

文章编号: 1674-7054(2020)04-0470-09

## 3种百里香精油成分的GC-MS分析

陈品品<sup>1</sup>, 蔡锦铃<sup>1</sup>, 马晓娟<sup>1</sup>, 蓝波妙<sup>1</sup>, 吴辉煌<sup>2</sup>, 庄卫东<sup>1</sup>

(1. 泉州市农业科学研究所, 福建 泉州 362212; 2. 福建省安溪茶厂有限公司, 福建 泉州 362441)

**摘要:** 采用水蒸气蒸馏法和气相色谱-质谱联用技术(GC-MS), 比较原生百里香(*Thymus vulgaris*)、柠檬金边百里香(*Thymus citriodorus*)和阔叶百里香(*Thymus serpyllum*)茎叶精油的含油率、化学组成及其相对含量的差异。结果表明: 3种百里香的精油含油率介于1.50~4.82 mL·kg<sup>-1</sup>之间, 其中, 以阔叶百里香的精油含油率最高。在这3种精油中, 共鉴定出59种化合物, 其中, 23种萜烯类, 13种醇类, 7种酯类, 4种酚类, 3种酮类, 5种烷烃类, 2种醚类, 2种醛类。在原生百里香和阔叶百里香的精油中, 分别鉴定出34种和35种化合物, 其中, 百里香酚相对质量分数最高(37.45%和40.17%), 归类为百里香酚型; 柠檬金边百里香精油含有29种化合物, 其中, 顺式香叶醇相对质量分数最高(36.01%), 归类为香叶醇型, 具有浓郁的柠檬香气。不同种百里香精油成分种类和含量存在明显差异, 本研究可为泉州地区百里香的开发利用提供依据。

**关键词:** 百里香; 精油; 成分; GC-MS 分析

中图分类号: Q 949.777.6

文献标志码: A

DOI: 10.15886/j.cnki.rdsxb.2020.04.010

百里香(*Thymus*)为唇形花科百里香属多年生草本或小灌木, 又名麝香草、地椒、蚊子草、山胡椒等, 全世界约有300~400种, 在我国有11种, 2个变种<sup>[1]</sup>, 主要分布在我国西北、华北和东北地区。近年来, 福建泉州地区有引进栽培。百里香精油富含百里香酚、黄酮和甙类等物质, 具有很强的抗氧化性和抑菌性<sup>[2-4]</sup>, 是优良的天然防腐剂、抗氧化剂和食品稳定剂<sup>[5]</sup>, 广泛应用于医疗、食品和保健品等行业<sup>[6]</sup>, 具有较高的商业价值。FIGUEIREDO等<sup>[7]</sup>以2种葡萄牙特有百里香(*Thymus capitellatus* Hoffmanns & Link, *Thymus lotocephalus* G. López & R Morales)为试验材料, 百里香花的精油的主要成分为乙酸芳樟醇(23%), 百里香叶精油的主要成分为1,8-桉叶醇且倍半萜化合物含量较多。CUTILLAS等<sup>[8]</sup>研究了西班牙2种百里香精油的化学成分差异, 6份红色百里香(*Thymus zygis*)样品的主要成分相似, 但含量不同, 百里香酚(30%~54%)、对伞花烃(14%~27%)、 $\gamma$ -松油烯(8%~28%); 2份冬百里香(*Thymus hyemalis*)样品以1,8-桉叶醇(3%~37%)、对伞花烃(1%~29%)、芳樟醇(8%~13%)和百里香(0~19%)为主要成分; 苗廷青等<sup>[9]</sup>分析陕西秦岭山区百里香(*Thymus quinquecostatus* Celak)精油成分, 鉴定出52种化合物, 主要成分为百里香酚(20.87%)、香芹酚(16.58%)、对伞花烃(15.62%)和龙脑(4.68%)等物质; 樊丽等<sup>[10]</sup>分析秦岭周至县的百里香(*Thymus mongolicus*)精油成分, 鉴定出53种化合物, 主要成分为对伞花烃(13.69%)、香芹酚(13.20%)和松油烯-4-醇(11.23%)等。马萱等<sup>[11]</sup>比较分析北京地区栽培的3种百里香(小叶百里香*Thymus quinquecostatus*、金边百里香*Thymus vulgaris* 'Golden Queen'和法国百里香*Thymus vulgaris* 'French')精油的化学成分, 3种百里香精油的主要成分分别为龙脑(16.75%)、反式香叶醇(23.23%)和百里香酚(38.57%); 杨敏丽等<sup>[12]</sup>对宁夏固原地区的百里香(*Thymus quinquecostatus*)精油成分进行分析, 鉴定出31种成分, 主要成分为香荆芥酚(28.54%)、1-甲基-3-异丙基苯和百里香酚等; 祁伟等<sup>[13]</sup>以山东德州

收稿日期: 2020-04-02

修回日期: 2020-05-05

基金项目: 泉州市科技计划项目(2018N054); 泉州市科技计划项目(2018N053)

第一作者: 陈品品(1983-), 女, 助理研究员, 硕士. 研究方向: 芳香植物精油成分分析与利用. E-mail: chenpinpin2004@163.com

通信作者: 庄卫东(1968-), 男, 高级农艺师. 研究方向: 植物引种和栽培. E-mail: zwd630@qq.com

郊区野生百里香(*Thymus mongolicus*)为材料,从其精油中鉴定出30种化合物,主要成分为百里香酚(15.64%)和香芹酚等;路立峰等<sup>[14]</sup>的鉴定结果表明,山东峒岭山上野生百里香(*Thymus mongolicus* Celak)挥发油的主要成分为二环[3.1.0]己烷-2-醇,2-甲基-5-(1-甲基乙基)-, (1 $\alpha$ , 2 $\beta$ , 5 $\alpha$ ) (13.68%)、桉树脑(13.10%)等;而胡怀生<sup>[15]</sup>从甘肃庆阳百里香(*Thymus quinquecostatus* Celak)挥发油中鉴定出86种组分,香芹酚高达30.53%,百里香酚含量极少,仅为0.46%。马莉等<sup>[16]</sup>对2种百里香的精油进行分析,发现普通百里香(*Thymus vulgaris*)主要成分为百里香酚44.51%、对伞花烃23.66%,匍匐百里香(*Thymus serpyllum*)主要成分为百里香酚30.23%、龙脑16.55%。于二汝等<sup>[17]</sup>以5种黔引百里香(*Thymus vulgaris*)为材料,比较分析5种百里香精油的主要成分与化学型,第1类为百里香酚型,百里香酚质量分数29.80%~46.10%,第2类为 $\alpha$ -乙酸松油酯型, $\alpha$ -乙酸松油酯质量分数为42.24%,第3类为香叶醇型,香叶醇质量分数为45.31%。因此,百里香精油成分地区差异性明显。

植物精油提取的方法有很多,主要有水蒸气蒸馏法、有机溶剂浸提法、超声波法、同时蒸馏萃取法、分子蒸馏法、超临界CO<sub>2</sub>萃取法、微波辅助提取法和酶提取法等。其中,水蒸气蒸馏法(Hydro Distillation, HD),因设备简单、操作方便、提取成本低、无污染等优点,使用较广泛。植物精油成分分析的方法有高效液相色谱法(HPLC)、气相色谱法(GC)、气相色谱-质谱联用法(GC-MS)、薄层色谱法(TLC)、和超临界流体色谱法(SFC)等<sup>[18-20]</sup>。植物精油存在化学成分复杂多样、含量低等问题,GC-MS技术分离能力强、灵敏度高、选择性良好,是植物精油定性和定量分析较好的检测技术。随着泉州地区香料植物种植面积的增加及芳香加工产业的蓬勃发展,市场上对百里香精油的需求逐年增加。目前,关于福建泉州地区引种栽培的百里香精油成分的分析尚未见报道。因此,笔者以泉州地区种植的原生百里香(*Thymus vulgaris*)、柠檬金边百里香(*Thymus citriodorus*)、阔叶百里香(*Thymus pulegioides*)的茎叶为材料,利用水蒸气蒸馏法提取精油,结合气相色谱-质谱联用技术(GC-MS)分析其化学成分,旨在为泉州地区百里香的开发利用提供依据。

## 1 材料与方 法

1.1 材料 从泉州市农业科技园区香草引种圃内,采集长势良好的3种百里香(原生百里香 *Thymus vulgaris*、柠檬金边百里香 *Thymus citriodorus* 和阔叶百里香 *Thymus pulegioides*)的茎叶,整田随机取样。

1.2 仪器 实验型精油提取机组(JYT-20L,上海矩源机械设备有限公司),低温冷却液循环泵(DLSB-5/20,杭州庚雨仪器有限公司),气相色谱-质谱联用仪(安捷伦 7890B-5977)。

1.3 精油提取与含油率 水蒸气蒸馏法提取百里香精油。取实验材料1.0 kg,剪碎,放入精油提取器中,蒸馏温度105℃、锅炉温度110℃、蒸馏时间2 h。收集精油,根据精油的体积计算含油率。2019年9月至2020年2月,每月取样1次,共取样6次,取6次平均值为其精油含油率。

1.4 GC-MS 分析 气相色谱条件:色谱柱为HP-5MS(30 m×0.25 mm×0.25  $\mu$ m),进样口温度为230℃;载气为高纯氦气(99.999%),恒定流量0.8 mL·min<sup>-1</sup>;分流比50:1;进样量1.0  $\mu$ L。升温程序:从初始温度为45℃,以15℃·min<sup>-1</sup>升至75℃,以0.5℃·min<sup>-1</sup>升至85℃,以1℃·min<sup>-1</sup>升至95℃,以3℃·min<sup>-1</sup>升至170℃,以5℃·min<sup>-1</sup>升至250℃,保持2 min。

质谱条件:四级杆温度150℃,离子源温度250℃,电离方式EI电离,电子能量70 eV,扫描范围50~600 m·z<sup>-1</sup>,溶剂延迟时间5 min;采集方式SCAN扫描。

1.5 数据处理 各峰经质谱数据系统检索及NIST 2014标准质谱图数据库比对,并用峰面积归一化法进行定量分析,计算各成分的相对百分含量(质量分数)。用SPSSv16.0软件进行统计分析。

## 2 结果与分析

2.1 百里香精油含油率差异 从表1可知,不同品种的百里香精油的含油率有较大差异,精油含油率范围为1.50~4.82 mL·kg<sup>-1</sup>,其中,阔叶百里香的精油含油率最高(4.82 mL·kg<sup>-1</sup>);原生百里香次之(3.63 mL·kg<sup>-1</sup>);

柠檬金边百里香的精油含油率最低( $1.50 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}$ ),三者之间的差异均达显著水准( $P<0.05$ )。供试的3种百里香的含油率均高于匍匐百里香(*Thymus serpyllum*)的含油率( $0.6 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}$ )<sup>[16]</sup>。

2.2 百里香精油成分比较 原生百里香、柠檬金边百里香和阔叶百里香的精油成分总离子流图见图1~3,表2。

由图1~3和表2可以看出,3种百里香品精油的主要成分和相对质量分数有一定差异,共鉴定出59种化合物,有萜烯类、醇类、酯类、酚类、酮类、烷烃类、醚类和醛类。其中,原生百里香精油与阔叶百里香精油组成结构较相似,都是酚类物质相对质量分数最高(38.25%和42.29%),其次是萜烯类(20.50%,14.88%)和醚类(16.67%,14.67%);

柠檬金边百里香中醇类化合物组分少,但相对质量分数最多(55.22%);其次为醛类(19.15%)和烷烃类(5.23%),萜烯类化合物组分少于其他两者,且不含有醚类物质;此外,2个醛类化合物(柠檬醛和异柠檬醛)仅存在于柠檬金边百里香精油中,柠檬醛相对质量分数高达18.89%。3种百里香精油里的萜烯类和酯类组分差别较大,这也导致了3种百里香香味差异较大。

表1 3种百里香茎叶的精油含量

Tab. 1 The content of essential oil from three *Thymus* species

百里香 <i>Thymus</i> species	含油率/( $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) Content of essential oil
阔叶百里香 <i>Thymus pulegioides</i>	4.82a
柠檬金边百里香 <i>Thymus citriodorus</i>	1.50b
原生百里香 <i>Thymus vulgaris</i>	3.63c

注:不同字母表示差异显著( $P<0.05$ )。

Note: Different superscript low-case letters indicated significant differences at  $P<0.05$  level.

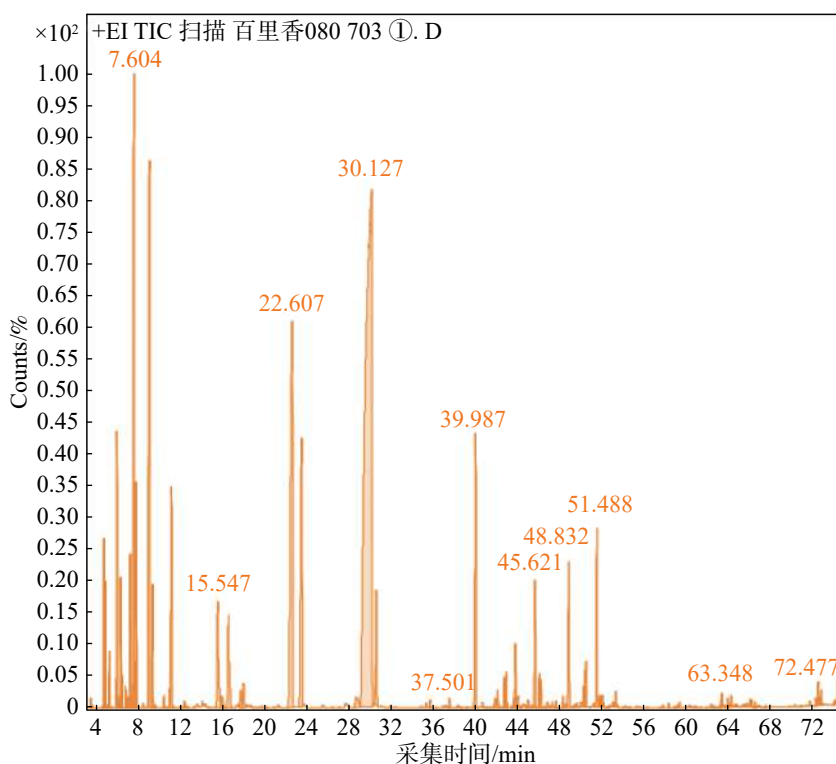


图1 原生百里香精油 GC-MS 总离子流图

Fig. 1 Total ion current chromatogram of essential oil from *Thymus vulgaris*

3种百里香精油组成成分和相对质量分数见表3,从表3可见,原生百里香检测到53种成分,鉴定出34种,占总质量分数的92.36%;主要成分为百里香酚37.45%、百里酚甲醚11.56%、右旋龙脑5.69%、 $\gamma$ -松油烯5.15%、异百里酚甲醚5.11%等。柠檬金边百里香检测到70种成分,鉴定出28种,占总含量的88.51%;主要成分为顺式香叶醇36.01%、柠檬醛18.89%、香叶醇14.37%、双环壬烷3.68%、右旋龙脑2.37%等。阔叶百里香种检测到67种成分,鉴定出35种,占总质量分数的93.19%;主要成分为百里香酚40.17%、百里酚甲醚9.61%、邻伞花烃7.37%、 $\gamma$ -松油烯6.82%、异百里酚甲醚5.06%等。

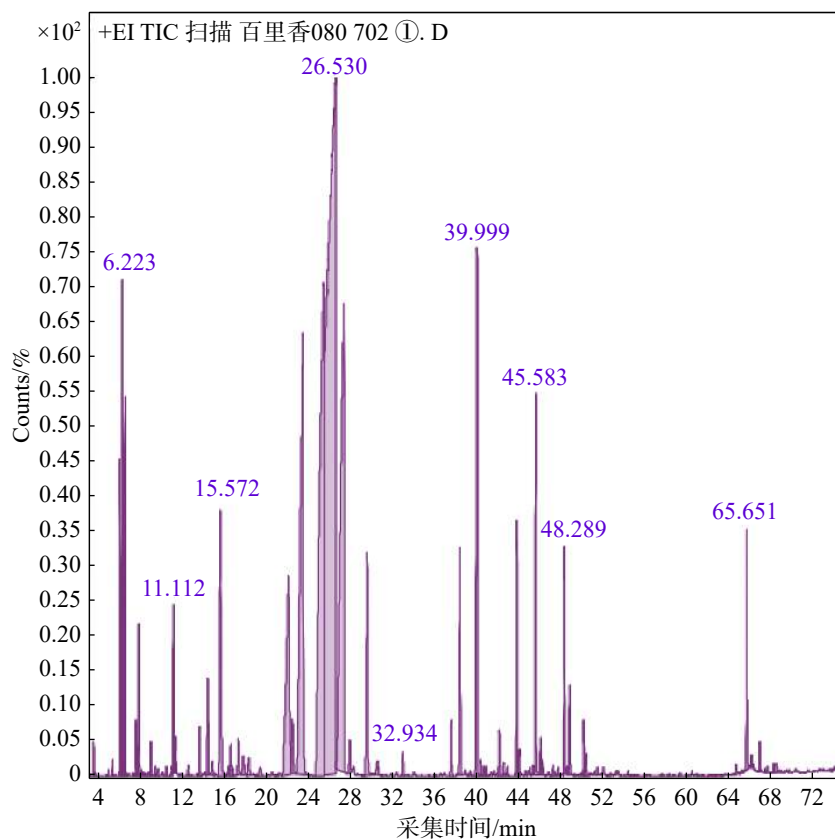


图2 柠檬金边百里香精油 GC-MS 总离子流图

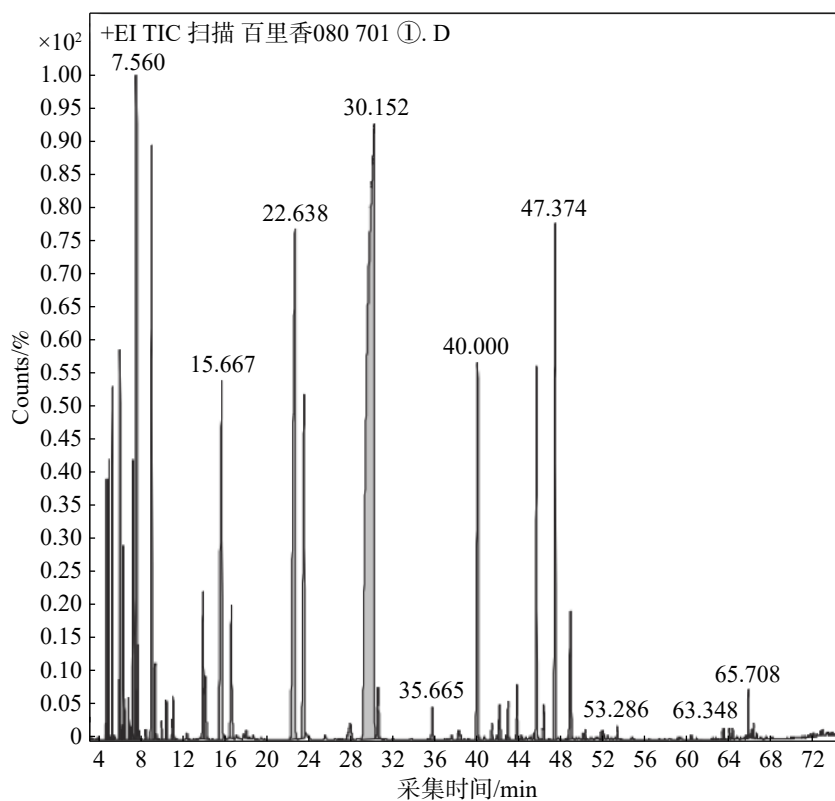
Fig. 2 Total ion current chromatogram of essential oil from *Thymus citriodorus*

图3 阔叶百里香精油 GC-MS 总离子流图

Fig. 3 Total ion current chromatogram of essential oil from *Thymus pulegioides*

表2 3种百里香精油成分类别及其相对含量

Tab. 2 Comparative analysis of categories and contents of volatile aromatic components of 3 different *Thymus* species

种类 Compound	化合物数量/种 Number of compounds	相对质量分数/% Relative content		
		原生百里香 <i>Thymus vulgaris</i>	柠檬金边百里香 <i>Thymus citriodorus</i>	阔叶百里香 <i>Thymus pulegioides</i>
萜烯类 Terpenes	23	20.50	3.04	14.88
醇类 Alcohols	13	7.95	55.22	9.04
酯类 Esters	7	1.19	3.26	0.23
酚类 Phenols	4	38.25	2.06	42.29
酮类 Ketones	3	2.54	0.55	—
烷烃类 Alkanes	5	5.26	5.23	12.08
醚类 Ethers	2	16.67	—	14.67
醛类 Aldehydes	2	—	19.15	—
合计 Total	59	92.36	88.51	93.19

注：“—”表示未检出。

Note: “—” represented non-detected.

表3 3种百里香精油化学成分及其相对含量

Tab. 3 Volatile chemical compositions and relative content of essential oil from 3 *Thymus* species

编号 No.	保留时间/min Retention Time	化合物 Compound	相对质量分数/% Relative content		
			原生百里香 <i>Thymus vulgaris</i>	柠檬金边百里香 <i>Thymus citriodorus</i>	阔叶百里香 <i>Thymus pulegioides</i>
1	4.746	$\alpha$ -侧柏烯 3-Thujene	0.75		0.62
2	4.917	3-萜烯 3-Carene	0.86		0.49
3	5.270	羟基-2-戊烯酸乙酯 2-Pentenoic acid, 3-hydroxy-, ethyl ester	1.19	0.04	0.23
4	5.876	桉烯 Sabinene	0.20		0.12
5	5.989	1-辛烯-3-醇 1-Octen-3-ol		0.94	
6	6.342	(-)- $\beta$ -蒎烯 (-)- $\beta$ -Pinene	0.73	0.02	0.64
7	6.443	辛醇 3-Octanol	0.15		0.16
8	6.803	水芹烯 $\alpha$ -Phellandrene	0.17		0.14
9	7.011	$\beta$ -松油醇 $\beta$ -terpinene	0.09		0.06
10	7.232	(+)-4-萜烯 (+)-4-Carene	1.29		0.92
11	7.560	邻伞花烃 <i>o</i> -Cymene	4.58	0.17	7.37
12	7.692	(+)-柠檬烯 <i>D</i> -Limonene	0.49	0.03	0.29
13	7.793	桉叶醇 Eucalyptol		0.50	1.43
14	8.462	$\beta$ -罗勒烯 $\beta$ -Ocimene	0.05		
15	9.017	$\gamma$ -松油烯 $\gamma$ -Terpinene	5.15	0.12	6.82
16	9.333	水合桉烯 sabinene hydrate	0.41		0.96
17	10.948	顺式水合桉烯 trans-Sabinene hydrate	0.13		0.16
18	11.074	芳樟醇 Linalool	0.31	0.83	2.56

续表3 Tab. 3 continued

编号 No.	保留时间/min Retention Time	化合物 Compound	相对质量分数/% Relative content		
			原生百里香 <i>Thymus vulgaris</i>	柠檬金边百里香 <i>Thymus citriodorus</i>	阔叶百里香 <i>Thymus pulegioides</i>
19	13.884	左旋樟脑 <i>L</i> -Camphor	1.54		
20	14.121	樟脑 (+)-2-Bornanone	1.00		
21	14.367	1-(1-乙基-2,3-二甲基-环戊-2-烯基)-乙酮 1-(1-Ethyl-2,3-dimethyl-cyclopent-2-enyl)-ethanone		0.55	
22	15.667	右旋龙脑 (-)-Borneol	5.69	2.37	1.87
23	16.563	4-松油烯醇 Terpinen-4-ol	1.58		1.68
24	17.256	异柠檬醛 isocitral		0.26	
25	17.742	$\alpha$ -松油醇 <i>L</i> - $\alpha$ -Terpineol		0.20	0.41
26	22.638	百里酚甲醚 thymol methyl ether	11.56		9.61
27	23.508	异百里酚甲醚 Isothymol methyl ether	5.11		5.06
28	25.401	香叶醇 Geraniol		14.37	
29	26.530	顺式香叶醇 cis-Geraniol		36.01	
30	27.325	柠檬醛 Citral		18.89	
31	30.152	百里香酚 Thymol	37.45	2.06	40.17
32	30.530	4-异丙基-3-甲酚 3-Methyl-4-isopropylphenol	0.50		
33	30.581	香芹酚 carvacrol			2.03
34	32.934	3,7-二甲基-2,6-辛二烯酸甲酯 2,6-Octadienoic acid, 3,7-dimethyl-, methyl ester		0.18	
35	35.665	5-甲基-2-(1-甲基乙基)-乙酸苯酚 Phenol, 5-methyl-2-(1-methylethyl)-, acetate	0.30		0.09
36	37.520	$\beta$ -波旁烯 (-) $\beta$ -Bourbonene		0.38	
37	38.391	( <i>E</i> )-3,7-二甲基辛基-2,6-二烯基碳酸乙酯 ( <i>E</i> )-3,7-Dimethylocta-2,6-dienyl ethyl carbonate		1.42	
38	40.000	2-亚甲基-4,8,8-三甲基-4-乙炔基-双环[5.2.0]壬烷 Bicyclo[5.2.0]nonane, 2-methylene-4,8,8-trimethyl-4-vinyl-		3.68	3.63
39	40.649	顺式-穆罗拉-二烯 cis-muurolo-4(14),5-diene		0.05	
40	41.337	(1 <i>R</i> , 5 <i>R</i> )-2-甲基-5-(( <i>R</i> )-6-甲基庚-5-烯-2-基)双环[3.1.0]六角-2-烯 (1 <i>R</i> , 5 <i>R</i> )-2-Methyl-5-(( <i>R</i> )-6-methylhept-5-en-2-yl)bicyclo[3.1.0]hex-2-ene	0.11		
41	42.081	环十一烷 1,4,7,-Cycloundecatriene, 1,5,9,9-tetramethyl-, <i>Z,Z,Z</i> -	0.26		0.20
42	42.712	双环水扁烯 (+)- <i>epi</i> -Bicyclosesquiphellandrene			0.32
43	42.895	$\beta$ -金合欢烯 ( <i>E</i> )- $\beta$ -Famesene	0.26		0.36
44	43.753	(1 <i>R</i> , 2 <i>S</i> , 6 <i>S</i> , 7 <i>S</i> , 8 <i>S</i> )-8-异丙基-1-甲基-3-亚甲基三环[4.4.0.0 <sup>2,7</sup> ]癸烷 (1 <i>R</i> , 2 <i>S</i> , 6 <i>S</i> , 7 <i>S</i> , 8 <i>S</i> )-8-Isopropyl-1-methyl-3-methylenetricyclo[4.4.0.0 <sup>2,7</sup> ]decane-rel-	0.42	1.38	0.63
45	45.583	$\beta$ -没药烯 $\beta$ -Bisabolene		1.97	
46	45.608	$\alpha$ -雪松烯 $\alpha$ -himachalene	3.17		
47	45.621	杜松烯 (+)- $\gamma$ -Cadinene			1.26
48	46.031	菖蒲烯 (-)-Calamenene			0.30



续表 3 Tab. 3 continued

编号 No.	保留时间/min Retention Time	化合物 Compound	相对质量分数/% Relative content		
			原生百里香 <i>Thymus vulgaris</i>	柠檬金边百里香 <i>Thymus citriodorus</i>	阔叶百里香 <i>Thymus pulegioides</i>
49	46.043	丁酸叶醇酯 3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-yl butyrate		0.17	
50	46.176	1-异丙基-4,7-二甲基-1,2,3,4,5,6-六氢萘 1-Isopropyl-4,7-dimethyl-1,2,3,4,5,6-hexahydronaphthalene			0.25
51	46.270	$\beta$ -倍半水芹烯 $\beta$ -sesquiphellandrene	0.28		
52	47.374	反式 $\alpha$ -没药烯 trans- $\alpha$ -bisabolene	5.30		
53	48.289	异丁酸橙花酯 neryl isobutyrate		0.98	
54	48.825	石竹素 Caryophyllene oxide	1.06	0.47	1.64
55	50.144	-3,7-二甲基-2,6-亚辛基-1-醇丙酸酯 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, propanoate, (Z)		0.36	
56	50.340	葎澄茄油烯醇 Epicubenol			0.30
57	50.396	2-甲基丁酸内酯 Neryl 2-methylbutyrate		0.11	
58	50.453	$\gamma$ -桉叶油醇 $\gamma$ -eudesmol			0.41
59	65.708	新植二烯 Neophytadiene	0.22		
	合计		92.36	88.51	93.19

3 种百里香精油组成成分存在差异, 共有的化合物仅有 8 个, 分别为 3-羟基-2-戊烯酸乙酯、邻伞花烃、右旋龙脑、(+)-柠檬烯、 $\gamma$ -松油烯等。原生百里香和阔叶百里香精油成分较相似, 含有 25 个相同成分, 含量最高的组分为百里香酚, 其次为百里酚甲醚、龙脑、邻伞花烃和  $\gamma$ -松油烯, 百里香酚具有广谱抑菌性能、消炎和抗肿瘤等作用<sup>[21-22]</sup>, 龙脑具有抗菌、消炎镇痛和促进其他药物透皮吸收等药理作用<sup>[23]</sup>。仅有原生百里香含有樟脑, 樟脑多做外用制剂药物, 具有促进血液循环和镇痛等作用<sup>[24]</sup>。柠檬金边百里香精油有 15 种特有成分, 包括高含量的香叶醇和柠檬醛, 香叶醇具有抑制细胞氧化应激、抑制癌细胞增殖、平喘和抗菌等作用<sup>[25-26]</sup>; 柠檬醛占 18.89%, 柠檬醛是一种具有浓郁柠檬香气的风味物质, 具有抑菌、抗氧化和治疗哮喘等作用<sup>[27-29]</sup>; 不含醚类物质, 酚类含量远远低于另外两者。

### 3 讨论

3 种百里香的精油含油率介于 1.50 ~ 4.82 mL·kg<sup>-1</sup> 之间, 其中, 阔叶百里香最高, 为 4.82 mL·kg<sup>-1</sup>, 原生百里香次之, 为 3.63 mL·kg<sup>-1</sup>, 而柠檬金边百里香精油含油率最低, 仅为 1.50 mL·kg<sup>-1</sup>。3 种百里香精油组成、种类和相对质量分数存在较大差异, 共鉴定出 59 种化合物, 包括 23 种萜烯类, 13 种醇类, 7 种酯类, 4 种酚类, 3 种酮类, 5 种烷烃类, 2 种醚类, 2 种醛类。其中, 原生百里香鉴定出 34 种成分, 主要为百里香酚(37.45%)、百里酚甲醚、龙脑、 $\gamma$ -松油烯和异丙醇甲醚等; 柠檬金边百里香鉴定出 29 种成分, 主要为顺式香叶醇(36.01%)、柠檬醛、香叶醇、双环壬烷和龙脑等; 阔叶百里香鉴定出 35 种成分, 主要为百里香酚(40.17%)、百里酚甲醚、百里香素、 $\gamma$ -松油烯和异丙醇甲醚等。阔叶百里香和柠檬金边百里香精油成分与黄建等<sup>[30]</sup> 研究的结果有较大差异, 阔叶百里香主要成分为香芹酚 33.94%和香叶醇 11.75%), 柠檬金边百里香的香叶醇质量分数高达 82.17%。同种、不同产地的百里香精油成分和含量存在差异, 可能是由地理环境、气候条件等因素引起。3 种百里香精油里的萜烯类和酯类组分差别较大, 导致 3 种百里香精油的香味差异明显。此外, 仅有柠檬金边百里香含有醛类物质, 柠檬醛相对质量分数高达 18.89%, 使其具有独特的柠檬香味。原生百里香和阔叶百里香精油组成成分相似度高, 各组分含量存在较小差别,

富含百里香酚,具有广谱抑菌性能、消炎和抗肿瘤等作用。结合两者的含油率,建议优先考虑种植阔叶百里香。通过对3种百里香化学成分分析,按照化学类型分类,阔叶百里香和原生百里香属于百里香酚化学型,柠檬金边百里香属于香叶醇化学型。本研究结果对泉州地区百里香的开发利用具有参考价值。

## 参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志 (66 卷)[M]. 北京: 科学出版社, 1977: 250 - 259.
- [2] 樊明涛, 陈锦屏. 百里香芳香油及其主要成分抗氧化试验[J]. 西北农业学报, 2002-11(1): 34 - 36.
- [3] FALCONE P M, MASTROMATTEO M, NOBILE M A D, et al. Evaluating *in vitro* antimicrobial activity of thymol toward hygiene-indicating and pathogenic bacteria [J]. *Journal of Food Protection*, 2007, 70(2): 425 - 431.
- [4] 李佳, 张富新, 张拥军. 百里香提取物在中式香肠中的抗菌及抗氧化性能的研究[J]. *中国食品学报*, 2007(3): 107 - 111.
- [5] JOERG G, HANS-JOACHIM G, REGINA B, et al. Efficacy and tolerability of a fixed combination of thyme and primrose root in patients with acute bronchitis. A double-blind, randomized, placebo-controlled clinical trial [J]. *Arzneimittel-Forschung*, 2005, 55(11): 669 - 676.
- [6] 孙震晓, 张英慧, 程霜, 等. 中药地椒乙醇提取物对白血病细胞增殖的抑制作用[J]. *中西医结合学报*, 2005, 3(5): 382 - 385.
- [7] FIGUEIREDO A C, BARROSO J G, PEDEO L G, et al. The essential oils of two endemic Portuguese thymes Species: *Thymus capitellatus* Hoffmanns. & Link and *T. lotocephalus* G. Lopez & R. Morales [J]. *Flavour and Fragrance Journal*, 1993, 8(1): 53 - 57.
- [8] CUTILLAS A, CARRASCO A, MARTINEZ-GUTIERREZ R, et al. Thyme essential oils from Spain: Aromatic profile ascertained by GC-MS, and their antioxidant, anti-lipoxygenase and antimicrobial activities [J]. *Journal of Food & Drug Analysis*, 2018, 26(2): 529 - 544.
- [9] 苗延青, 汤颖, 吴亚, 等. 百里香挥发油化学成分的研究[J]. *时珍国医国药*, 2011, 22(2): 305 - 306.
- [10] 樊丽, 杨宏. 百里香挥发油成分及其对运动损伤易感染细菌的抑制作用[J]. *当代化工*, 2014, 43(5): 701 - 703.
- [11] 马萱, 徐践, 田慧芳, 等. 3种百里香精油的化学成分分析[J]. *北京农学院学报*, 2011, 26(2): 7 - 9.
- [12] 杨敏丽, 郝凤霞, 韩军. 宁夏固原百里香挥发油化学成分的 GC-MS 研究[J]. *宁夏大学学报 (自然科学版)*, 2004, 25(4): 353 - 355.
- [13] 祁伟, 杨建华, 李萍. 山东野生百里香挥发油化学成分的 GC-MS 研究[J]. *德州学院学报*, 2014, 30(2): 58 - 60.
- [14] 路立峰, 李赫宇, 张晓林, 等. 地椒挥发油提取工艺及 GC-MS 成分分析[J]. *食品研究与开发*, 2016, 37(19): 163 - 167.
- [15] 胡怀生. 甘肃庆阳地椒草叶挥发油的化学成分研究[J]. *陇东学院学报*, 2018, 29(3): 21 - 24.
- [16] 马莉, 姚磊, 吴亚妮, 等. 2种百里香的植物学性状和精油成分的比较[J]. *上海交通大学学报 (农业科学版)*, 2008, 24(2): 150 - 152.
- [17] 于二汝, 王少铭, 候颖辉, 等. 5种黔引百里香的形态特征和蒸馏法提取精油的化学型比较研究[J]. *热带作物学报*, 2018, 39(1): 84 - 92.
- [18] 邢晓晓, 李晓艳, 田卫环, 等. 高效液相色谱法测定孜然精油中枯烯醛含量[J]. *中国食品添加剂*, 2016(24): 176 - 182.
- [19] 王茜, 袁铭铭, 周国平, 等. 三叶木通活性成分的 TLC 鉴别及含量测定[J]. *药物分析杂志*, 2019(4): 638 - 643.
- [20] LI S Y, YU Y, LI S P, et al. Characterization of varietal differences in essential oil components of Hops (*Humulus lupulus*) by SFC-FTIR spectroscopy [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2007, 55(9): 3358 - 3362.
- [21] 段雪娟, 吴克刚, 柴向华. 香辛料精油成分对生鲜食品中有害菌杀灭活性研究[J]. *林产化学与工业*, 2012, 32(3): 87 - 91.
- [22] LI Y, WEN J M, Du C J, et al. Thymol inhibits bladder cancer cell proliferation via inducing cell cycle arrest and apoptosis [J]. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 2017, 491(2): 530 - 536.
- [23] 查英, 官玲亮, 白琳, 等. 天然冰片研究进展[J]. *热带农业科学*, 2019, 39(3): 97 - 104.
- [24] 熊颖, 吴雪茹, 涂兴明. 樟脑的药学研究进展[J]. *检验医学与临床*, 2009, 6(12): 999 - 1001.
- [25] 江金垚, 陈亚丽. 香叶醇对血管平滑肌细胞增殖和迁移的影响[J]. *山东医药*, 2017, 57(6): 29 - 31.
- [26] 张松, 孙丽, 李悦. 香叶醇在医学领域的应用研究进展[J]. *西北药学杂志*, 2017, 32(1): 124 - 126.
- [27] RHIANNON H. Progress with superficial mycoses using essential oils [J]. *International Journal of Aromatherapy*, 2002, 12(2): 83 - 91.
- [28] 刘艳, 苏群, 陈尚钊, 等. 柠檬醛的生物活性研究进展[J]. *江西林业科技*, 2013, 43(1): 43 - 46.
- [29] 贾莹, 王秋娟, 殷志勇, 等. 柠檬醛对致敏大鼠腹腔肥大细胞脱颗粒和气道嗜酸粒细胞凋亡的作用[J]. *中国新药与临床杂志*, 2007, 26(10): 746 - 750.
- [30] 黄健, 马莉, 姚雷, 等. 七种百里香精油的主成分分析及其化学型[J]. *上海交通大学学报 (农业科学版)*, 2009, 27(3): 206 - 209.



## GC-MS Analysis of Components of Essential Oil from Three *Thymus* Species

CHEN Pinpin<sup>1</sup>, CAI Jinling<sup>1</sup>, MA Xiaojuan<sup>1</sup>, LAN Bomiao<sup>1</sup>, WU Huihuang<sup>2</sup>, ZHUANG Weidong<sup>1</sup>

(1. Quanzhou Institute of Agricultural Sciences, Quanzhou, Fujian 362000; 2. Fujian Anxi Tea Factory Co., Ltd. Quanzhou, Fujian 362441)

**Abstract:** The content and the compositions of essential oils extracted with steam distillation from three species of thyme (*Thymus vulgaris*, *Thymus citriodorus*, *Thymus serpyllum*) were analyzed by using GC-MS method and compared. The results showed that the contents of essential oils extracted from the three *Thymus* species were 0.15–5.00 mL·kg<sup>-1</sup>, of which the essential oil content of *T. serpyllum* was the highest. There were 59 volatile components in the essential oils detected, including 23 terpenes, 13 alcohols, 7 esters, 4 phenols, 3 ketones, 5 alkanes, 2 ethers and 2 aldehydes. *T. vulgaris* and *T. serpyllum* were detected to contain 34 and 35 compounds in the essential oils, respectively, and their relative contents of thymol were the highest (37.45% and 40.17%, respectively), based on which they were grouped as the thymol type. *T. citriodorus* was identified to contain 29 compounds in the essential oil, and its relative content of cis-geraniol was the highest (36.01%), based on which it was listed as geraniol type, and had a strong aroma of Lemon. There are significant differences in type and content of components in the essential oil among the three *Thymus* species, which might provide some evidences for the development and utilization of the three *Thymus* species in Quanzhou, Fujian.

**Keywords:** *Thymus* species; essential oil; composition; GC-MS

(责任编辑:潘学峰)