Gobert et al., 2002; Harley et al., 1977; Morton, 1956)。

薄荷属植物在我国分布较广,栽培种、野生种皆有,现今包括栽培种在内有 12 种(表 1-1),其中有 6 种为野生种。通常根据其花萼形状不同分为薄荷组和唇萼薄荷组,其中薄荷组又按其轮伞花序着生位置不同分为薄荷亚组、头序薄荷亚组和穗序薄荷亚组。薄荷属植物很可能是在第四纪冰期和间冰期时由欧洲进入我国的(刘慎谔文集编辑组,1986)。

薄荷属植物形态分类存在一定的困难,加之其精油(也称挥发油)用途广泛,因而药用植物学者更愿意以精油中的主要化学成分——单萜,作为主要依据将其进行分类。Reitsema(1954)将薄荷属植物分为香芹酮组、薄荷酮组和混杂组三类。周荣汉(1988)认为香芹酮(carvone)或薄荷酮(menthone)的有无是区分薄荷属植物的特征成分。戴克敏(1981)⁸⁴⁹⁻⁸⁵¹指出薄荷属植物精油中含香芹酮者为留兰香精油,其原植物为留兰香;精油中含薄荷酮者为薄荷精油,其原植物为薄荷。俞桂新(1991)认为薄荷属植物从生物合

表 1-1 中国薄荷属植物的种类及其主要分布状况

中文名	学名	主要分布	生境
薄荷	<i>Mentha haplocalyx</i> Briq.	全国各地	水旁潮湿地、栽培
东北薄荷	<i>Mentha sachalinensis</i> (Briq.) Kudo	东北三省、内蒙古	河旁、湖旁、潮湿草地
兴安薄荷	<i>Mentha dahurica</i> Fisch.	东北三省、内蒙古	草甸
假薄荷	<i>Mentha asiatica</i> Boriss.	新疆、四川西北部、西藏	河岸、潮湿沟谷、荒地
灰薄荷	<i>Mentha vagans</i> Boriss.	新疆	河岸
欧薄荷	<i>Mentha longifolia</i> (Linn.) Huds.	上海、江苏	栽培
椒样薄荷	<i>Mentha piperita</i> Linn.	江苏、北京、台湾、新疆	栽培
柠檬留兰香	<i>Mentha citrate</i> Ehrh.	北京、江苏、浙江	栽培
留兰香	<i>Mentha spicata</i> Linn.	江苏、浙江、贵州、新疆	栽培及野生
皱叶留兰香	<i>Mentha crispata</i> Schrad.	北京、江苏、云南、浙江	栽培
圆叶薄荷	<i>Mentha rotundifolia</i> (Linn) Huds.	北京、江苏、云南、浙江	栽培
唇萼薄荷	<i>Mentha pulegium</i> Linn.	北京、江苏	栽培

成途径和基因作用方面可分为四类:显性基因 *I* 表达形成的芳樟醇系(linalool series)、显性基因 *Is* 表达形成的异松莪酮系(isopinocamphe series)、显性基因 *Lm* 和 *C* 表达形成的 *C*-2 位含氧的对-薄荷烷型(2-Oxygenated p-menthane series)、由隐性等位结合的基因型 *lmLmcc* 表达形成的 *C*-3 位含氧的对-薄荷烷型(3-Oxygenated p-menthane series)。

2. 薄荷属植物的形态特征

(1) 外部形态

薄荷属植物多数是多年生草本植物,极少数是一年生草本植物。其主要植物学特征是:方形茎,直立或匍匐地面;对生叶,叶片沿叶脉密生微毛或腺点;轮伞花序,顶生,常由多朵花密集而成,花穗有紫色、白色和粉红色,花萼呈钟形或管状钟形,外面密生茸毛及腺点(宋魁等,2009;叶兰荣等,2006)。

戴克敏(1981)⁸⁵³认为薄荷属植物比较固定的形态分类学特征主要是花序的类型,其次是叶柄的有无,花冠喉部是否具毛、毛是否具横缢或狭窄细胞,花萼上的肋脉数,小坚果的颜色、是否具毛、是否具腺点等,同时指出雄蕊的长短、有无花粉、叶形、花萼形态等特征不固定,不能作为鉴别种的依据。Šarić-Kundalić et al. (2009)⁸⁵³从欧洲大陆 17 个地区收集了 33 份薄荷属植物材料,详细比较了其叶片形状和叶缘形状,对叶长、叶面上部宽度、叶面中部宽度、叶面基部宽度、叶柄长度等性状进行了测量,通过聚类分析将 33 份材料归类到了 5 个组。尽管形态数据的聚类结果与其依据化学成分得到的分类结果不完全一致,但此研究为薄荷属植物的叶片形状提供了一个具有参考价值的数值范围。Zabta et al. (2011)通过对茎、叶片大小、叶片颜色、花序等 31 个形态指标数据进行非加权组平均法(unweighted pair-group method with arithmetic means, UPGMA)聚类,将分别属于留兰香和 *M. royleana* 的植物材料区分开来。

薄荷属植物的主要利用价值成分——精油,主要是由腺毛分泌的,腺毛的分布、类型及其结构都对精油的分泌起着直接的作用。腺毛的分布密度越大、处于分泌时期的数量越多,其分泌能力就越强(黄珊珊等,2005)。研究者通过对薄荷属植物腺毛形态及发育进行解剖学研究,一方面可以揭示精油产生的机理,另一方面可以为薄荷属植物分类提供依据。

薄荷属植物叶表面着生着两类腺毛:一类是头状腺毛,由1个基细胞、1个柄细胞和1个头部细胞组成;另一类是盾状腺毛,由1个基细胞、1个柄细胞和8~16个头部细胞组成。后者是分泌精油的腺毛(黄建成等,1986)。闫先喜等(2000)¹⁵⁸对薄荷两类腺毛的发育进行了解剖学研究,并对两类腺毛的形态特征进行了详细的描述。头状腺毛的基细胞纵向引长,呈近长椭圆形,具大液泡,细胞质和细胞核被挤向四周;柄细胞也纵向引长,呈长方形,具大液泡,细胞质稀少;头部由1个分泌细胞组成,呈椭圆形,其细胞质浓厚,液泡小而分散。盾状腺毛的基细胞的体积明显大于相邻的表皮细胞的体积,呈长方形,液泡大,细胞质稀薄;柄细胞呈扁平状,细胞质浓厚,液泡不明显;头部细胞的细胞质较稀,具多个分散的液泡。

这两类腺毛在形态上的差异是由其发生和发育过程的差别引起的。两类腺毛的初始发生是相同的,即都来源于原表皮的原始细胞。其原始细胞第一次平周分裂形成1个基细胞和1个顶细胞,接着顶细胞经第二次平周分裂形成1个柄细胞和1个头部细胞(Amelunxen, 1964)。在接下来的发育过程中,柄细胞存在两种状态:一种是柄细胞出现细胞分化,上部的顶细胞不再进行分裂,直接发育成分泌细胞,从而形成由单个分泌细胞构成的头部,即头状腺毛;另一种是柄细胞呈扁平状,其细胞核较大,细胞质浓厚,仍保持分生组织状态,上方的顶细胞进行多次垂周分裂,形成由8~16个分泌细胞组成的头部,即盾状腺毛(闫先喜等,2000)¹⁵⁸。Šarić-Kundalić et al. (2009)⁸⁵⁴指出腺毛是否浓密、头状腺毛的不同类型以及盾状腺毛的宽度等数量指标均可以用于鉴定和区分不同的薄荷属植物种类。

(2) 细胞学特征

每一种生物都有一定数目的染色体,并且染色体数目在世代相传中始终保持相对稳定,即染色体数目具有恒定性(姚世鸿,1991)。染色体数目研究属于细胞分类学的范畴,可以为传统的形态分类提供细胞学上的佐证或作为修订的依据之一,更是系统进化生物学研究的重要基础内容。

薄荷属植物染色体数目的研究给杂种鉴定、多倍体化研究等薄荷属植物分类中的关键问题提供了重要的证据。Sobti(1965)收集了属于亚洲薄荷、水薄荷、椒样薄荷和留兰香的植物材料,并对其染色体数目进行了统计,从细胞学上将薄荷属植物分为两大类。第一类的染色体基数为10,包括原产于地中海地区的唇萼薄荷;第二类的染色体基数为6或者12,包括北温带地区的亚洲薄荷、留兰香及其杂交后代。目前文献报道过的薄荷属植物染色体数目见表1-2(黄士诚,1997;Harley et al., 1977)。

表 1-2 薄荷属植物染色体数目

学名	体细胞染色体数目
<i>Mentha aquatica</i>	96
<i>Mentha arvensis</i>	96
<i>Mentha arvensis</i> var. <i>agrestis</i>	72
<i>Mentha arvensis</i> var. <i>canadensis</i>	96
<i>Mentha arvensis</i> var. <i>glabrata</i>	96
<i>Mentha arvensis</i> var. <i>japonica</i>	72
<i>Mentha arvensis</i> var. <i>piperascens</i>	96
<i>Mentha arvensis</i> var. <i>praecox</i>	72
<i>Mentha arvensis</i> var. <i>vulgare</i>	96
<i>Mentha cardiaca</i>	72
<i>Mentha citrata</i>	96
<i>Mentha cordifolia</i>	36
<i>Mentha dumetorum</i>	96
<i>Mentha gottefossei</i>	20
<i>Mentha gentilis</i>	54
<i>Mentha japonica</i>	48
<i>Mentha longifolia</i>	24 或 48
<i>Mentha muelleriana</i>	48
<i>Mentha niliaca</i>	36
<i>Mentha piperita</i>	72
<i>Mentha piperita</i> var. <i>officinalis</i>	36 或 48
<i>Mentha piperita</i> var. <i>vulgaris</i>	72
<i>Mentha pulegium</i>	40
<i>Mentha requienii</i>	18
<i>Mentha rotundifolia</i>	24
<i>Mentha sapida</i>	48
<i>Mentha suaveolens</i>	24
<i>Mentha smithiana</i>	54
<i>Mentha spicata</i>	36 或 48 或 72
<i>Mentha spicata</i> var. <i>crispa</i>	48 或 54
<i>Mentha spicata</i> var. <i>crispata</i>	48
<i>Mentha spicata</i> var. <i>longifolia</i>	24 或 48
<i>Mentha spicata</i> var. <i>viridis</i>	48
<i>Mentha verticillata</i>	96

(3) 孢粉学特征

植物孢子和花粉的形态结构特征是在长期的进化演变、发展中形成的,并且相对于直接受到环境因素影响的宏观形态特征(如叶片大小、株高等),在植物进化过程中更为保守。因此,了解孢子和花粉的形态特征及其进化特征,对研究植物的分类和系统发育有很重要的意义(张金谈等,1988)。

杨瑞萍等(1991)利用扫描电子显微镜观察了椒样薄荷、薄荷、唇萼薄荷和水薄荷 4 种薄荷属植物的花粉粒形态和表面纹饰,发现它们的花粉粒呈卵圆形、椭圆形或类圆

形,具有6个萌发沟,有的沟内光滑,有的沟内有颗粒状突起,除薄荷外其他3种植物的花粉粒表面都有粗网状纹饰,但是网眼大小不同。俞桂新等(1993a)¹⁵⁰观察了薄荷、亚洲薄荷、兴安薄荷、皱叶留兰香、欧薄荷、东北薄荷、唇萼薄荷的花粉形状、大小、极轴长、极面形状、萌发沟、赤道轴长、网纹形状和网眼特征,发现唇萼薄荷的花粉形态明显不同于其他几个种,而欧薄荷的花粉明显小于其他几个种。Celenk et al. (2008)利用光学显微镜和扫描电子显微镜对水薄荷、丛生薄荷、欧薄荷、唇萼薄荷、圆叶薄荷、留兰香、皱叶留兰香、香薄荷、轮生薄荷、椒样薄荷的花粉形态及其外孢壁结构进行了观察,同样发现唇萼薄荷的花粉形态明显不同于其他几个种,并且指出花粉大小和染色体数目存在一定的相关性。房海灵(2007)通过花粉超微结构的聚类分析,对17份薄荷属植物材料进行了分类研究。

俞桂新等(1993a)¹⁵⁰对来源于5个种植地区的亚洲薄荷的花粉形态比较研究表明,同种植物不同产地的花粉形态也存在一定差异。莫日根(1992)认为花粉形态变异有时不与物种的变异同步,甚至在同一种植物中也存在花粉形态变异的现象,因此不能够仅仅靠花粉形态变异及其变化规律来解释物种演化关系,还要结合其他的植物分类学证据,如外部形态、微形态、染色体形态以及分子生物学等特征进行综合考虑(任洪岩等, 2011)。

1.2 薄荷属植物药理作用

薄荷属植物具有重要的医疗保健价值,被广泛用于医药、保健、美容、化工等领域的产品中,仅薄荷及其精油被作为原料使用的中药制剂就有40多种。

1. 对消化系统的作用

薄荷有较强的利胆作用。给大鼠每千克体重口服薄荷醇(menthol)260 μmol , 3~4 h后,胆汁排出量约增加4倍,随后作用减弱。薄荷酮的作用与之相似,但较持久,给同剂量的药物5 h后胆汁排出量增加50%~100%。薄荷注射液皮下注射,对由四氯化碳造成的大鼠肝损害有一定保护作用,能使血清谷丙转氨酶活性明显降低。薄荷的丙酮干浸膏或50%甲醇干浸膏500 mg/kg通过十二指肠给药,对麻醉大鼠有显著利胆作用,给药0.5~1 h后作用达高峰,胆汁排出量为对照组的2~4倍,其主要有效成分为薄荷醇(秦雯, 2002)⁸¹。此外,作为传统用药,薄荷属植物对胃肠功能紊乱(如腹泻和绞痛等)有治疗作用,Shah et al. (2010)研究欧薄荷的70%乙醇提取物, Estrada-Soto et al. (2010)研究欧薄荷的70%乙醇提取物和唇萼薄荷的氯仿提取物,均显示具有止泻解痉作用,而这一作用也通过实验验证是因为这些提取物起到了 Ca^{2+} 阻滞剂样作用,从而使胃肠道松弛。

2. 对中枢神经系统的作用

(1) 发汗、解热作用

内服少量薄荷有兴奋中枢神经系统的作用,通过末梢神经使皮肤毛细血管扩张,促进汗腺分泌,有助于散热,故有发汗、解热作用(全国中草药汇编编写组,1976)⁹²³。内服少量薄荷精油,同样有发汗、解热和兴奋中枢神经系统的作用。

(2) 镇静、镇痛作用

圆叶薄荷精油和欧薄荷精油均对中枢神经系统有抑制作用,能明显延长戊巴比妥诱导的睡眠时间。实验结果证明两者对中枢神经系统都有抑制作用,并且后者比前者更能延长小鼠中枢神经抑制时间。在自发活性测量中,欧薄荷精油对中枢神经系统的抑制作用比圆叶薄荷精油更有效,但两者对大鼠的条件反射没有影响,两者不同剂量给药都能降低小鼠和大鼠的体温(李宗友,1992)。同样,向蛙腹部淋巴腔或兔耳静脉注射薄荷精油,也能产生中枢神经抑制作用(吉林省中医中药研究所,1982)。另外,左旋薄荷酮有较强镇痛作用,以 100 mg/kg 左旋薄荷酮灌胃,对小鼠醋酸扭体反应的抑制率为 41.3%,其强度与氨基比林相当(国家医药管理局中草药情报中心站,1986);薄荷提取物 1 g/kg 皮下注射,对小鼠醋酸扭体反应的抑制率为 30%~60%,其有效成分为薄荷醇(横田正实,1990)。Amabeoku et al. (2009)以己酮可可碱、对乙酰氨基酚和吗啡为对照药品,发现欧薄荷的水提取液对由脂多糖和醋酸分别引起的发热疼痛症状有良好的解热镇痛效果。Moreno et al. (2002)发现香薄荷的甲醇提取物有明显的镇痛效果,类似中枢神经系统抑制剂的镇痛效果。

3. 对病原微生物的作用

(1) 抗病毒作用

薄荷水煎剂 10 mg/mL 在原代乳兔肾上皮细胞培养中能抑制 10~100 TCID₅₀ (半数组织培养感染量)的单纯疱疹病毒(HSV)感染,增大感染量则无抑制作用,质量浓度增大至 100 mg/mL 时则呈现对细胞的毒性作用(陈祖基,1980)⁷³。经鸡胚实验证明,椒样薄荷的水提取物对单纯疱疹病毒、牛痘病毒、Semliki 森林病毒和流行性腮腺炎病毒均有抑制作用,但对流感病毒 A 和流感病毒 B 无效(郑虎占等,1998)⁴⁶⁶⁶。

(2) 抗菌作用

体外实验表明,薄荷水煎剂对金黄色葡萄球菌、白色葡萄球菌、甲型链球菌、乙型链球菌、卡他球菌、肠炎球菌、福氏痢疾杆菌、炭疽杆菌、白喉杆菌、伤寒杆菌、铜绿假单胞菌、大肠杆菌、变形杆菌等均有抗菌作用。薄荷水煎剂对表皮葡萄球菌、支气管鲍特杆菌、黄细球菌、藤黄八叠球菌、枯草杆菌、肺炎链球菌等均有较强的抗菌作用(郑虎占等,1998;陈祖基,1980;成都中医学院钩体病防治研究组,1972),对人型结核杆菌也有抑制作用(国家中医药管理局《中华本草》编委会,1999)。薄荷除对多种细菌有较强的抗菌作

用外,对白色念珠菌、青霉菌、曲霉菌、小孢子菌属、喙孢属和壳孢属等多种真菌也有较强的抑制作用(王晖等,1998;黄泰康,1994;谢川若等,1988;王浴生,1983)。

周露等(2011)研究表明,亚洲薄荷精油对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、白色念珠菌有明显的抗菌活性,其最小抑菌体积分数(minimum inhibitory concentration, MIC)分别为16%、125%、250%,其最小杀菌体积分数(minimum bactericidal concentration, MBC)分别为31%、500%、250%。李慧等(2011)研究表明,加拿大薄荷、椒样薄荷和红薄荷对铜绿假单胞菌有抑制作用,与抗生素联用时其抗菌范围和强度均有所变化。Wang et al. (2007)研究表明,加拿大薄荷精油对包括表皮葡萄球菌在内的8种病原菌都有很好的抗菌活性,其中对枯草芽孢杆菌及变形杆菌出现最大的抑菌环, MIC 实验中,薄荷精油的体积分数范围为3.9%~500%,变形杆菌的 MIC 及(1 min)最大呼吸量(maximum breathing capacity, MBC)值最低,分别为62.5%及125%。Rodrigues et al. (2010)研究表明, *M. cervina* 精油对23种细菌具有抑制效果,该抑制作用是多种成分的相互协同作用,并非单一成分发挥作用。Goncalves et al. (2007)研究表明, *M. cervina* 精油对3种真菌具有很好的抑制作用,其中对表皮寄生菌的 MIC 值为63%,可作为治疗脚气等真菌类疾病的替代药品。Hafedh et al. (2010)研究表明,欧薄荷精油同样具有很好的抗菌活性。Bassole et al. (2010)、Tassou et al. (1995)研究均表明,椒样薄荷精油对多种细菌具有抑制效果且强烈抑制植物病原微生物,而对人类的病原体只有适度抑制;Sokovic et al. (2006)研究表明,椒样薄荷精油对匍枝根霉、灰霉病、黑曲霉和红色毛癣菌具有抑制效果。Sarier et al. (2011)、Aggarwal et al. (2002)研究表明,留兰香精油对多种病原微生物均具有抑制作用,并以香芹酮为例验证单萜的对应异构体结构与抗菌活性有关,其中(R)-(+) - limonene 抗菌活性大于(S)-(-) - limonene 抗菌活性。Rasooli et al. (2009)通过留兰香精油体内外生物膜研究实验为薄荷牙膏抗菌及保护口腔黏膜提供了临床依据,并通过与桉树精油联用发现了一种新型防龋治疗方法;Sutour et al. (2008)研究发现,香薄荷精油对病原微生物同样具有抑制活性,其中挥发性成分中的胡薄荷酮对测试的微生物最为有效,其次是胡椒烯酮醚和薄荷酮氧化物。因此,这一活性可用于喉咙、口腔等部位的炎症治疗、食品的储存、室内环境的污染预防及植物保护等领域。目前,留兰香精油已作为重要的添加剂在牙膏中广泛使用,薄荷属其他植物也将在人们日常生活中发挥重要的作用。

4. 驱虫作用

从薄荷全草中提取出的右旋-8-乙酰基莰烯艾菊酮对蚊、虻、蝇、蚋等昆虫均有较好的驱避效果,并且毒性低,对皮肤无刺激作用和过敏反应(刘国声,1983)⁴⁶。Walker et al. (1995,1996)、Ansari et al. (2000)研究表明,欧薄荷精油、椒样薄荷精油和留兰香精油对玉米象、根结线虫、螨虫、蚊等具有杀灭或驱避作用。此外,薄荷精油还能驱除犬及猫体内的蛔虫(王浴生,1983)¹²⁴⁴。

5. 对心脑血管的作用

静脉注射荷兰薄荷精油能造成被戊巴比妥麻醉的小鼠的平均动脉血压及心率降低,这种降压作用可能是由活性成分直接作用于血管平滑肌而造成血管扩张引起的,其有效成分是氧化胡椒酮(Lahlou et al., 2001)。另外,薄荷精油对离体蛙心有麻痹作用。薄荷酮能使家兔及犬呼吸兴奋、血压下降,对离体蛙心也有抑制作用(全国中草药汇编编写组,1976)⁹²³。Bello et al. (2001)研究表明,香薄荷的甲醇提取液和二氯甲烷提取液均具有良好的降血压和调节心律的作用,其中香薄荷的二氯甲烷提取液还能较好地缓解去甲肾上腺素诱导的高血压症状。

6. 对呼吸系统的作用

给麻醉兔吸入薄荷醇蒸气 81 mg/kg,能促进呼吸道分泌,降低分泌物比重;吸入 243 mg/kg则降低黏液排出量。薄荷醇能减少呼吸道的泡沫痰,增加有效通气腔道。同时,薄荷醇的抗刺激作用导致气管产生新的分泌,而使稠厚的黏液易于排出,故有祛痰作用;也有报道称薄荷醇对豚鼠及人均有良好的止咳作用(杨世杰等,1991;王浴生,1983)。

7. 抗早孕及对子宫的作用

薄荷对小鼠有抗早孕作用。于孕后第 6 天,将 4 μ L 薄荷精油或橄榄油分别注入小鼠右侧宫角,左侧宫角不给药,于孕后第 11 天剖检,发现给薄荷精油侧与橄榄油侧宫角妊娠终止率分别为 100%与 41.67%,差异显著。于孕后第 4~11 天,各组分别肌内注射薄荷精油一次,于孕后第 11 天剖检,发现薄荷精油不同剂量皆有一定抗着床与抗早孕作用,作用强度随剂量增加而增加,其中每只小鼠给予 0.035 mL 剂量的抗着床率达 100%。终止妊娠的原因可能是加强子宫收缩,也不能排除是蜕膜组织等直接受损伤。家兔孕后第 6 天或第 9 天宫腔内分别给予不同剂量的薄荷精油,于第 12 天处死,观察胚珠变化,给药前及处死前取血供雌激素、孕激素及人绒毛膜促性腺激素水平测定,结果发现给药组的血浆中黄体酮及雌二醇水平与对照组无显著差异,而人绒毛膜促性腺激素水平则显著下降。给药组的组织切片在显微镜下观察可见滋养叶细胞明显坏死。其作用机理可能与加强子宫收缩无关,对 α 、 β 受体皆无影响。另据报道,薄荷水溶液部分也对大白鼠有抗早孕作用和兴奋子宫作用。薄荷热水提取物体外实验对人子宫颈癌 JTC-26 株有抑制作用(梁呈元等,2003;郑虎占等,1998;杨世杰等,1991)。

8. 促进透皮吸收作用

以裸鼠皮肤制作透皮吸收实验模型,将薄荷醇加到 5%醋氨酚药液中,使薄荷醇含量达 2.5%,由给药池中加入,从接受池中取样测定。结果表明,薄荷醇能显著促进醋氨酚透皮吸收作用,其助渗作用在给药 2 h 后有显著增加,其作用强度随时间推移而继续增加

(吴铁,1992)。另有报道称,在离体裸鼠皮肤上,薄荷醇可明显增加水杨酸和5-氟尿嘧啶的透皮吸收率(吴宋夏等,1994)。对志愿者前臂内侧皮肤进行苍白实验,以1.5%、3%和6%薄荷醇的乙醇溶液作为曲安缩松的稀释液,实验中将0.01 mL药液滴于皮肤表面,以苍白程度作为透皮量指标。薄荷醇本身不引起皮肤苍白反应,但能明显增强曲安缩松所致的皮肤苍白反应,且有剂量相关性。实验结果表明,薄荷醇对曲安缩松有显著促进吸收的作用。在整只兔中,薄荷醇使水杨酸经皮肤吸收入血量明显增加,其峰浓度和药时曲线下面积分别提高151%和87.2%(王宗锐等,1992)。薄荷醇对水杨酸的促进透皮吸收作用强于月桂氮草酮,而两药合用时促进透皮吸收作用并不比分别使用时的效果更好,在合用浓度较高时,甚至出现促进透皮吸收作用降低现象。以双氯芬酸钠为模型药物,以抛物线法在体外透皮吸收实验装置上,对薄荷醇促进透皮吸收作用的量效关系进行研究,发现在0.038 4 mol/L浓度范围内,随着浓度增加,渗透系数逐渐增加,但当浓度增大到0.512 mol/L时,渗透系数反而降低。同时,薄荷醇可使柴胡的生物利用度明显增加。薄荷醇尚具有显著促进扑热息痛透皮吸收作用,其机制与改变皮肤表皮结构密切相关(王晖等,1996a;王晖等,1996b;张志平等,1994;轻工业部香料工业科学研究所,1981)。

9. 抗炎作用

薄荷提取物250 mg/kg腹腔注射,对大鼠角叉菜胶性足肿的抑制率为60%~100%。主要有效成分为薄荷醇。由薄荷叶中提取的以二羟基-1,2-二氢萘二羧酸为母核的多种成分具有抗炎作用,其中1-(3,4-二羟基苯基)-3[2-(3,4-二羟基苯基)-1-羧基]乙氧基羰基-6,7-二羟基-1,2-二氢萘-2-羧酸有明显抗炎作用,其抗 3α -羟甾类脱氢酶的半抑制质量浓度(IC_{50})为28.0 $\mu\text{g/mL}$,而阿司匹林抗此酶的 IC_{50} 为1 150.0 $\mu\text{g/mL}$ 。

10. 局部麻醉作用

薄荷制剂局部应用于皮肤可使皮肤黏膜的冷觉感受器产生冷觉反射,引起皮肤黏膜血管收缩;薄荷精油对皮肤有刺激作用,并可慢慢透入皮肤内,引起长时间充血(轻工业部香料工业科学研究所,1981)¹。薄荷精油外用能麻醉神经末梢,具有清凉、消炎、止痛和止痒作用。薄荷醇与薄荷酮对皮肤均有刺激作用。薄荷醇应用于皮肤时,刺激神经末梢感受器,首先产生冷的感觉,随后有轻微的刺灼感。此时皮肤温度没有降低,甚至略升高,且薄荷醇可缓慢透入皮肤内,引起长时间充血,并引起深部血管变化,调整血管的功能,达到治疗作用。薄荷酮尚有局部麻醉和局部止痛作用,其对皮肤的刺激性强于薄荷醇,其乙醇溶液有防腐作用(秦雯,2002)⁸²。

11. 其他作用

薄荷精油对蛙神经肌肉有轻度箭毒样作用。薄荷的水提取物对刀豆球蛋白A