

郑义, 贾纪萍, 邵凤玲, 等. 桂花精油的提取及芳香物质分析[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(22): 223-226.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.22.053

# 桂花精油的提取及芳香物质分析

郑义, 贾纪萍, 邵凤玲, 张焕新

(江苏农牧科技职业学院, 江苏泰州 225300)

**摘要:**采用超声波辅助法从桂花中提取精油,考察乙醇、石油醚、二氯甲烷、正己烷4种不同溶剂所得精油的提取率,并用气相色谱-质谱(GC-MS)法对桂花精油的主要化学成分进行定性和定量分析。结果表明,乙醇、石油醚、二氯甲烷、正己烷4种不同溶剂提取所得桂花精油的提取率分别为 $(2.73 \pm 0.11)\%$ 、 $(3.80 \pm 0.16)\%$ 、 $(3.12 \pm 0.12)\%$ 、 $(2.46 \pm 0.08)\%$ ,以石油醚作为溶剂提取桂花精油的提取率最高,精油中主要芳香成分紫罗兰酮、醇类、酯类、其他芳香物质的相对含量分别为 $(40.3498 \pm 1.4027)\%$ 、 $(36.0247 \pm 1.8465)\%$ 、 $(2.2872 \pm 0.0865)\%$ 、 $(10.9189 \pm 0.2750)\%$ ,远高于其他3种溶剂提取的精油中各物质的相对含量,且精油呈橙黄色浸膏状,具有浓郁的桂花香味。由结果可知,用石油醚提取桂花精油有利于提高精油的得率和质量。

**关键词:**桂花精油;超声波法;气相色谱-质谱(GC-MS)

**中图分类号:** R284.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)22-0223-03

桂花(*Osmanthus fragrans* Lour)别称木樨、丹桂、岩桂,属木樨科常绿灌木或乔木,在我国南方广西、贵州、福建、湖南、浙江、江苏等各省(自治区)均有栽培。桂花品种繁多,具有代表性的有金桂、银桂、丹桂、月桂等4种<sup>[1]</sup>。桂花不仅具有较高的观赏价值,而且具有极高的食用、药用价值,我国自古就有食用桂花糕、酿制桂花酒的习俗;以桂花为原料制作的桂花茶对于舒缓喉咙痛、改善多痰与咳嗽症状、开胃醒神、健脾补虚、防治十二指肠溃疡具有很好的保健功能<sup>[2]</sup>。桂花因香气清新、高雅而深受大众喜爱,是一种高档的天然香料,被广泛应用于化工、制药、食品等行业。

桂花精油是天然金桂的提取物,是目前唯一一种不能人工合成的高档花香香料,也是我国的特有产品<sup>[3]</sup>。桂花精油的香味成分主要包括紫罗兰酮类、醇类、氧化芳樟醇类、六萜基紫杉烯等芳香物质。从桂花中提取、浓缩精油不仅很好地解决了桂花难以贮藏的问题,而且便于运输、加工。目前,桂花精油的提取方法很多,主要有水蒸气蒸馏法、压榨法(挤压法)、脂吸法(脂肪冷吸法)、浸泡法(溶剂温浸法)、浸提法(索氏抽提法)、超声波萃取法等<sup>[4-8]</sup>。不同提取方法各有优、缺点,以有机溶剂法操作最为简单易行,且生产成本最低。本研究借助超声波萃取技术<sup>[9-12]</sup>,使用乙醇、石油醚、二氯甲烷、正己烷4种不同溶剂对桂花进行浸提,以精油提取率和主要芳香物质相对含量为标准,寻找最佳提取溶剂,以期为桂花精油的综合开发利用提供一定的理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

鲜桂花,采自江苏农牧科技职业学院;乙醇(95%)、石油醚(沸程60~90℃)、二氯甲烷、正己烷、无水硫酸钠,均为分析纯,购自上海国药试剂有限公司;试验所用水均为蒸馏水。

### 1.2 仪器与设备

旋转蒸发仪(RE-52A),上海亚荣生化仪器厂;电子天平(FA2104N),上海精密科学仪器有限公司;超声波振荡器(KQ-100VDE),上海五相仪器仪表有限公司;循环水式真空泵(SHD-DⅢ),巩义市予华仪器有限责任公司;气相色谱-质谱联用仪(Agilent 7890A-5975E),美国安捷伦公司。

### 1.3 试验方法

1.3.1 原料前处理 敲落新鲜桂花,清除杂物,整理干净,放置于室内阴干后备用<sup>[13]</sup>。

1.3.2 不同溶剂提取桂花精油的比较 用电子天平称取含水量一致的50g干桂花于500mL烧杯中,按1g:9mL的料液比,分别以乙醇、石油醚、二氯甲烷、正己烷为溶剂,用超声波辅助法提取桂花精油。超声频率选择45kHz,超声功率为100W,超声时间为45min,超声温度为60℃。收集桂花精油的乙醇萃取液,用无水硫酸钠干燥,密封保存于-18℃冰箱中,用旋转蒸发仪(将转速调至100r/min,温度设为50℃,待温度稳定后再调至60℃)小心浓缩除去全部乙醇,称量后置于冰箱中冻藏,待用于气相色谱-质谱(GC-MS)分析。提取试验每组做3个平行,取平均值。

1.3.3 桂花精油提取率的计算 对浓缩干燥后的精油称质量,并按下式计算精油提取率:

$$\text{精油提取率} = (\text{精油质量} / \text{干桂花质量}) \times 100\%$$

1.3.4 桂花精油的感官评定 按照GB 1886.24-2015《食品安全国家标准 食品添加剂 桂花浸膏》分别对提取精油的颜色、状态、气味进行感官评定。

1.3.5 桂花精油的定性和定量分析 桂花精油的GC-MS

收稿日期:2017-06-19

基金项目:江苏省高校“青蓝工程”(编号:20160418);江苏省高等学校大学生创新创业训练计划(编号:20150809)。

作者简介:郑义(1976—),女,江苏泰州人,博士研究生,副教授,主要从事应用化学研究。E-mail:zysm76@yahoo.com。

通信作者:张焕新,博士,教授,主要从事粮食、油脂及植物蛋白工程研究。E-mail:hxinzh@hotmail.com。

测定条件。HP-5Ms 毛细管色谱柱(30 m × 25 mm × 0.25 μm);载气为高纯氮气(纯度为99.999%),进样口温度为250 ℃,进样量为1 μL,分流比为50:1。程序升温:初始柱温为50 ℃,按5 ℃/min升至200 ℃,再按10 ℃/min升至280 ℃。电离方式:电子电离(EI),电子能量为70 eV,离子源温度为230 ℃,四级杆温度为150 ℃,扫描质量范围为30~550 amu。

桂花精油的GC-MS分析:取试验所得桂花精油0.1 mL,用正己烷稀释并定容至10 mL。取一定量的稀释液,利用气相色谱-质谱联用仪进行分析,根据总离子流图,用峰面积归一法计算各组分的相对百分含量<sup>[10]</sup>。用Wiley275.L、NIST98.L 2个谱库对采集到的质谱图中的香气成分进行串联检索,以确定桂花精油的香气成分。

## 2 结果与分析

### 2.1 用不同溶剂提取桂花精油的提取率比较

取含水量一致的干桂花,在相同的提取条件下,分别用乙醇、石油醚、二氯甲烷和正己烷作为溶剂,经超声波提取,测定其精油提取率。由图1可以看出,用乙醇、石油醚、二氯甲烷、正己烷4种溶剂提取桂花精油的提取率分别为(2.73 ± 0.11)%、(3.80 ± 0.16)%、(3.12 ± 0.12)%、(2.46 ± 0.08)% ,其中以石油醚为溶剂时所得桂花精油的提取率最高。

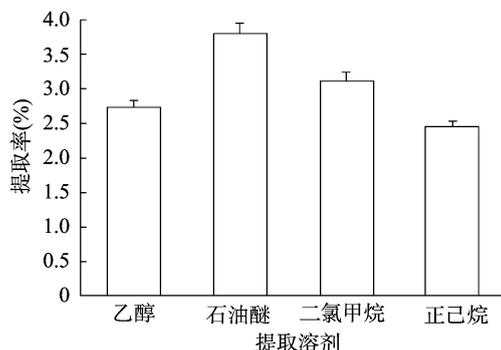


图1 用不同溶剂提取桂花精油的提取率

### 2.2 用不同溶剂提取桂花精油的GC-MS分析结果

2.2.1 用乙醇提取桂花精油的GC-MS分析结果 将以乙醇为提取液、经超声波提取得到的桂花精油按照“1.3.5”节的操作进行各组分的定性和定量分析<sup>[14-16]</sup>。由表1可知:以乙醇为溶剂所提取的桂花精油中酮类物质主要包括四氢化紫罗兰酮、紫罗兰酮和α-紫罗兰酮,总含量为(2.373 5 ± 0.015 6)% ;酯类物质主要包括二丙烯酸二甲酯、氰基乙酸-2-乙基己酯和氯乙酸四硝基苯酯,相对含量为(8.449 4 ± 0.053 6)% ,酯类相对含量远高于紫罗兰酮;此外,还含有少量的四乙基苯甲酸环乙烷[(0.231 8 ± 0.002 4)%]和叶绿醇乙酸盐[(0.335 2 ± 0.007 2)%]。

2.2.2 用石油醚提取桂花精油的GC-MS分析结果 以石油醚为提取液,将经超声波提取得到的桂花精油按照“1.3.5”节的操作进行各组分的定性、定量分析。由表2可以看出:与以乙醇为提取溶剂相比,以石油醚为溶剂所提取的桂花精油化学组分种类多、构成复杂,主要包括醇类(芳樟醇、甲基-5,11,14,17-二十烷脂鲤烯醇)、紫罗兰酮、棕榈

表1 乙醇提取桂花精油的香气成分及相对含量

保留时间 (min)	香气成分	相对含量 (%)
6.73	四乙基苯甲酸环乙烷	0.231 8 ± 0.002 4
7.41	二丙烯酸二甲酯	0.022 3 ± 0.001 8
10.91	氰基乙酸-2-乙基己酯	2.174 7 ± 0.005 2
27.84	四氢化紫罗兰酮	0.302 3 ± 0.004 7
30.35	紫罗兰酮	0.237 6 ± 0.003 6
31.91	α-紫罗兰酮	1.833 6 ± 0.007 3
41.07	氯乙酸四硝基苯酯	6.252 4 ± 0.046 6
46.87	叶绿醇乙酸盐	0.335 2 ± 0.007 2

酸、亚麻酸酯和烯类(六羟基紫杉烯、反式十九烯)等。其中,紫罗兰酮的相对含量为(40.349 8 ± 1.402 7)% ,芳樟醇含量为(25.461 0 ± 1.289 9)% ,甲基-5,11,14,17-二十烷脂鲤烯醇含量为(10.563 7 ± 0.556 6)% ,亚麻酸酯含量为(2.287 2 ± 0.086 5)% ,棕榈酸含量为(4.186 6 ± 0.165 5)% ,六羟基紫杉烯含量为(5.278 3 ± 0.076 3)% ,反式十九烯含量为(1.454 0 ± 0.033 2)% 。

表2 石油醚提取桂花精油的香气成分及相对含量

保留时间 (min)	香气成分	相对含量 (%)
15.42	顺式芳樟醇	16.258 6 ± 0.783 4
16.15	氧化芳樟醇	8.237 2 ± 0.444 3
20.01	反式芳樟醇	0.965 2 ± 0.062 2
31.85	β-紫罗兰酮	23.786 5 ± 0.698 0
31.91	α-紫罗兰酮	10.646 0 ± 0.442 3
32.15	二氢-β-紫罗兰酮	5.917 3 ± 0.262 4
51.15	棕榈酸	4.186 6 ± 0.165 5
55.20	甲基-5,11,14,17-二十烷脂鲤烯醇	10.563 7 ± 0.556 6
55.37	亚麻酸酯	2.287 2 ± 0.086 5
62.38	六羟基紫杉烯	5.278 3 ± 0.076 3
63.40	反式十九烯	1.454 0 ± 0.033 2

2.2.3 用二氯甲烷提取桂花精油的GC-MS分析结果 以二氯甲烷为提取液,经超声波提取得到的桂花精油按照“1.3.5”节的操作进行各组分定性和定量分析。由表3可知:以二氯甲烷为溶剂所提取的桂花精油中含有较多的酸类物质,主要包括肉豆蔻酸、棕榈酸、十八碳二烯酸、亚油酸,相对含量为(6.924 9 ± 0.294 0)% ;芳樟醇含量为(4.969 9 ± 0.147 9)% ;紫罗兰酮的相对含量较低,仅为(0.687 0 ± 0.035 6)% ;酯类包括棕榈酸乙酯、亚麻油乙酯,总含量为(5.432 0 ± 0.221 2)% ;此外,还含有少量的烯类物质[茨烯,含量为(0.272 4 ± 0.008 8)%]。

2.2.4 用正己烷提取桂花精油的GC-MS分析结果 以正己烷为提取液,经超声波提取得到的桂花精油按照“1.3.5”节的操作进行各组分定性和定量分析。由表4可知:以正己烷为溶剂提取的桂花精油中紫罗兰酮包括3-氧-α-紫罗兰酮、3-氧-β-紫罗兰酮、3-氧-7,8-二氢-α-紫罗兰酮,总含量为(0.930 0 ± 0.024 7)% ;芳樟醇含量为(1.473 1 ± 0.077 3)% ;羟基对二苯代乙烯含量为(2.317 0 ± 0.063 3)% ;十八醛含量为(2.656 0 ± 0.084 7)% ;硬脂酸含量为(1.044 4 ± 0.027 8)% ;3-乙基-3-甲基庚烷含量为(0.411 6 ± 0.084 2)% 。可以看出,紫罗兰酮和芳樟醇含量均不高。

表3 二氯甲烷提取桂花精油的香气成分及相对含量

保留时间 (min)	香气成分	相对含量 (%)
16.15	氧化芳樟醇	1.252 2 ± 0.044 1
16.26	顺式氧化芳樟醇	3.018 3 ± 0.075 2
20.47	环氧芳樟醇	0.699 4 ± 0.028 6
31.14	茨烯	0.272 4 ± 0.008 8
31.95	二氢-β-紫罗兰酮	0.687 0 ± 0.035 6
44.59	肉豆蔻酸	1.752 8 ± 0.092 4
51.31	棕榈酸	1.885 6 ± 0.083 4
51.76	棕榈酸乙酯	2.884 4 ± 0.103 5
55.24	十八碳二烯酸	1.964 0 ± 0.063 2
55.35	亚油酸	1.322 5 ± 0.055 0
55.48	亚麻油乙酯	2.547 6 ± 0.117 7

表4 正己烷提取桂花精油的香气成分及相对含量

保留时间 (min)	香气成分	相对含量 (%)
10.73	3-乙基-3-甲基庚烷	0.411 6 ± 0.084 2
29.12	8-羟基芳樟醇	1.473 1 ± 0.077 3
40.14	3-氧-α-紫罗兰酮	0.186 4 ± 0.002 9
40.98	3-氧-β-紫罗兰酮	0.295 0 ± 0.003 6
42.46	3-氧-7,8-二氢-α-紫罗兰酮	0.448 6 ± 0.018 2
44.32	羟基对二苯代乙烯	2.317 0 ± 0.063 3
52.39	十八醛	2.656 0 ± 0.084 7
55.72	硬脂酸	1.044 4 ± 0.027 8

### 2.3 用不同溶剂提取桂花精油的感官评价及组分分析

对不同溶剂提取的桂花精油进行感官分析和组分比较。

表5 不同溶剂提取桂花精油的分析

溶剂	样品质量 (g)	颜色	状态	气味
乙醇	50	浅黄色	半透明状	较浓的香味和乙醇味
石油醚	50	橙黄色	浸膏状	浓郁的香味和刺激味
二氯甲烷	50	浅黄色	浸膏状	浓郁的香味和刺激味
正己烷	50	浅黄色	透明状	较浓的香味

溶剂	紫罗兰酮类含量 (%)	醇类含量 (%)	酯类含量 (%)	其他芳香物质含量 (%)	总计 (%)
乙醇	2.373 5 ± 0.015 6B	—	8.450 4 ± 0.053 60C	0.567 0 ± 0.009 6A	11.390 9 ± 0.069 2B
石油醚	40.349 8 ± 1.402 7C	36.024 7 ± 1.846 5C	2.287 2 ± 0.086 57A	10.918 9 ± 0.275 0D	89.580 6 ± 3.610 7D
二氯甲烷	0.687 0 ± 0.035 6A	5.929 3 ± 0.147 9B	5.432 0 ± 0.221 20B	7.197 3 ± 0.302 8C	19.245 6 ± 0.707 5C
正己烷	0.930 0 ± 0.024 7A	1.473 1 ± 0.077 3A	—	6.429 0 ± 0.260 0B	8.832 1 ± 0.362 0A

注:同列数据后标有不同大写字母表示差异极显著( $P < 0.01$ )。

## 3 结论

本研究采用超声波辅助法从桂花中提取精油,考察乙醇、石油醚、二氯甲烷、正己烷4种不同溶剂所得精油的提取率。结果表明,4种不同溶剂桂花精油的提取率分别为(2.73 ± 0.11)%、(3.80 ± 0.16)%、(3.12 ± 0.12)%、(2.46 ± 0.08)% ,其中以石油醚为溶剂所得桂花精油的提取率最高。GC-MS分析表明,桂花精油的主要香气成分为紫罗兰酮、芳樟醇、酯类等物质,相对含量较高的为紫罗兰酮和醇类。以石油醚作为溶剂,所得精油中有较高含量的紫罗兰酮[(40.349 8 ± 1.402 7)%]、醇类[(36.024 7 ± 1.846 5)%]等芳香物质,且感官品质较好。因此可以看

出,将石油醚用于桂花精油的提取有利于提高精油的得率和质量。

由表5可以看出:用乙醇、石油醚、二氯甲烷、正己烷4种不同溶剂提取桂花精油,主要香味成分紫罗兰酮相对含量排序为石油醚>乙醇>正己烷>二氯甲烷,石油醚与其他3种溶剂之间存在极显著差异( $P < 0.01$ ),正己烷和二氯甲烷之间差异较小;石油醚、二氯甲烷、正己烷3种溶剂提取桂花精油中醇类物质相对含量排序为石油醚>二氯甲烷>正己烷,3种溶剂之间存在极显著差异;乙醇、石油醚、二氯甲烷3种溶剂提取桂花精油中酯类物质相对含量排序为乙醇>二氯甲烷>石油醚,3种溶剂之间存在极显著差异;4种不同溶剂提取桂花精油中其他芳香物质相对含量排序为石油醚>二氯甲烷>正己烷>乙醇,溶剂之间同样存在极显著差异。以乙醇为溶剂,桂花精油中含有少量紫罗兰酮类[(2.373 5 ± 0.015 6)%],酯类的相对含量较高[(8.450 4 ± 0.053 6)%];以石油醚作为溶剂,桂花精油中紫罗兰酮相对含量为(40.349 8 ± 1.402 7)%,醇类的相对含量为(36.024 7 ± 1.846 5)%,其中芳樟醇含量为(25.461 ± 1.289 9)%,甲基-5,11,14,17-二十烷脂鲤烯醇含量为(10.563 7 ± 0.556 6)%,远远高于其他3种溶剂所得提取物,此外还含有少量亚麻酸酯、棕榈酸、六羟基紫杉烯、反式十九烯等香味物质。以二氯甲烷和正己烷为溶剂,紫罗兰酮和醇类物质相对含量远不及以石油醚作溶剂所提取桂花精油中的相对含量。同时采用乙醇、石油醚、二氯甲烷和正己烷4种不同的溶剂提取桂花精油,在状态、气味和颜色上有所区别,以石油醚作为溶剂提取的精油,呈橙黄色浸膏状,具有浓郁的桂花香味,品质最好。

### 参考文献:

- [1]李发芳,胡西亮.不同提取方法对桂花精油品质的影响[J].氨基酸和生物资源,2012,34(2):59-62.
- [2]胡春弟,梁逸曾,曾茂茂,等.不同品种桂花挥发油成分的分析研究[J].化学试剂,2010,32(3):231-234.
- [3]原玲芳,敖明章,金文闻,等.香兰素延缓桂花精油香气释放的作用[J].食品科学,2013,34(19):73-75.
- [4]陶清,徐德虚,吕鉴泉.超临界CO<sub>2</sub>萃取桂花油的工艺研究[J].食品研究与开发,2007,28(7):57-60.
- [5]何武强.索氏提取器提取桂花精油[J].辽宁化工,2010,39

胡西洲,郑丹,彭西甜,等. 水蒸气蒸馏与乙醇提取莲藕成分的GC-MS分析[J]. 江苏农业科学,2018,46(22):226-230.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.22.054

# 水蒸气蒸馏与乙醇提取莲藕成分的GC-MS分析

胡西洲<sup>1</sup>, 郑丹<sup>1</sup>, 彭西甜<sup>1</sup>, 夏虹<sup>1</sup>, 周有祥<sup>1</sup>, 彭立军<sup>1</sup>, 孙丹陵<sup>2</sup>

(1. 湖北省农业科学院农业质量标准与检测技术研究所,湖北武汉 430064; 2. 湖北中医药大学检验学院,湖北武汉 430065)

**摘要:**运用水蒸气蒸馏法和乙醇提取法提取莲藕成分,探究其功能成分和营养价值。采用GC-MS(气相色谱-质谱联用仪)技术对其成分进行分离鉴定,用峰面积归一化法进行定量分析,并比较水蒸气蒸馏法与乙醇提取法提取莲藕中化学成分的差异。水蒸气蒸馏法共分离提取出80种物质,包含羧酸类(60.47%)、胺类(12.82%)、烷烃类(7.96%)、酯类(2.90%)、杂环类(0.17%)等化合物。乙醇提取法共分离提取出51种物质,包含羧酸类(43.94%)、胺类(2.84%)、烷烃类(9.73%)、酯类(14.51%)、杂环类(0.70%)等化合物。同时鉴定出了荷叶碱、O-去甲荷叶碱、角鲨烯等活性成分。莲藕中挥发性成分种类繁多,营养成分丰富。该分析方法可为莲藕资源的合理开发和持续发展提供理论依据,也可为其他样品中成分分析提供参考。

**关键词:**水蒸气蒸馏法;乙醇提取法;莲藕;GC-MS  
**中图分类号:** O657.63;R284.2 **文献标志码:** A

**文章编号:** 1002-1302(2018)22-0226-05

莲藕属睡莲科植物莲(*Nelumbo nucifera* Gaertn.)的肥大根茎,为多年水生宿根植物,原产于亚热带多雨地区,在中国已有3 000多年的种植历史,主要分布在黄河、长江、珠江流域。莲藕作为亚洲,特别是中国的一种用途很广的水生经济植物,不仅可以食用,而且有很高的药用价值<sup>[1]</sup>。《中药大辞典》记载,“藕生用能清热、凉血、散瘀,治热病烦渴;熟用可以健脾、开胃、益血、生肌、止泻”<sup>[2]</sup>。莲藕中的活性成分有生物碱、膳食纤维、多酚类化合物、挥发油、脂肪酸等。莲藕中的生物碱主要有两类,包括单萜基异喹啉类生物碱(N-甲基衡州乌药碱、去甲衡州乌药碱)和阿朴非类生物碱(荷叶碱、O-去甲荷叶碱)<sup>[3]</sup>,生物碱有降血脂、抗自由基、抑制高胆固醇血

症和动脉硬化等生理作用。莲藕中还含有大量的膳食纤维,研究表明,经榨汁去淀粉加工后的藕渣部分含有丰富的膳食纤维,其粗纤维含量高达25.1%<sup>[4]</sup>,是一种很好的纤维素源,膳食纤维有清洁消化壁和增强消化功能,同时可稀释和加速食物中的致癌物质和有毒物质的清除,保护消化道和预防结肠癌。莲藕中的多酚类化合物主要是儿茶酚、没食子酸、D-(+)-儿茶素和L-(-)-表儿茶素等<sup>[5-6]</sup>,它们分布很不均匀,表皮比内部多,藕节又比表皮多<sup>[7-8]</sup>,多酚类化合物具有抗氧化、强化血管壁、促进肠胃消化、降低血脂、增强身体抵抗力等作用。

莲藕中挥发油的成分种类繁多,主要分为三大类挥发性物质:脂肪族烃类、芳香化合物和萜类,含量较多的是十五碳烷、十七碳烯异构体、十七碳二烯<sup>[9]</sup>,挥发油具有抗炎、抗过敏、抗突变和抗癌、对中枢神经系统和呼吸系统的调节作用等。莲藕中含有亚油酸等不饱和脂肪酸与棕榈酸等饱和脂肪酸,必需脂肪酸具有降血脂、防治冠心病等作用。除此之外,莲藕还含有丰富的碳水化合物、蛋白质、单宁、脂类等成分<sup>[10-18]</sup>,有着广阔的开发前景。莲藕成分丰富,功能多样,本试验分别用水蒸气蒸馏法和乙醇提取法对莲藕成分进行提取,将所得结果进行对比分析,以期对莲藕资源的合理利用和

收稿日期:2017-06-08

基金项目:国家蔬菜质量安全风险评估项目(编号:GJFP201700203);湖北农业科技创新中心项目(编号:2016-620-000-001-037)。

作者简介:胡西洲(1979—),男,湖北监利人,博士,副研究员,主要从事农产品质量安全及风险评估研究。E-mail: huxizhou@163.com。

通信作者:孙丹陵,副教授,主要从事卫生检疫教学与研究工作。E-mail: dlsun\_hbctm@163.com。

(12):1217-1218.

[6] 陈培珍,马春华,刘俊劭,等. 桂花精油提取工艺优化及其成分分析[J]. 粮食与油脂,2016,29(10):54-57.

[7] 刘军华. 桂花精油、浸膏在烟草风味改良中的应用研究[D]. 上海:上海应用技术学院,2015:2-3.

[8] 夏必帮,鲁韦韦,李 蕤. 桂花精油提取工艺及其抗氧化性的研究[J]. 氨基酸和生物资源,2016,38(1):49-52.

[9] 康明丽,李冬杰,韩敏义,等. 超声波辅助法提取桃仁油的工艺研究[J]. 安徽农业科学,2010,38(9):4807-4809.

[10] 石晓骏,申霄婵,王 芳,等. 丁香精油的提取及其对老北京肉肚抑菌作用[J]. 北京农学院学报,2016,31(1):89-93.

[11] 薛 山. 不同提取方法下紫苏叶精油成分组成及抗氧化功效研

究[J]. 食品工业科技,2016,37(19):67-74.

[12] 熊泉波,施大文. 花椒及其类同品挥发油的分析[J]. 上海医科大学学报,1992,10(4):301-306.

[13] 李 稚,陈 洁,张洪伟,等. 桂花花粉超低温保存和花粉管萌发研究[J]. 甘肃农业大学学报,2014,49(1):99-104.

[14] 胡西格·格拉吉丁. 气相色谱-质谱分析罗勒中挥发油的化学成分[J]. 光谱实验室,2008,25(2):127-137.

[15] 施婷婷,杨秀莲,赵林果,等. 保存方法对桂花精油提取及香气成分的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2014(增刊1):105-110.

[16] 田光辉,刘存芳,辜天琪,等. 衰落桂花香气成分的GC-MS分析[J]. 安徽农业科学,2008,36(17):7214-7216.