

不同薄荷品种精油成分分析及其组成特征

陆琳¹, 曹桦¹, 杨珺², 沈国林³, 李涵^{1*}

1. 云南省农业科学院花卉研究所, 国家观赏园艺工程技术研究中心, 昆明 650205;

2. 云南省昆明市西山区农业农村局, 昆明 650100;

3. 云南绿漫农林科技发展有限公司, 昆明 650000

摘要: 为探明不同薄荷品种精油含量及成分特征, 对收集到的 25 个薄荷品种资源进行分析研究。利用水蒸气蒸馏法提取薄荷精油, 并通过气相色谱-质谱联用法(gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS)对提取的精油成分进行分析, 比较不同薄荷品种中的有效化学成分含量及组织特征。结果表明, 24 个薄荷品种的含油量介于 0.03%~1.52%, 其中, 金薄荷的含油量最高, 为 1.52%; 在 22 个精油中共鉴定出挥发性成分 53 种, 其中醇类和萜烯类物质在所有鉴定品种中均有检出; 在 53 种挥发性成分中醇类物质含量最高, 为薄荷醇(金薄荷达到 76.45%), 酯类物质含量次之, 主要成分乙酸芳樟酯(日本薄荷, 48.66%); 萜烯类化合物中的 β -石竹烯、大香叶烯 D、柠檬烯、1,8-桉叶素在 21 个薄荷品种中均有检出。精油中的有效化学成分在不同薄荷资源间存在差异性, 精油成分特征之间的差异与品种亲缘关系的远近无关。精油含量高、品质好的品种为金薄荷。通过明确薄荷的精油成分特征, 为薄荷精油的利用提供了科学依据。

关键词: 薄荷品种; 精油; 成分分析; 组成特征

DOI: 10.19586/j.2095-2341.2024.0140

中图分类号: Q591, S567.23+5

文献标志码: A

Analysis and Composition Characteristics of Essential Oils of Different Peppermint Varieties

LU Lin¹, CAO Hua¹, YANG Jun², SHEN Guolin³, LI Han^{1*}

1. Institute of Flowers, Yunnan Academy of Agricultural Sciences/National Research Center of Ornamental Horticulture Engineering Technology, Kunming 650205, China;

2. Xishan District Bureau of Agriculture and Rural Affairs, Kunming 650100, China;

3. Yunnan Green Man Agriculture and Forestry Technology Development Co., Ltd., Kunming 650000, China

Abstract: To investigate the essential oil content and compositional characteristics of different peppermint varieties, 25 collected peppermint varieties resources were analyzed. The experiment utilized steam distillation to extract peppermint essential oil, and analyzed components using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). The study compared the content and group characteristics of bioactive chemical constituents across these varieties. Results revealed that the oil content of 24 peppermint varieties ranged from 0.03% to 1.52%, with Gold Mint showing the highest content (1.52%). A total of 53 volatile components were identified in 22 essential oils, with alcohols and terpenes universally present. Menthol was the predominant alcohol, reaching 76.45% in Gold Mint, while esters such as linalyl acetate (48.66% in Japanese Mint) were secondary major components. Terpene compounds, including β -caryophyllene, germacrene D, limonene, and 1,8-cineole, were detected in 21 varieties. Variations in essential oil composition were observed among peppermint resources, yet these differences showed no correlation with genetic relatedness. Gold Mint emerged as the variety with both high oil yield and superior quality. This study clarifies the biological traits and essential oil profiles of peppermint, providing a scientific foundation for its utilization in essential oil applications.

Key words: peppermint varieties; essential oil; components analysis; composition characteristics

收稿日期: 2024-08-27; 接受日期: 2024-03-19

基金项目: 云南省科技厅科技人才与平台计划(202005AD160014); 云南省种子种业联合实验室项目(202205AR070001-05)。

联系方式: 陆琳 E-mail: kmlulin@foxmail.com; *通信作者 李涵 E-mail: 354919772@qq.com

薄荷(*Mentha haplocalyx* Briq.)为唇形科薄荷属多年生草本植物,是芳香植物当中品种最多,利用最广的植物之一,可用于医药、食品、化妆品、香料、烟草工业等^[1]。薄荷主要分布于北半球的温带地区,南半球仅有少量分布^[2],在中国植物区系中记载有12个种^[3],主要产于江苏、安徽、云南等地^[5]。薄荷精油具有十分重要的经济价值^[4],在世界香料行业占据重要地位。近年来,随着全球对薄荷精油产品的需求增加,价格不断上涨,世界薄荷精油主产国——美国和印度薄荷产业发展格局出现了新的变化,我国已由薄荷精油主产国转变为世界主要的薄荷油消费国和进口国。

薄荷精油广泛应用于香水、香料和制药行业。它通常以风味调料用于糖果、饮料酒水、日化用品和其他产品^[6-7]。而在我国和韩国等国家,它也被作为中药,用于治疗咳嗽、感冒、发烧、哮喘、伤口、消化不良、腺体肿胀、流感、胃肠道痉挛等^[8-9]。薄荷精油中不同的化学型具有不同的气味和生物活性,在芳香和医药行业具有不同的用途^[10]。

另一方面,来自不同地理种群的薄荷属植物的精油性质差异较大^[11],如希腊发现了4种薄荷精油的化学型,其特征分别是芳樟醇、香芹酮/二氢香芹酮、氧化胡椒酮/氧化胡椒酮和薄荷酮/异薄荷酮/普利酮^[12],而南非有2种化学型(薄荷呋喃和顺式氧化胡椒烯酮/氧化胡椒烯酮化学型)^[13]。我国已经报道了2种亚洲薄荷的化学型,

其特征是氧化胡椒酮/氧化胡椒酮和氧化胡椒酮/蒲列酮/薄荷酮^[14],以及3种亚洲薄荷的化学型,其特征分别是-蒎烯/柠檬烯、薄荷酮/二氢香芹酮和芳樟醇^[15]。

目前,国内对于薄荷品种资源的研究较少,尚未有研究对于我国薄荷品种资源进行系统评价,使得我国薄荷资源的开发和利用相对滞后。精油成分的差异是影响精油品质优劣的重要因素之一,因此对薄荷精油成分进行研究是薄荷品种选育极为重要的环节^[16],整体评价对于进一步开发国内薄荷资源及促进我国薄荷产业的发展具有重要意义。本研究通过对收集到的25个薄荷品种在云南的生长性状进行评价分析,采用水蒸气蒸馏法测定25种薄荷精油的含量,利用气质联用法对22种薄荷植物的精油成分进行分析,结合植株生长表现,筛选出适应性强、品质好的薄荷属植物,进而为后期引种栽培和精深加工利用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验材料来源于我国5省收集的25个主栽薄荷品种(表1,A13、A26~A30为非薄荷品种,未用于本研究)。于2018—2020年在云南省农业科学院花卉研究所澄江基地进行种植栽培试验。

表1 薄荷供试品种
Table 1 Varieties of in this study

编号	品种名	引种地	编号	品种名	引种地
A1	巧克力薄荷	青岛	A15	猫薄荷	广西
A2	科西嘉薄荷	浙江	A16	越南薄荷	浙江
A3	罗马薄荷	江苏	A17	柠檬香蜂草	云南
A4	香橙薄荷	广西	A18	银被薄荷	广西
A5	糖果薄荷	广西	A19	苏格兰薄荷	江苏
A6	浆果奶油薄荷	广西	A20	香蕉薄荷	广西
A7	日本薄荷	浙江	A21	牛奶薄荷	云南
A8	冬季香薄荷	广西	A22	葡萄柚薄荷	浙江
A9	胡椒薄荷	江苏	A23	薰衣草薄荷	浙江
A10	留兰香薄荷	浙江	A24	英国薄荷	广西
A11	凤梨薄荷	江苏	A25	普列薄荷	浙江
A12	澳大利亚薄荷	广西	A31	金薄荷(云南野生种)	云南
A14	苹果薄荷	广西			

试验地设在云南省农业科学院花卉研究所澄江基地,该地位于玉溪市澄江市右所镇吉花村委会内,属于中亚热带高原季风性气候,年均气温

11.9~17.5℃,极端最高气温33.7℃,极端最低气温-3.9℃。平均无霜期达314 d。多年平均年降水量900~1 200 mm,主要集中在5~10月。土壤以

红壤土为主。

1.2 实验仪器

自动精油提取罐(上海宇砚公司,型号Y-JY-50L);GC-MS气相-质谱联用仪(美国Agilent Technologies公司HP6890GC/5973MS)。

1.3 方法

1.3.1 精油提取 精油提取采用水蒸气蒸馏法^[17]。2019年7月在薄荷花期采集薄荷枝条3 kg,将3 kg鲜枝条放入蒸锅,用自动精油提取罐提取精油,保持微沸2 h后停止加热(蒸馏至无精油滴出),蒸馏结束后在油水分离器中进行分离,在4℃冰箱里静置5 h以上后取出精油,测量精油体积并进行成分及其含油率分析,重复3次。除了A25未提取出精油外,其余24个品种均提取出薄荷精油。精油含量计算按照公式(1)。

精油含量 = 精油质量/样品质量 × 100% (1)

1.3.2 精油成分含量检测 薄荷精油送到中国科学院昆明植物研究所测试中心进行精油成分含量检测。将样品依次放在GC/MS进样室中,HP-5MS石英毛细管柱(30 mm×0.25 mm×0.25 m);柱温:起始温度80℃,程序升温3℃·min⁻¹至280℃,进样量:1 μL,保持30 min;柱流量为1.0 mL·min⁻¹;进样口温度250℃;柱前压100 kPa;进样量0.10 μL;分流比50:1;载气为高纯氮气。MS条件:电离方式EI;电子能量70,传输线温度250℃;离子源温度230℃;四极杆温度150℃;质量范围35~500;采用Wiley7n.1标准谱库检索定性。依据总离子流各色谱峰平均峰面积,并通过面积归一化法,计

算各组分的相对百分含量。通过送检24个薄荷品种精油,除了A14、A15提取量少未达到检测量外,获得了22个薄荷品种精油有效化学成分含量的数值。

1.3.3 聚类分析 利用JMP Pro 16.1.0软件,采用Ward法对精油进行聚类。

2 结果与分析

2.1 不同品种薄荷精油含量比较

采用水蒸气蒸馏法对25个薄荷品种进行精油提取,其中编号A25中未提取到精油,其余24个品种的精油得率见图1。各个薄荷品种精油含量差异较大,介于0.029%~1.500%,精油含量最高的品种为A31,精油含量1.5%,A31精油可作为香料进行精深加工应用。在所有品种中精油含量>1.0%的有4个,按高低依次排序为A31>A18>A19>A3;精油含量中等的品种有7个,分别为A4、A5、A8、A9、A20、A22、A23,精油含量介于0.34%~1.00%;A11、A12、A17、A24 4个品种的精油含量低于0.1%,其中,A17的香味最清淡且带柠檬香气,适合用于饮品。综上,从收集的24个薄荷品种中,精油含量较高可用于提取精油的品种有11个,占薄荷资源收集总数的45.8%,可根据不同用途进行加工开发。

2.2 薄荷主要挥发性成分组成特征

由于部分品种提取精油量不足,只检测了22个薄荷品种的挥发性成分。通过GC-MS检测,

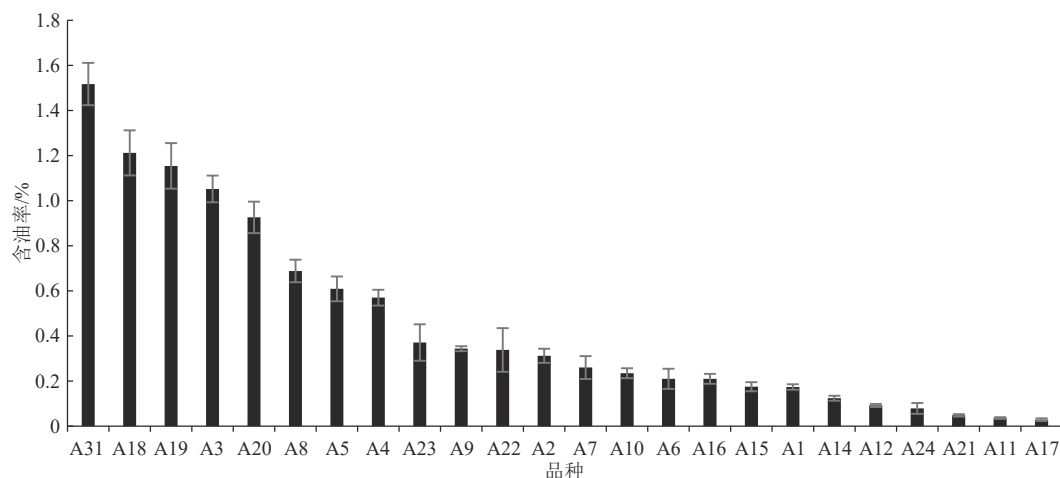
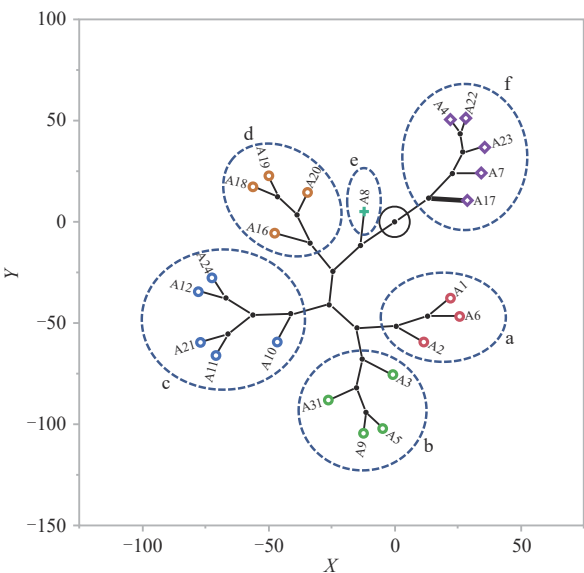


图1 不同薄荷品种精油含量

Fig. 1 Essential oil content of different peppermint varieties

22个薄荷品种共鉴定出53种挥发性成分,占总精油含量的80.2%~95.8%,包含有酯类、醇类、酮类、萜烯类和芳香类化合物5大类别。在检测出的53种成分中,β-石竹烯、大香叶烯D、柠檬烯和1,8-桉叶素在21个品种精油中均有检出,为共同有效成分,其余成分分布于1~14个品种中。基于各成分含量对22个精油的成分相似性进行聚类,图2显示它们可分为6个类群(化学型)(图2),同一类群中薄荷品种的精油成分相似性较高。类群a包含A1、A2、A6共3个品种(占供试品种的13.6%,下同),精油化学型分别为:薄荷酮(A2)、柠檬烯(A1)和香芹酚(A6);类群b含A3、A5、A9、A31共4个品种(占18.2%),精油化学型分别为:长叶薄荷酮/薄荷酮(A3)和薄荷醇(A5、A9、A31);类群c含A10、A12、A24、A11、A21共5个品种,精油化学型分别为:香芹酮(A10、A12、A24)、胡椒烯酮氧化物(A21)和薄荷醇(A11);类群d含A16、A18、A19、A20共4个品种,精油化学型分别为:胡椒烯酮氧化物(A16)和香芹酮(A18、A19、A20);类群e仅含A8品种,精油化学型为香芹酚;类群f含A4、A7、A17、A22、A23共5个品种,精油化学型为乙酸芳樟酯。以上结果表明,精油成分在不同品种间存在显著差异。

除主要成分外,每种化学型精油还存在一些



注:图中的虚线圆表示不同类群:a、b、c、d、e、f分别表示划分的不同类群名。

图2 22个薄荷品种中精油成分组成相似性

Fig. 2 Similarity of essential oil composition in 22 mint varieties

局部成分差异(表2)。如化学型乙酸芳樟酯的主要成分除乙酸芳樟酯外,其他成分薄荷醇(4.5%~16.8%)和柠檬烯(0.4%~4.5%)的占比较大。而在薄荷醇化学型中,薄荷醇含量为14.4%~76.5%,该

表2 不同化学型薄荷精油的主要成分值和其他部分重要成分值的变化

Table 2 Variations in the main component values and other constituent values among different chemotypes of essential oil

成分	乙酸芳樟酯		薄荷醇		薄荷酮		香芹酮		胡椒烯酮氧化物		柠檬烯		香芹酚		长叶薄荷酮	
	范围/	CV/	范围/	CV/	范围/	CV/	范围/	CV/	范围/	CV/	范围/	CV/	范围/	CV/	范围/	CV/
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
乙酸芳樟酯	30.7~48.7*	19.3	7.9	—	1.8	—	12.6	—	2.6~3.7	26.0	6.2	—	0.0	—	0.0	—
薄荷醇	4.5~16.8	63.6	14.4~76.5*	73.9	2.7~31.8	92.8	1.4~18.5	135.3	1.9	—	1.8~2.4	23.0	0.0	—	13.1	—
薄荷酮	0.8~1.5	44.2	5.7~20.5	56.4	18.5~28.8*	24.2	0.7~1.8	39.9	0	—	0.7	—	1.9~2.6	21.4	28.8	—
香芹酮	1.7	—	1.9~7.3	55.5	5.7	—	28.1~53.1*	24.7	4.9	—	53.1*	—	3.3	—	0.0	—
胡椒烯酮氧化物	0	—	13.8	—	0.0	—	1.2~2.7	52.3	23.0~34.4*	28.0	1.2	—	0.0	—	0.0	—
柠檬烯	0.4~4.5	129.0	1.5~3.6	33.3	3.6~15.1	82.2	5.1~26.2	51.9	2.6~5.8	53.1	26.2~39.7*	28.9	2.6~9.0	78.0	4.6	—
香芹酚	5.3	—	0.0	—	0.0	—	0.0	—	0	—	0.0	—	30.4~45.8*	28.5	0.0	—
长叶薄荷酮	0	—	2.0~12.9	104.2	12.7~33.8	64.2	0.0	—	0	—	0.0	—	3.6	—	33.8*	—

注:表中的CV表示变异系数;*表示每种化学型中主要成分的值。

化学型中其他成分如薄荷酮、胡椒烯酮氧化物、长叶薄荷酮、乙酸芳樟酯也占重要比例,但该型中A31品种的薄荷醇含量较高(76.5%),其他成分含量均低于7.6%,其他化学型也呈现类似特征。不同化学型精油主要成分和次要成分的变异系数差异较大,说明不同化型精油、同一化学型的不同品种的化学成分组成差异较大。

为明确酯类、醇类、酮类、萜烯类和芳香类化合物5大类别挥发性物质成分在22个精油中的组成特征,利用22个精油中各成分的含量进行双向

聚类,22个精油共划分为I、II、III、IV、V共5个类群(图3和表3)。类群I中含5个品种,其精油含酯类和醇类成分高而其他成分含量低(图3和表3);类群II仅含1个品种,其精油含醇类成分高而其他成分含量低;类群III含12个品种,其精油含酮类和醇类成分高而其他成分含量低;类群IV含2个品种,其精油含萜烯类成分高而其他成分含量低;类群V含2个品种,其精油含芳香类化合物成分高而其他成分含量低。

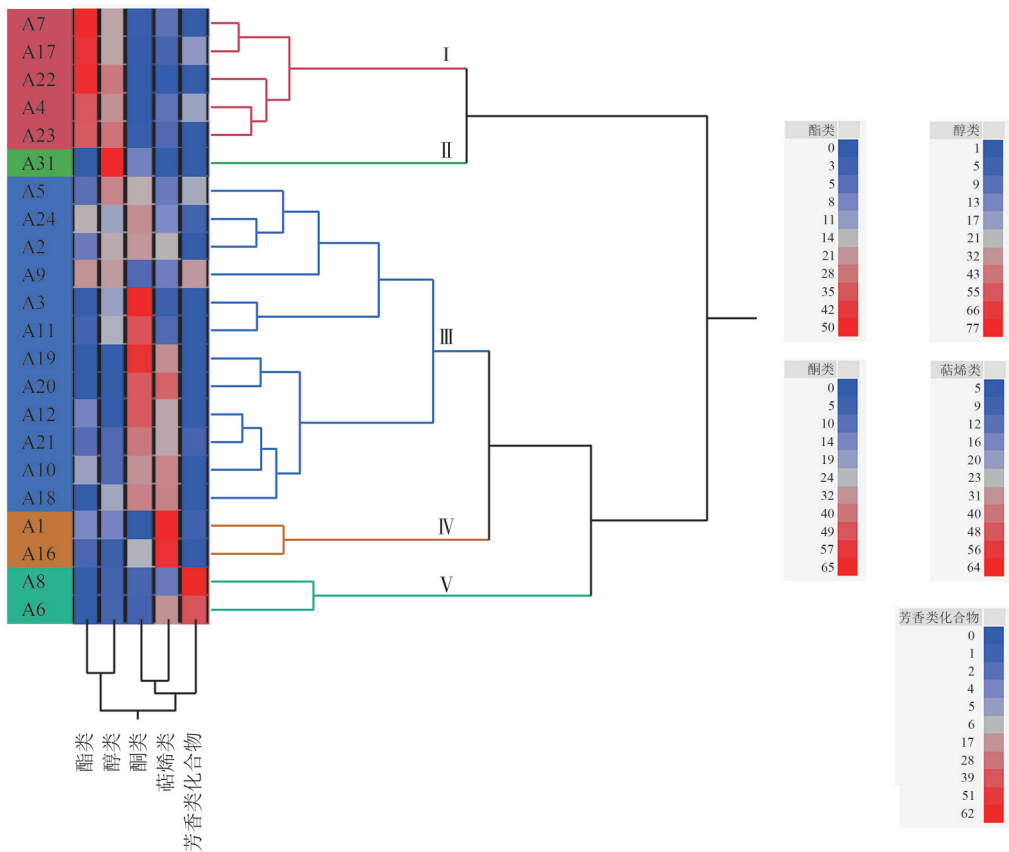


图3 5类挥发性化合物在22个精油中的组成特征

Fig. 3 Composition characteristics of five volatile compounds in 22 essential oils

表3 5类挥发性化合物在22个精油中的组成特征

Table 3 Composition characteristics of five volatile compounds in 22 essential oils

类群	品种数	百分率/%	薄荷品种	成分及相对含量/%				
				酯类	醇类	酮类	萜烯类	芳香类化合物
I	5	22.72	日本薄荷	49.6	26.2	1.7	12.8	0.0
			柠檬薄荷	44.1	25.9	0.8	9.9	4.7
			葡萄柚薄荷	46.6	41.8	0.0	5.5	0.0
			香橙薄荷	35.2	33.1	0.0	12.9	5.3
			薰衣草薄荷	34.5	44.1	1.5	11.2	0.0

续表

类群	品种数	百分率/%	薄荷品种	成分及相对含量/%				
				酯类	醇类	酮类	萜烯类	芳香类化合物
II	1	4.55	金薄荷	0.0	77.1	13.5	5.2	0.0
			糖果薄荷	5.4	37.1	26.2	14.0	5.6
			英国薄荷	15.4	18.0	33.4	17.0	1.4
			科西嘉薄荷	6.6	24.9	31.2	24.4	0.0
			胡椒薄荷	20.9	29.0	7.7	14.6	15.3
			罗马薄荷	0.8	17.4	65.1	7.5	0.0
			凤梨薄荷	3.1	20.0	49.1	11.1	0.0
III	12	54.55	苏格兰薄荷	0.0	1.8	59.1	32.6	0.0
			香蕉薄荷	0.0	1.2	47.4	43.6	0.0
			澳大利亚薄荷	7.9	1.4	47.3	26.9	0.0
			牛奶薄荷	4.9	7.7	39.2	27.0	1.5
			留兰香薄荷	11.2	7.8	32.5	34.6	0.0
			银被薄荷	0.0	18.5	37.0	35.7	0.0
			巧克力薄荷	8.4	12.8	0.0	63.8	1.3
IV	2	9.09	越南薄荷	3.7	3.5	23.0	58.3	0.0
V	2	9.09	冬季薄荷	0.0	5.4	6.2	14.1	61.6
			浆奶果薄荷	0.0	6.4	5.3	31.8	39.7
合计	22	100						

3 讨论

薄荷既是重要的香料植物,也是重要的药用植物,薄荷属植物在全世界约有30个种,其中变种有140多个,主要分布在北半球的温带地区^[19]。开展品种资源的收集整理是育种工作的基础,对品种资源进行评价对于薄荷育种工作具有重要意义。薄荷属植物叶片富含精油,其中多种精油成分具有重要的开发利用价值,有研究表明花期采收的薄荷精油品质优于其他生长期^[20],精油成分差异及相对含量的多少是影响精油品质的决定因素。Bohloul等^[21]对产自伊朗的4个薄荷品种资源的精油含量、叶片产量和叶片长度等农艺性状进行了评价,结果表明这些农艺性状指标在不同薄荷品种资源间存在较大的变异,其中 *Mentha longifolia* var. *amphilema* 的精油产量和精油含量最高, *Mentha piperita* 的叶片长度最大。本研究通过对22个薄荷品种植株采用水蒸气蒸馏法提取精油,薄荷中精油含量大于1%的品种有金薄荷>银被薄荷>苏格兰薄荷>罗马薄荷,薄荷醇含量差别很大,分别是76.45%、18.49%、1.75%和13.09%(图1);从性状观察可看出,4个品种中的金薄荷叶较大,含油量也最高,其主要挥发性化学成分为薄荷醇,占该品质成分总含量的79.8%。薄荷油

的重要性在于可以从其中分离得到薄荷醇^[22],因此薄荷醇的含量也成为衡量薄荷精油质量的一个重要指标。从提取的薄荷油含油量来看,精油含量高、品质好的品种为金薄荷,其可用于功能产品的开发。根据《中华植物志》^[4]的描述,薄荷挥发油的含量在1.3%~2.0%之间,而本研究基于对22个薄荷品种的分析,挥发油的含量在0.0%~1.5%之间,因此,薄荷品种挥发油的含量存在很大的差异,由于所有材料都是在相同的环境条件下种植的,这种差异可能归因于它们不同的遗传背景,并由中国复杂的地理环境差异逐渐演变形成。

在世界各地,无论是野生的或是种植的,薄荷精油的化学成分都有很大的差异。前人研究发现了8种化学型,包括普乐酮、香芹酮、芳樟醇、胡椒酮、呋氧化物、薄荷酮/异薄荷酮、普乐酮/异薄荷酮和普乐酮/胡椒酮^[23-24]。乐云辰等^[18]利用ISSR分子标记对不同薄荷品种遗传关系进行分析,发现留兰香薄荷(A10)属于类群I,巧克力薄荷(A1)、胡椒薄荷(A9)、薰衣草薄荷(A23)和柠檬辣薄荷(A17)聚属于类群II,凤梨薄荷(A11)和葡萄柚薄荷(A22)聚属于类群III,3个类群的薄荷品种间的亲缘关系较远(图3),而本研究结果表明,精油成分为乙酸芳樟酯型的品种A23、A17、A22

位于类群Ⅱ(A23和A17)和类群Ⅲ(薄荷品种A22);相似地,薄荷醇化学型品种A9和A11分别为类群Ⅱ(A9)和类群Ⅲ(A11),说明同一精油化学型薄荷品种分布于不同的薄荷种类群中。在欧洲,富含香芹酮的精油被广泛用作香精香料^[24],我们的研究结果与其他国家或地区报道的优良品种相似^[24-26]。这些遗传资源的发现将有助于改善富含香芹酮植物的精油品质,提升香芹酮含量。Chou和Zhou^[27]对来自我国8个省份的22个薄荷的精油成分分析,发现了6种化学型^[27],包括薄荷酮/长叶薄荷酮、胡椒酮、氧化胡椒酮、芳樟醇/氧化胡椒酮、香芹酮和薄荷醇/乙酸薄荷酯。Zhao等^[28]对四川盆地的45份薄荷精油成分中发现了6种化学型,包括芳樟醇、薄荷酮、薄荷醇、长叶薄荷酮、香芹酮和胡椒烯酮氧化物。结合本研究发现的3种新化学型柠檬、香芹酚和乙酸芳樟酯,综合来看我国薄荷植物至少有13种化学型,说明我国薄荷精油的成分十分丰富,可用于不同用途产品的开发。

参 考 文 献

- [1] 窦怀智,吴雯雯,丁黎,等.10种薄荷含油量及薄荷醇和薄荷酮含量对比分析[J].香料香精化妆品,2017(6):1-4+7.
- [2] DOU H Z, WU W W, DING L, *et al.* Comparative analysis of the contents of volatile oil, menthol and menthone in 10 kinds of *Mentha haplocalyx*[J]. Flavour Fragr. Cosmet., 2017(6): 1-4+7.
- [3] MKADDEM M, BOUSSAID M, FADHEL NBEN. Variability of volatiles in Tunisian *Mentha pulegium* L. (Lamiaceae)[J]. J. Essent. Oil Res., 2007, 19(3): 211-214.
- [4] 吴征镒,李锡文.中国植物志[M].北京:科学出版社,1977.
- [5] LAWRENCE B M. Mint [M]. Boca Raton: CRC Press, 2006
- [6] 国家药典委员会.中华人民共和国药典-三部:2020年版[M].北京:中国医药科技出版社,2020.
- [7] OYEDEJI A O, AFOLAYAN A J. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil isolated from South African *Mentha longifolia* (L.) subsp. *capensis* (thunb.) briq[J]. J. Essent. Oil Res., 2006, 18(Sup1): 57-59.
- [8] ASEKUN O T, GRIERSON D S, AFOLAYAN A J. Effects of drying methods on the quality and quantity of the essential oil of *Mentha longifolia* L. subsp. *Capensis*[J]. Food Chem., 2007, 101(3): 995-998.
- [9] TOMEI P E, UNCINI MANGANELLI R E, FLAMINI G, *et al.* Composition of the essential oil of *Mentha microphylla* from the gennargentu mountains (Sardinia, Italy)[J]. J. Agric. Food Chem., 2003, 51(12): 3614-3617.
- [10] MKADDEM M, BOUAJILA J, ENNAJAR M, *et al.* Chemical composition and antimicrobial and antioxidant activities of *Mentha* (*longifolia* L. and *viridis*) essential oils[J]. J. Food Sci., 2009, 74(7): 358-363.
- [11] KAROUSOU R, BALTA M, HANLIDOU E, *et al.* "Mints", smells and traditional uses in Thessaloniki (Greece) and other Mediterranean countries[J]. J. Ethnopharmacol., 2007, 109(2): 248-257.
- [12] HAJLAOUI H, SNOUSSI M, JANNET HBEN, *et al.* Comparison of chemical composition and antimicrobial activities of *Mentha longifolia* L. ssp. *longifolia* essential oil from two Tunisian localities (Gabes and Sidi Bouzid)[J]. Ann. Microbiol., 2008, 58(3): 513-520.
- [13] KOFIDIS G, BOSABALIDIS A, KOKKINI S. Seasonal variation of essential oils in a linalool-rich chemotype of *Mentha spicata* grown wild in Greece[J]. J. Essent. Oil Res., 2004, 16(5): 469-472.
- [14] VILJOEN A M, PETKAR S, VAN VUUREN S F, *et al.* The chemo-geographical variation in essential oil composition and the antimicrobial properties of "wild mint" -*Mentha longifolia* subsp. *polyadena* (Lamiaceae) in southern Africa[J]. J. Essent. Oil Res., 2006, 18(Sup1): 60-65.
- [15] CHOU G X, ZHOU R H. Two chemotypes of *Mentha asiatica* Bross[J]. J. Plant Resour. Environ., 1994, 3: 58-59.
- [16] CHOU G X, ZHOU Z X, ZHOU R H. Chemotypes of *Mentha asiatica* Kudo[J]. J. Plant Resour. Environ., 1995, 4: 60-62.
- [17] 陈光亮,余玉宝,李冬梅.薄荷油及其有效成分药理作用的研究概况[J].中国中医药信息杂志,2000,7(2):33-34.
- [18] CHEN G L, SHE Y B, LI D M. General situation of research on pharmacological effects of peppermint oil and its effective components[J]. Chin. J. Inf. Tradit. Chin. Med., 2000, 7(2): 33-34.
- [19] 梁呈元,傅晖,李维林,等.薄荷油不同提取方法的比较[J].时珍国医国药,2007,18(9):2085-2086.
- [20] LIANG C Y, FU H, LI W L, *et al.* Comparison of different extraction methods of volatile oil from *Mentha haplocalyx* briq[J]. Lishizhen Med. Mater. Med. Res., 2007, 18(9): 2085-2086.
- [21] 乐光辰,吴亚妮,张艳玲,等.不同薄荷品种遗传关系的 ISSR 分析[J].上海交通大学学报(农业科学版),2008,26(1):29-32.
- [22] LE Y C, WU Y N, ZHANG Y L, *et al.* ISSR analysis of genetic relationships between eleven varieties of *Mentha*[J]. J. Shanghai Jiaotong Univ. Agric. Sci., 2008, 26(1): 29-32.
- [23] 黄士诚.薄荷属(*Mentha*)植物的染色体数目及其栽培种的起源[J].香料香精化妆品,1997(3):23-24.
- [24] HUANG S C. Chromosome number of *Mentha* and the origin of its cultivated species[J]. Flavour Fragr. Cosmet., 1997(3): 23-24.
- [25] ZHELJAZKOV V D, CANTRELL C L, ASTATKIE T, *et al.* Peppermint productivity and oil composition as a function of nitrogen, growth stage, and harvest time[J]. Agron. J., 2010, 102(1): 124-128.
- [26] ABBASZADEH B, VALADABADI S A, FARAHANI H, *et al.* Studying of essential oil variations in leaves of *Mentha* species[J]. African J. Plant Sci., 2009, 3: 217-221.
- [27] MANS H B. Chemical composition analysis of peppermint oil[J]. Guangxi Light Ind., 1994, 4: 48-51.
- [28] BASER K H C, KÜRKÇÜOĞLU M, TARIMCILAR G, *et al.* Essential oils of *Mentha* species from northern Turkey[J]. J. Essent. Oil Res., 1999, 11(5): 579-588.

- [24] TELCI I, SAHBAZ N, YILMAZ G, *et al.* Agronomical and chemical characterization of spearmint (*Mentha spicata* L.) originating in Turkey[J]. Econ. Bot., 2004, 58(4): 721-728.
- [25] TELCI I, DEMIRTAS I, BAYRAM E, *et al.* Environmental variation on aroma components of pulegone/piperitone rich spearmint (*Mentha spicata* L.)[J]. Ind. Crops Prod., 2010, 32(3): 588-592.
- [26] KOKKINI S, KAROUSOU R, LANARAS T. Essential oils of spearmint (Carvone-rich) plants from the island of Crete (Greece)[J]. Biochem. Syst. Ecol., 1995, 23(4): 425-430.
- [27] CHOU G X, ZHOU R H. The variation and chemotypes of the essential oil components in wild *Mentha haplocalyx* Briq. in China[J]. J. Plant Resour. Environ., 1998, 7: 13-18.
- [28] ZHAO D, XU Y W, YANG G L, *et al.* Variation of essential oil of *Mentha haplocalyx* Briq. and *Mentha spicata* L. from China[J]. Ind. Crops Prod., 2013, 42: 251-260.