

DOI: 10.12101/j.issn.1004-390X(n).202006009

不同采摘月份木姜子果挥发性成分测定*

周丽免^{1,2}, 李 佳¹, 樊爱萍^{2**}, 白忠彬^{1**}

(1. 云南农业大学 食品科学技术学院, 云南 昆明 650201; 2. 红河学院 理学院, 云南 蒙自 661100)

摘要:【目的】测定不同采摘时期的木姜子果挥发性化学成分。【方法】以5、6和7月蒙自清香木姜子果为材料,采用油浸提(热浸提和冷浸提)、超声波辅助浸提和水蒸气蒸馏法3种方法提取木姜子果精油;采用顶空进样法加热提取木姜子挥发性成分,并对其进行气相色谱—质谱(GC-MS)分析;结合计算机检索技术对其化学成分进行分离和鉴定,应用色谱峰面积归一化法测定各组分的相对百分含量。【结果】筛选出制备木姜子精油的最佳工艺为:水蒸气蒸馏法,时间3 h,料液比1:4(g:mL)。采用该方法从5、6和7月木姜子果中分别分离和鉴定出化合物32、49和98种,分别占检出总量的78.36%、87.49%和98.04%。其中,5月果萜烯类和醇类成分和含量较多,分别占总百分含量的45.97%和26.14%;6月果萜烯类和醛类成分和含量较多,分别占总量的33.29%和34.39%;7月果主要挥发性成分是醛类,占总量的53.74%。【结论】5、6和7月木姜子果提取的精油所含挥发性化学成分和含量不同。5月果主要挥发性化学成分是萜烯类;6月果主要挥发性成分是萜烯类及醛类;7月果主要挥发性成分是醛类,且倍半萜类化合物含量增加。

关键词:木姜子;采摘时间;挥发性成分;顶空进样;气相色谱—质谱联用(GC-MS)

中图分类号: S 792.230.1

文献标志码: A

文章编号: 1004-390X(2021)01-0097-09

Determination of Volatile Components of *Litsea euosma* Fruit in Different Harvest Months

ZHOU Limian^{1,2}, LI Jia¹, FAN Aiping², BAI Zhongbin¹

(1. College of Food Science and Technology, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China;

2. College of Science, Honghe University, Mengzi 661100, China)

Abstract: [Purpose] The volatile components in *Litsea euosma* were determined at different picking periods. [Method] The essential oil was extracted from the fruits of *L. euosma* harvested in May, June and July by three methods, such as oil extraction (heat extraction and cold extraction), ultrasonic assisted extraction and steam distillation. The volatile components were extracted by head-space sampling. And its chemical components were separated and identified by the gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) combined with searches technology of computer. The relative contents in the volatile oil were determined by area normalization method. [Result] The optimal method for preparing the essential oil was as follows: steam distillation, time 3 h, and the solid-liquid

收稿日期: 2020-06-05

修回日期: 2020-10-20

网络首发时间: 2021-01-12 16:15:22

*基金项目: 云南农业大学第十二届学生科技创新创业行动基金项目(2019ZKX103); 云南农业大学引进人才科研启动费(A2002320)。

作者简介: 周丽免(1993—), 女, 云南曲靖人, 在读硕士研究生, 主要从事功能性食品研究。

E-mail: 1837629371@qq.com

**通信作者 Corresponding authors: 樊爱萍(1977—), 女, 云南蒙自人, 硕士, 讲师, 主要从事食品科学方面的研究。E-mail: aipinfan@126.com; 白忠彬(1969—), 男, 吉林公主岭人, 博士, 教授, 主要从事功能食品研究。E-mail: 2300436285@qq.com

网络首发地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/53.1044.S.20210111.1651.003.html>



ratio was 1:4 (g:mL). Using the method of steam distillation, totally 32, 49 and 98 volatile components were identified in the oil derived from three peaking periods, respectively, accounting for 78.36%, 87.49% and 98.04% of the total detection. In May, there were more terpenes and alcohols that accounting for 45.97% and 26.14% of the total content. In June, fruit terpenes and aldehydes had more components and contents, accounting for 33.29% and 34.39% of the total content. The main volatile component of July fruit is aldehydes, accounting for 53.74% of the total percentage.

[**Conclusion**] It was found the volatile chemical constituents and contents of the essential oil extracted from *L. euosma* were different in three picking periods. In May, the volatile chemical constituents were terpenes, while in June, were terpenes and aldehydes. In July, the volatile chemical constituents were aldehydes and the content of sesquiterpenes increased.

Keywords: *Litsea euosma*; peaking period; volatile compounds; headspace injection; gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS)

木姜子 (*Litsea euosma* W.W.Smith), 又名山苍子, 为樟目 (Laurales) 樟科 (Lauraceae) 木姜子属 (*Litsea* Lam.) 的常绿或落叶乔木或灌木植物^[1], 主要分布于亚洲的热带和亚热带, 中国主产于南方及西南温暖地区^[2]。木姜子多生于海拔 300~3200 m 的向阳坡地、灌木丛、稀疏林、林中路旁和水边^[3]。目前, 中国部分省份已人工营造木姜子林, 其中以福建、湖南和四川等省营造面积最大^[4]。木姜子中的化学成分主要有生物碱、脂肪酸和木质素等, 它们存在于植株的根、茎、叶、果实、花及种子等器官和组织中, 且不同部位其化学成分的组成和含量差异较大^[5]。在传统中药学上, 木姜子的根、茎、叶、树皮和果实皆可入药, 具有清热解暑等功效, 并可预防和治疗类风湿性关节炎^[6]。SEAL 等^[7]研究表明: 木姜子挥发油可以诱导细胞凋亡和细胞周期停滞, 进而对人类非小细胞肺癌有一定的疗效。

木姜子挥发油有特殊的清香气^[8], 民间有作为食品香料应用的先例, 但木姜子油提取商业化程度低, 不同月份木姜子油的挥发性成分富集规律变化未见研究报道。目前对木姜子的研究主要是对其叶、花和果实挥发油化学成分的分析^[5], 然而由于木姜子的化学成分和生物活性可能随果实生长过程而变化, 因此采摘时间会影响其精油的产量和质量^[9-11]。因此, 本研究通过油浸提 (热浸提和冷浸提)、超声波辅助浸提和水蒸气蒸馏 3 种方法提取木姜子精油, 并确定最佳提取方法; 采用最佳提取方法提取 5、6 和 7 月的木姜子果精油, 运用气相色谱-质谱联用仪对其化

学成分进行分析, 比较 5、6 和 7 月木姜子果挥发性成分的变化。

1 材料与方法

1.1 材料

新鲜清香木姜子果采自云南省红河州蒙自市期路白乡。5 月木姜子果 (简称“5 月果”) 处于幼果时期, 果实近球形, 直径约 1~1.5 mm, 绿色, 果梗长约 3 mm, 先端不增粗; 6 月木姜子果 (简称“6 月果”) 处于幼果与成熟果的过渡阶段, 果实近卵球形, 绿色, 有白色小点, 直径约 2~3 mm, 果梗长约 4 mm, 先端不增粗; 7 月木姜子果 (简称“7 月果”) 为晚年成熟期, 果扁球形, 直径约 5~6 mm, 蓝黑色, 果梗长约 5~6 mm, 上部稍肥大, 有稀疏短柔毛。

1.2 试验方法

1.2.1 木姜子精油的制备

(1) 植物油热浸提

选择颜色正常、大小均匀、无杂质霉变 (即新鲜的、成熟度一致) 的木姜子鲜果, 采用分析天平准确称取 20.0 g 置于装有 50.0 mL 玉米胚芽油的 250 mL 圆底烧瓶进行浸提, 采用温度计进行控温, 油温控制在 80~90 ℃, 提取时间 20 min。待温度降至室温, 采用 6 层纱布过滤提取液, 在滤液中加入 5.0 g 无水硫酸钠 (Na_2SO_4) 除去提取液中的水分, 于 4 ℃ 冰箱保存备用。

(2) 植物油常温冷浸提

采用分析天平准确称取新鲜且成熟度一致的木姜子鲜果 20.0 g, 置于装有 50.0 mL 玉米胚芽油

的烧杯中,常温浸提 20 min。采用 6 层纱布过滤提取液,在滤液中加入 5.0 g 无水硫酸钠(Na_2SO_4)除去提取液中的水分,于 4 ℃ 冰箱保存备用。

(3) 超声波辅助溶剂萃取法(UAE)

选择新鲜且成熟度一致的木姜子鲜果,按木姜子鲜果:玉米胚芽油=20.0 g:50.0 mL 的料液比置于带盖的不锈钢杯中,用超声波仪器在超声频率 100 kHz、振幅 0.6 A、水浴温度 35~50 ℃ 条件下进行水浴浸提,提取时间 60 min。采用 6 层纱布过滤提取液,在滤液中加入 5.0 g 无水硫酸钠(Na_2SO_4)除去提取液中的水分,于 4 ℃ 冰箱保存备用^[12]。

(4) 水蒸气蒸馏法

挑选颜色正常、大小均匀、无杂质和霉变且成熟度一致的新鲜木姜子果 40.0 g,按照料液比 1:4(g:mL)加入蒸馏水 160 mL,置于 250.0 mL 圆底烧瓶中;将圆底烧瓶接入蒸馏装置进行加热,待木姜子和蒸馏水混合液沸腾后,将电炉调节至微沸,使冷凝液滴下的速度约为 1 滴/s,回流提取 3 h;蒸馏完毕后,关闭电炉,待装置冷却后,收集浅黄色透明提取液,其气味芬芳浓郁。将提取液与 50 mL 玉米胚芽油混合,并加入 5.0 g 无水硫酸钠(Na_2SO_4)除水,于 4 ℃ 冰箱保存备用^[13]。

1.2.2 GC-MS 分析条件

通过 GC-MS 检测条件优化,具体操作如下:

(1) 色谱条件:色谱柱 Rtx-5MS(30 m×0.25 mm×0.25 μm),载气为高纯度 He,流速 5 mL/min,分流比 20:1,进样量 1 μL,进样口温度保持 250 ℃。升温程序:初始温度 50 ℃,保持 2 min;以 3 ℃/min 速率升至 220 ℃,保持 2 min。溶剂延迟时间 3 min。

(2) 质谱条件:EI 离子源温度 250 ℃;电离电压 88 eV;质量扫描范围:35~500 m/z。

(3) 静态顶空条件:进样针体积 2.5 mL;进样体积 500 μL;振荡箱温度 100 ℃;振荡时间 20 min;进样针温度 80.0 ℃;补偿时间 1 s;进样速度 500 μL/s;气体吹扫时间 120 s。

1.2.3 木姜子精油含量的测定

比较 1.2.1 节中 4 种木姜子精油制备的效果,测定选择最佳制备方法的木姜子出油率。

出油率=精油质量/木姜子鲜果质量×100%。

1.2.4 化学成分定性及定量分析

将 3 个采摘期的木姜子精油样品及未经处

理玉米胚芽油分别用移液枪吸取 1 mL 样品装入 20 mL 顶空进样瓶,进样量为 1 μL,于 GC-MS 进行测定。通过 HP MSD 化学工作站等手段检索 WILFYT/SWTLIBRARY/PESTICD/NIST147/NIST 05 标准质谱的图库,同时结合质谱相关数据库资料^[14-16],通过双重标准(化合物出峰保留时间和化合物的质谱图)定性,确定木姜子精油挥发性物质的可鉴别化学成分,采用峰面积归一化法定量分析。

1.3 统计学分析

采用 Excel 2016 分别对 5、6 和 7 月果实挥发性成分含量、保留时间和离子峰强度进行数据统计,Origin 8.5 作图,Adobe Illustrator CS6 进行图片处理。

2 结果与分析

2.1 木姜子精油制备方法的比较

由图 1 可知:水蒸气蒸馏法提取的精油经 GC-MS 检测出峰最多,挥发性成分丰度较佳,水蒸气蒸馏法提取木姜子精油效果最佳,故本研究采用水蒸气蒸馏法提取 5、6 和 7 月果木姜子精油。

2.2 精油含量

清香木姜子 5、6 和 7 月果的精油提取率分别为 0.50%、3.03% 和 5.53%,说明精油含量随着果实成熟度的生长而增加,风味也越发浓郁饱满。

2.3 木姜子精油挥发性成分的 GC-MS 分析

由图 2、表 1 可知:经气质检测,采用顶空固相微萃取从木姜子 5 月果精油样品中共注册 100 个峰,即检测到 100 种成分,共鉴定出 32 种化合物,占检出总量的 78.36%。其中,萜烯类化合物 17 种,占总量的 45.97%;醇类化合物 4 种,占总量的 26.14%;酮类化合物 1 种,占总量的 0.85%;醛类 7 种,占总量的 4.38%;烷烃类 2 种,占总量的 0.29%;胺类 1 种,占总量的 0.72%。含量超过 1% 的有 10 种,占总含量的 74.39%;含量最高的组分为双戊烯(26.87%),其次为芳樟醇(18.87%)。

由图 2、表 2 可知:经气质检测,采用顶空固相微萃取从木姜子 6 月果精油样品中共注册 100 个峰,即检测到 100 种成分,共鉴定出 49 种化合物,占检出总量的 87.49%。其中,萜烯类

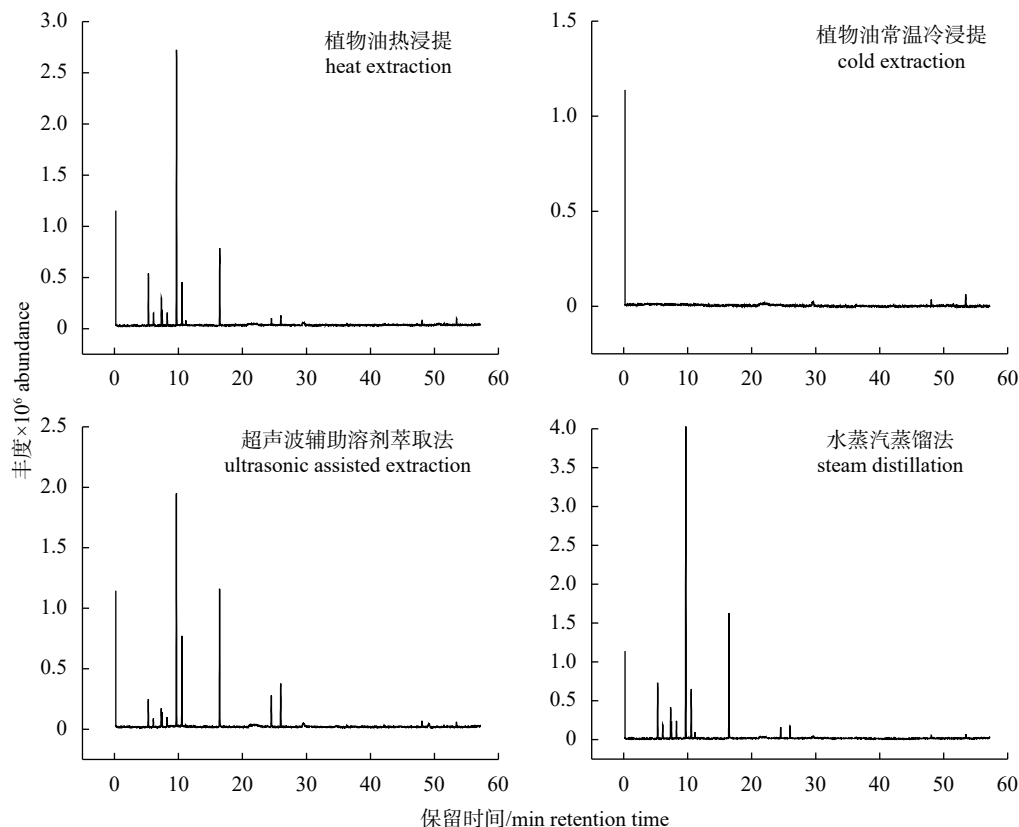


图 1 不同加工方法提取木姜子精油总离子流

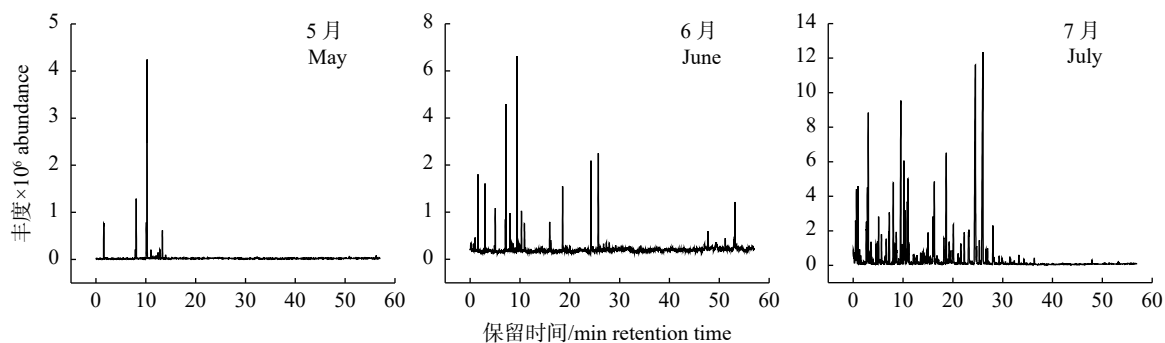
Fig. 1 Total ion chromatograms of essential oil extracted from *L. euosma* by different processing methods

图 2 不同采摘月份木姜子精油总离子流色谱图

Fig. 2 Total ion flow chromatogram of *L. euosma* essential oil in different picking months

化合物 14 种, 占总量的 33.29%; 醇类化合物 7 种, 占总量的 5.49%; 酮类化合物 2 种, 占总量的 3.31%; 醛类 16 种, 占总量的 34.39%; 烷烃类 4 种, 占总量的 1.76%; 胺类 1 种, 占总量的 5.45%; 新增加酸类 4 种, 占总量的 2.8%; 酯类 1 种, 占总量的 1%。其中含量超过 1% 的有 22 种, 占总含量的 95.08%; 含量最高的组分为双戊烯和柠檬烯, 均为 14.61%。

由图 2、表 3 可知: 经气质检测, 采用顶空

固相微萃取从木姜子 7 月果精油样品中共注册 100 个峰, 即检测到 100 种成分, 共鉴定出 98 种化合物, 占总检出量的 98.04%。其中, 萜烯类化合物 19 种, 占总量的 14.54%; 醇类化合物 26 种, 占总量的 15.39%; 酮类化合物 13 种, 占总量的 5.95%; 醛类 19 种, 占总量的 53.74%; 烷烃类 4 种, 占总量的 2.84%; 酸类 5 种, 占总量的 1.98%; 酯类 6 种, 占总量的 2.54%。7 月果中新增加呋喃类 3 种, 占总量的 1.54%; 胺类 1 种,

表 1 木姜子 5 月果精油样品化学成分

Tab. 1 Chemical constituents of essential oil from the fruits of *L. euosma* harvested in May

类别 category	名称 name	含量/% content	阈值/($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) threshold
醛类 aldehydes	香茅醛 citronellal	0.08	—
	(+)-香茅醛 6-octenal,3,7-dimethyl-, (3R)	0.08	100
	2,4,6-三甲基-3-环己烯-1-吡咯甲醛 3-cyclohexene-1-carboxaldehyde,2,4,6-trimethyl	0.10	—
	水茴香醛 1-cyclohexene-1-carboxaldehyde,4-(1-methylethyl)	0.14	—
	(Z)-3,7-二甲基-2,6-辛二烯醛 (Z)-3,7-dimethylocta-2,6-dienal	1.89	—
	柠檬醛 citral	2.17	—
萜烯类 terpenes	3-侧柏烯 3-thujene	0.08	—
	α -水芹烯 3-cyclohexadiene	0.08	—
	2-蒎烯 alpha-pinene	7.10	6
	苧烯 camphene	1.77	—
	β -蒎烯 beta-pinene	4.18	140
	3-亚甲基-6-(1-甲基乙基) 环己烯 3-methylene-6-(1-methylethyl)-cyclohexene	2.20	—
	桉烯 sabinene	0.12	—
	月桂烯 myrcene	2.21	13~15
	双戊烯 dipentene	26.87	—
	(-)-柠檬烯 (-)-limonene	0.12	—
	(3E)-罗勒烯 (3E)-ocimene	0.06	—
	罗勒烯 1,3,6-octatriene,3,7-dimethyl	0.47	—
	蒎烯 pinene	0.47	—
	萜品油烯 terpinolene	0.08	—
	α -萜品烯 1,3-cyclohexadiene,1-methyl-4-(1-methylethyl)	0.08	—
	萜品烯 g-terpinene	0.08	—
醇类 alcohols	桉叶油醇 cineole	7.13	—
	芳樟醇 linalool	18.87	6
	alpha-松油醇 alpha-terpineol	0.07	330~350
	松油醇 (-)-alpha-terpineol	0.07	—
酮类 ketones	甲基庚烯酮 6-methyl-5-hepten-2-one	0.85	—
胺类 amines	N-丁基苯磺酰胺 N-butyl-benzenesulfonamide	0.72	—

注：由于篇幅限制，表格中未全部列出所检测到的挥发性化学成分；“—”表示未查到相关挥发性成分阈值；下同。
Note: Due to space limitations, not all volatile chemical components detected are listed in the table; “—” indicates that the relevant volatile component threshold is not found; the same as below.

占总量的 1.29%；酚类 1 种，占总量的 0.16%，在 7 月果中未检出胺类成分。其中含量超过 1% 的有 25 种，占总含量的 85%；含量最高的组分为柠檬醛 (15.89%)。

2.4 不同采摘月份木姜子果的同种化学成分分析

由表 4 可知：随着果实的成熟，木姜子 5、6、7 月果中的萜烯类 (如 β -蒎烯和双戊烯等) 和醇类 (如桉叶油醇和芳樟醇) 物质含量总体呈减少趋势；醛类 (如柠檬醛) 和酮类 (如甲基庚烯酮) 物质含量总体呈增加趋势。感官上挥发性成分风味也越来越浓郁，留香时间更长，表明同种挥发性成分变化与果实成熟度正向相关。

3 讨论

从化学成分来看，木姜子 5 月果中鉴定出 32 种化合物，占检出总量的 78.36%。挥发油组成主要包括萜烯类、醛类、醇类和酮类。其中主要分为萜烯类 (45.97%) 和醇类 (26.14%)。5 月果挥发油成分萜烯类物质含量较高。萜烯类具有很强生物活性，被认为是解毒和溢出代谢的产物，被证实是对其他生物的驱避剂或引诱剂，使得人们相信萜烯在有机体之间的拮抗或互惠作用中起着重要作用^[17]。用它制成的药可以驱虫，且对植物的生长具有重要作用。因此，若想要以木姜子萜

表 2 木姜子 6 月果精油样品的化学成分

Tab. 2 Chemical constituents of essential oil from the fruits of *L. euosma* harvested in June

类别 category	名称 name	含量/% content	阈值/($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) threshold
醛类 aldehydes	戊醛 valeraldehyde	0.47	12~14
	己醛 hexanal	3.73	4.5
	壬醛 1-nonanal	2.15	1
	香茅醛 citronellal	4.82	—
	(+)-香茅醛 6-octenal,3,7-dimethyl-, (3R)	4.82	100
	水茴香醛 1-cyclohexene-1-carboxaldehyde,4-(1-methylethyl)	0.61	—
	(Z)-3,7-二甲基-2,6-辛二烯醛 (Z)-3,7-dimethylocta-2,6-dienal	7.35	—
	柠檬醛 citral	7.98	—
萜烯类 terpenes	α -水芹烯 3-cyclohexadiene	0.59	—
	2-蒎烯 alpha-pinene	2.67	6
	β -蒎烯 beta-pinene	2.14	140
	月桂烯 myrcene	2.14	13~15
	双戊烯 dipentene	14.61	—
	(-)-柠檬烯 (-)-limonene	14.61	—
	蒎烯 pinene	0.59	—
	萜品油烯 terpinolene	0.25	300
醇类 alcohols	正戊醇 1-pentanol	0.32	4000
	alpha-松油醇 alpha-terpineol	0.67	6
	橙花醇 2,6-octadien-1-ol,3,7-dimethyl-, (2Z)	0.42	300
酮类 ketones	甲基庚烯酮 6-methyl-5-hepten-2-one	2.58	—
	4-乙基环己酮 4-ethylcyclohexanone	0.73	—
酸类 acids	L-丙氨酸 L-alanine	1.00	—
	己酸 hexanoic acid	0.55	3000
	正十五酸 pentadecanoic acid	1.25	—
	油酸 oleic acid	1.25	—
胺类 amines	N-丁基苯磺酰胺 N-butyl-benzenesulfonamide	5.45	—
酯类 esters	丙氨酸乙酯 L-alanine,ethyl ester	1.00	—

烯类及醇类精油挥发性成分作为功效治疗时建议采用 5 月果实。6 月果精油中共鉴定出 49 种化合物，占检出总量的 87.49%。挥发油组成主要有：萜烯类、醛类、醇类、酮类、酸类和酯类。其中主要成分为萜烯类 (33.29%) 和醛类 (34.39%)。6 月采摘的木姜子在果实感官品质上优于 5 月果。6 月果中，萜烯类物质种类增加，但含量低于 5 月果，致使其中萜类气味及药味等不良气味减少，其中醛类物质种类及含量丰富。萜烯类及醛类物质具有很好的抗氧化作用，也是很好的香辛料成分^[18-19]。因此，若想以醛类和萜烯类精油挥发性成分作为研究对象时，建议采用 6 月采摘的木姜子果。7 月果精油中共鉴定出 98 种化合物，占检出总量的 98.04%。挥发油组成主要有：萜烯类、醛类、醇类、酮类、酸类、酯类、酚类、

呋喃类、乙醚和乙酸铵等组分，主要成分有醛类 (53.84%) 和醇类 (15.39%)。7 月果的萜烯类含量远远低于 5 月果，出现新的化合物，从化学族种类及含量上更加饱满；挥发性成分更加复杂多样，感官上风味更加浓郁，香味越发饱满，香味浓烈且留香较长。木姜子 7 月果挥发性成分中醛类化学族占比量较大，其中柠檬醛含量丰富 (15.89%)，其具有柠檬的香气，是重要的香料，也是合成紫罗兰酮的主要原料，同时具有平喘和抗菌功效^[20-21]。另外，挥发油中的香叶醇、橙花醇，具有玫瑰的香气，也是重要的香料。因此，若想要更好地研究醛类物质的功效或者应用于食品添加剂和香料开发，建议采摘 7 月的木姜子果实。

从化合物类型来看，在木姜子果实的挥发油

表 3 木姜子 7 月果精油样品化学成分

Tab. 3 Chemical constituents of essential oil from the fruits of *L. euosma* harvested in July

类别 category	名称 name	含量/% content	阈值/($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) threshold
醛类 aldehydes	戊醛 valeraldehyde	1.61	12~14
	己醛 hexanal	3.64	4.5
	庚醛 heptaldehyde	0.60	3
	正辛醛 octanal	0.49	0.7
	反-2-辛烯醛 (E)-2-octenal	0.82	3
	壬醛 1-nonanal	1.24	1
	香茅醛 citronellal	3.89	—
	(+)-香茅醛 6-octenal,3,7-dimethyl-, (3R)	3.89	100
	柠檬醛 citral	15.89	—
萜烯类 terpenes	α -水芹烯 3-cyclohexadiene	0.11	—
	2-蒎烯 alpha-pinene	1.10	6
	β -蒎烯 beta-pinene	0.80	140
	月桂烯 myrcene	2.39	13~15
	双戊烯 dipentene	5.94	—
	(-)-柠檬烯 (-)-limonene	5.94	—
	蒎烯 pinene	0.16	—
	右旋蒎二烯 cyclohexene,1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, (4R)	5.94	4~229
	a-萜澄茄油烯 a-cubebene	0.08	—
醇类 alcohols	1-石竹烯 1-caryophyllene	0.18	—
	正戊醇 1-pentanol	1.97	4 000
	桉叶油醇 cineole	1.65	—
	马鞭烯醇 bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-ol,4,6,6-trimethyl	0.35	—
	庚醇 n-heptanol	0.16	3
	蘑菇醇 1-octen-3-ol	1.63	1
	芳樟醇 linalool	2.54	6
	alpha-松油醇 alpha-terpineol	0.30	330~350
	橙花醇 2,6-octadien-1-ol,3,7-dimethyl-,(2Z)	1.12	300
酮类 ketones	香茅醇 citronellol	0.98	—
	异亚丙基丙酮 methylisobutenyl ketone	0.06	—
	2-庚酮 2-heptanone	0.18	3 000
酸类 acids	甲基庚烯酮 6-methyl-5-hepten-2-one	2.60	—
	甲酸 formic acid	0.29	4 500
酯类 esters	己酸 hexanoic acid	0.33	3 000
	乙酸甲酯 methyl acetate	0.10	—
	甲酸己酯 formicacid, hexylester	0.19	150
	甲酸庚酯 formicacid, heptylester	0.16	—
酚类 phenolic compounds	乙酸香茅酯 citronellyl acetate	0.98	—
	香芹酚 5-Isopropyl-2-methylphenol	0.16	—
呋喃类 furans	2,2-二甲基四氢呋喃 furan,tetrahydro-2,2-dimethyl	0.24	—
	2-正戊基呋喃 2-pentylfuran	0.82	6

中，单萜类化合物为最主要的成分。单萜类化合物是存在于植物界的一类化合物，其生物活性是多方面的，并且是某些中药的主要有效成分。如

在木姜子果实的精油中的主要单萜类化合物有柠檬醛、甲基庚烯酮、桉烯、柠檬烯、芳樟醇、月桂烯、香茅醛和蒎烯等活性有效成分，分别具有

表 4 不同采摘月份木姜子精油同种挥发性成分变化

Tab. 4 Changes of volatile components of the same kinds of essential oil from *L. euosma* in different picking months

类别 category	名称 name	5月果含量/% May fruit content	6月果含量/% June fruit content	7月果含量/% July fruit content	阈值/($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) threshold
醛类 aldehydes	香茅醛 citronellal	0.08	4.82	3.89	—
	(+)-香茅醛 6-octenal,3,7-dimethyl-, (3R)	0.73	4.82	4.04	100
	柠檬醛 citral	2.17	7.98	15.89	—
萜烯类 terpenes	3-侧柏烯 3-hhujene	0.08	0.59	0.57	—
	β -蒎烯 beta-pinene	4.18	2.11	0.80	140
	3-亚甲基-6-(1-甲基乙基) 环己烯 3-methylene-6-(1-methylethyl)-cyclohexene	2.20	9.93	1.30	—
	左旋-beta-蒎烯 (1S)-(1)-beta-pinene	4.18	2.11	0.80	—
	月桂烯 myrcene	2.21	2.14	2.39	13~15
	双戊烯 dipentene	26.87	14.61	5.94	—
	(-)-柠檬烯 (-)-limonene	0.58	14.61	5.94	—
	α -萜品烯 cyclohexadiene	0.47	0.25	0.16	—
	桉烯 sabinene	0.50	9.39	1.30	—
	桉叶油醇 eucalyptol	7.13	2.92	1.65	—
醇类 alcohols	芳樟醇 linalool	18.87	0.67	2.54	6
酮类 ketones	甲基庚烯酮 methylheptenone	0.85	2.58	2.60	—

驱虫、镇痉、平喘、镇咳、祛痰、抗菌和抗病毒等作用^[22]。此外，其果实的精油还含有倍半萜化合物类型的组分，且精油中某些萜类合成的酶基因部分功能已被证实^[23]。萜类化合物具有广谱的药理活性和较低毒性，已成为国内外天然药物开发利用研究的热点^[24-25]，据文献报道萜类化合物还具有抗艾滋病毒和抗肿瘤等较强生物活性^[26]。黄酮类化合物具有抗氧化、抗炎和抗菌等作用^[27]。生物活性的变化取决于精油的组成，因此，精油的生物活性可能取决于它的采收时节及生存环境。由于试验周期的缘故，本研究的重点在于3个采摘月份木姜子果化学成分的提取及分析，与大萼木姜子^[28]及木姜子^[29]挥发油的化学成分比较，该研究结果中清香木姜子挥发油组成有很大区别，这说明木姜子在药用选材中必须考虑其种类及产地，才可以充分保证其药用功效的发挥。清香木姜子挥发油是否和木姜子属其他植物一样具有抗菌作用，以及其效果如何还有待于进一步研究。

4 结论

(1) 水蒸气蒸馏法更适宜本研究提取木姜子精油，适宜工艺条件为：料液比 1 : 4，提取时间 3 h，5、6 和 7 月果的精油提取率分别为 0.50%、

3.03% 和 5.53%。

(2) 应用顶空进样固相微萃取技术提取清香木姜子新鲜果实挥发性组分，经 GC-MS 技术检测，5、6、7 月果的化学成分分别为 32、49 和 98 种，分别占挥发性组分总量的 77.29%、87.49% 和 98.04%。5 月果的主要化学成分是萜烯类化合物；6 月果中萜烯类化合物含量不及 5 月果，但种类增多，且新出现了油酸、正十五酸和丙氨酸乙酯等化合物；7 月果的萜烯类化合物含量减少，醛类物质种类和含量增加，出现香芹酚、乙酐、乙酸铵和呋喃类等新化合物。

[参考文献]

[1] AGRAWAL N, CHOUDHARY A S, SHARMA M C, et al. Chemical constituents of plants from the genus *Litsea*[J]. Chemical Biodivers, 2011, 8: 223. DOI: 10.1002/cbdv.200900408.

[2] 江苏新医学院. 中药大辞典: 下册[M]. 上海: 上海人民出版社, 1977.

[3] WU Z Y, PETER H, RAVEN. Flora of China[M]. Beijing: Science Press, 2000.

[4] 翁耿. 山苍子化学成分与药理作用研究概述[J]. 海峡药学, 2013, 25(1): 45. DOI: 10.3969/j.issn.1006-3765.2013.01.017.

[5] 斯林林. 山苍子油化学成分及其GC-MS指纹图谱研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2013.

[6] LIN B, ZHANG H, ZHAO X X, et al. Inhibitory effects of the root extract of *Litsea cubeba* (Iour.) pers. on ad-

- juvant arthritis in rats[J]. Journal of Ethnopharmacology, 2013, 147: 327. DOI: [10.1016/j.jep.2013.03.011](https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.03.011).
- [7] SEAL S, CHATTERJEE P, BHATTACHARYA S, et al. Vapor of volatile oils from *Litsea cubeba* seed induces apoptosis and causes cell cycle arrest in lung cancer cells[J]. PLoSOne, 2012, 7(10): e47014. DOI: [10.1371/journal.pone.0047014](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047014).
- [8] 田瑶君, 秦军. 木姜花油化学成分的气相色谱/质谱分析[J]. 贵州化工, 2003, 28(3): 18. DOI: [10.3969/j.issn.1008-9411.2003.03.007](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-9411.2003.03.007).
- [9] SIMONA C, MAURIZIO B, ELIA S, et al. Influence of harvesting time on composition of the essential oil of *Thymus capitatus* (L.) Hoffmanns. & Link. growing wild in northern Sicily and its activity on microorganisms affecting historical art crafts[J]. Arabian Journal of Chemistry, 2015, 12(8): 2704. DOI: [10.1016/j.arabjc.2015.05.017](https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2015.05.017).
- [10] SORO L C, MUNIER S, PELISSIER Y, et al. Influence of geography, seasons and pedology on chemical composition and anti-inflammatory activities of essential oils from *Lippia multiflora* Mold leaves[J]. Journal of Ethnopharmacology, 2016, 194: 587. DOI: [10.1016/j.jep.2016.10.047](https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.10.047).
- [11] WU Y C, JIANG X B, ZHANG L, et al. Chemical composition and biological activities of volatile oils in different periods of growth of *Artemisia annua* L. from China[J]. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 2017, 20(5): 1320. DOI: [10.1080/0972060X.2017.1392899](https://doi.org/10.1080/0972060X.2017.1392899).
- [12] 李雪. 紫苏挥发油的超声辅助提取工艺及化学成分研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2011.
- [13] 汪洪武, 刘艳清, 韦寿莲, 等. 微波、超声波和水蒸气蒸馏在紫苏籽挥发油分析中的对比研究[J]. 精细化工, 2011, 28(6): 544. DOI: [10.13550/j.jxhg.2011.06.002](https://doi.org/10.13550/j.jxhg.2011.06.002).
- [14] 张俊杰. 质谱技术在中药研究中的应用进展[J]. 分析测试学报, 2017, 36(5): 579. DOI: [10.3969/j.issn.1004-4957.2017.05.001](https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-4957.2017.05.001).
- [15] 邓楠, 旷春桃, 王玲芝, 等. 山苍子油的提取、化学成分及其动力学研究[J]. 中国食品添加剂, 2014(9): 80. DOI: [10.3969/j.issn.1006-2513.2014.09.004](https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-2513.2014.09.004).
- [16] 国家医药管理局中草药情报中心站. 植物药有效成分分册[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1989.
- [17] LANGENHEIM J H. Higher plant terpenoids: a phyto-centric overview of their ecological roles[J]. Journal of Chemical Ecology, 1994, 20(6): 1223. DOI: [10.1007/BF02059809](https://doi.org/10.1007/BF02059809).
- [18] QUINTANS J L, DA R R F, CAREHGNATO F F, et al. Antinociceptive action and redox properties of citranelal, an essential oil present in lemongrass[J]. Journal of Medicinal Food, 2011, 14(6): 630. DOI: [10.1089/jmf.2010.0125](https://doi.org/10.1089/jmf.2010.0125).
- [19] BASCHIERI A, AJVAZI M D, TONFACK J L F, et al. Explaining the antioxidant activity of some common non-phenolic components of essential oils[J]. Food Chemistry, 2017, 232: 656. DOI: [10.1016/j.foodchem.2017.04.036](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.036).
- [20] 万德光, 陈幼竹. 杨叶木姜子果实的挥发油成分分析[J]. 天然产物研究与开发, 2004, 16(2): 136. DOI: [10.3969/j.issn.1001-6880.2004.02.012](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-6880.2004.02.012).
- [21] 周欣, 莫彬彬. 黔产山苍子油化学成分的气相色谱/质谱分析[J]. 贵州大学学报(自然科学版), 2001, 18(1): 45. DOI: [10.15958/j.cnki.gdxbzrb.2001.01.009](https://doi.org/10.15958/j.cnki.gdxbzrb.2001.01.009).
- [22] CHANG Y T, CHU F H. Molecular cloning and characterization of monoterpene synthases from *Litsea cubeba* (Lour.) persoon[J]. Tree Genetics & Genomes, 2011, 7(4): 835. DOI: [10.1007/s11295-110-03773](https://doi.org/10.1007/s11295-110-03773).
- [23] LEUNG T, FOSTER S. Encyclopedia of common natural ingredients used in food, drugs, and cosmetics[M]. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1996.
- [24] 延玺, 刘会青, 邹永青, 等. 黄酮类化合物生理活性及合成研究进展[J]. 有机化学, 2008, 28(9): 1534. DOI: [10.3969/j.issn.2095-8439.2018.33.067](https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-8439.2018.33.067).
- [25] 利琴. 木姜子属萜类及其生物活性[J]. 时珍国医国药, 2006, 17(6): 935. DOI: [10.3969/j.issn.1008-0805.2006.06.131](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-0805.2006.06.131).
- [26] 刘婧, 章海锋, 何国庆, 等. 白桦脂醇、白桦脂酸的研究进展及其应用前景[J]. 食品工业科技, 2009, 30(10): 360. DOI: [10.13386/j.issn1002-0306.2009.10.086](https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2009.10.086).
- [27] HE W Y, LI Y, XUE C X, et al. Effect of Chinese medicine alpinetin on the structure of human serum albumin[J]. Bioorganic & Medicinal Chemistry, 2005, 13(5): 1837. DOI: [10.1016/j.bmc.2004.11.038](https://doi.org/10.1016/j.bmc.2004.11.038).
- [28] 李贵军, 赵静峰, 羊晓东, 等. 大萼木姜子挥发油化学成分研究[J]. 云南化工, 2008, 35(5): 10. DOI: [10.3969/j.issn.1004-275X.2008.05.003](https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-275X.2008.05.003).
- [29] 项昭保, 陈海生, 夏晨燕, 等. 木姜子挥发油的化学成分及抑菌活性研究[J]. 中成药, 2008, 30(10): 1514. DOI: [10.3969/j.issn.1001-1528.2008.10.034](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1528.2008.10.034).

责任编辑: 何馨成