

智亚楠,陈月华,温亚娟,等. 蒙古蒿挥发油的化学组分及其抑菌活性分析[J]. 江苏农业科学,2018,46(24):224-227.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.24.062

# 蒙古蒿挥发油的化学组分及其抑菌活性分析

智亚楠<sup>1,2</sup>, 陈月华<sup>1</sup>, 温亚娟<sup>1</sup>, 马宇明<sup>1</sup>, 陈利军<sup>1,2</sup>, 尹 健<sup>1,2</sup>

(1. 信阳农林学院,河南信阳 464000; 2. 豫南植物有害生物绿色防控院士工作站,河南信阳 464000)

**摘要:**为明确河南省信阳市野生蒙古蒿挥发油的组分及其对植物病原真菌的熏蒸抑制活性,采用水蒸气蒸馏法提取蒙古蒿挥发油,利用气质联用仪(GC-MS)分析蒙古蒿挥发油的化学组分,并测定挥发油对4种植物病原真菌的熏蒸抑制作用。从蒙古蒿挥发油中共分离到33个组分,鉴定出其中29个,占挥发油总量的95.602%,其主要组分为兰香油萘(16.59%)、大根香叶烯D(14.916%)、石竹烯(9.615%)、桉树脑(8.782%)等。挥发油对供试的水稻纹枯病菌、小麦赤霉病菌、辣椒炭疽病菌和水稻胡麻斑病菌均有强烈的熏蒸抑制作用,有效中浓度(EC<sub>50</sub>)分别为3.05、5.20、6.98、9.01 μL/皿。可见蒙古蒿挥发油对植物病原真菌有强烈的熏蒸抑制作用,有望作为熏蒸剂应用于植物病害防控。

**关键词:**蒙古蒿;熏蒸抑菌活性;挥发油;化学组分

**中图分类号:** R284 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)24-0224-04

近年来,从植物中寻找杀菌活性物质是目前农药研究领域的热点,植物挥发油是研究对象之一。植物挥发油是存在于植物组织中的一类重要的次生代谢物质,由分子量较小的简单化合物组成,常温下多为油状液体,易挥发,具有特征性气味<sup>[1]</sup>。多项研究表明挥发油具有明显的抗植物病原真菌、细菌的功能<sup>[2-9]</sup>。国外已有以挥发油为活性成分的杀菌剂商品问世<sup>[10-11]</sup>。挥发油的抗菌活性与挥发油的官能团等化学结构密切相关<sup>[12-13]</sup>,因此研究挥发油的化学组分及活性对杀菌剂的开发有一定的启迪作用。

蒙古蒿[*Artemisia mongolica* (Fisch. ex Bess.) Nakai]为菊科蒿属多年生草本植物,多生于中或低海拔地区的山坡、灌丛、河湖岸边及路旁等。分布在我国东北、华北和西北各省区,在河南省信阳市为常见野生植物。蒙古蒿可全草入药,有温经、止血、散寒、祛湿等作用<sup>[14]</sup>。蒙古蒿全草含有丰富的挥发油,目前已有学者对蒙古蒿挥发油化学组分和活性进行了研究。1983年师治贤等就对采自青海省的蒙古蒿挥发油的化学成分进行了报道,报道中鉴定了50余种化合物,包括α-蒎烯、β-蒎烯、γ-松油烯、樟脑等,但未明确每种化合物的含量<sup>[15]</sup>。董岩等采用二氧化碳超临界流体萃取法提取采自山东省德州市蒙古蒿中的挥发油,并研究了挥发油对几种细菌的抑制活性,经鉴定其主要成分为桉树脑、α-蒎烯、大根香叶烯D等<sup>[16]</sup>。Liu等报道了蒙古蒿精油的主要成分是α-蒎烯、大牛儿烯D和萜品烯等,并测定了其对于玉米象的熏

蒸杀虫活性和触杀活性<sup>[17]</sup>。

为了掌握河南信阳蒙古蒿挥发油的组分及抑菌活性,本研究采用水蒸气蒸馏法提取蒙古蒿中的挥发油,用气质联用仪(GC-MS)分析其化学组分,并以水稻胡麻斑病菌(*Bipolaris oryzae*)、水稻纹枯病菌(*Rhizoctonia solani*)、小麦赤霉病菌(*Fusarium graminearum*)、辣椒炭疽病菌(*Colletotrichum gloeosporioides*)4种常见植物病原菌为目标菌,测定挥发油对病原菌菌丝生长的熏蒸抑制作用,为蒙古蒿在农业上的开发和利用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

1.1.1 蒙古蒿 蒙古蒿全草于2016年6月采自信阳农林学院桃李园山坡,经信阳农林学院周巍高级实验师鉴定为蒙古蒿(*Artemisia mongolica*),采集健康、生长力旺盛的植株带至实验室,剪成小于1 cm的小段。

1.1.2 培养基 马铃薯葡萄糖琼脂(PDA)培养基:马铃薯200 g、葡萄糖18 g、琼脂17 g、水1 000 mL。

1.1.3 植物病原真菌 水稻胡麻斑病菌、水稻纹枯病菌、小麦赤霉病菌、辣椒炭疽病菌均由信阳农林学院植物病理实验室分离保存。

1.1.4 主要仪器与设备 Agilent 6850/5975 气质联用仪(购自美国安捷伦公司);NIST14 谱库、HP-250S 生化培养箱(购自武汉瑞华仪器设备有限公司);KDM-2000 电热套(购自金坛市恒丰仪器制造有限公司)等。

### 1.2 蒙古蒿挥发油的提取

称取新鲜蒙古蒿植株小段,装入圆底烧瓶中,采用水蒸气蒸馏法,连续提取4 h,得到具有特殊浓郁气味的深蓝色油状液体,即为蒙古蒿挥发油。将挥发油密封好,4℃冰箱保存备用。重复3次。

### 1.3 挥发油熏蒸抑制作用测定

蒙古蒿挥发油对植物病原真菌菌丝生长的熏蒸抑制作用

收稿日期:2017-09-15

基金项目:国家自然科学基金(编号31401798)。

作者简介:智亚楠(1985—),女,河南漯河人,硕士,讲师,主要从事植物源农药与农药剂型的研究工作。Tel:(0376)6698026;E-mail:zhiyanan000@126.com。

通信作者:陈利军,硕士,副教授,主要从事植物真菌病害与植病生防资源的研究工作。Tel:(0376)6698026;E-mail:chlijun1980@163.com。

采用生长速率法<sup>[4]</sup>测定。在直径 90 mm 的培养皿中加入 15 mL 融化的培养基,摇匀制成厚薄均匀平板,平板中央接种 1 块植物病原真菌菌饼。然后在皿盖上放置已灭菌的圆形滤纸片,吸取一定剂量的挥发油滴加到滤纸片上。对不同的植物病原菌,根据抑菌预试验结果,设置不同的挥发油剂量梯度,以仅放滤纸片不滴加挥发油为对照。72 h 后观察植物病原真菌的生长情况,并用十字交叉法测量菌落直径,计算抑菌率。

抑菌率 = (对照菌落生长直径 - 处理菌落生长直径) / 对照菌落生长直径 × 100% ;

利用 SPSS17.0 统计分析软件绘制标准曲线,建立毒力回归方程,并求得相关系数和有效中浓度 ( $EC_{50}$ ),并根据  $EC_{50}$  来比较挥发油对不同病原真菌的毒力。

#### 1.4 挥发油 GC-MS 分析条件

色谱条件:色谱柱为 HP-5 ms 毛细管柱 (30 m × 0.25 mm × 0.25 μm);程序升温,初始柱温为 60 ℃,保持 2 min,以 10 ℃/min 升温速率升至 230 ℃,保持 1 min;载气为高纯氮气,流速为 1.0 mL/min,进样量为 1.0 μL,不分流,进样前挥发油用乙醚适当稀释。质谱条件:EI 离子源,电子能量 70 eV,扫描范围 33 ~ 350 amu。

## 2 结果与分析

### 2.1 蒙古蒿挥发油组分 GC-MS 分析

利用 GC-MS 对蒙古蒿挥发油组分进行分析,总离子流如图 1 所示。利用色谱峰面积归一法测得各组分的相对含量,所得质谱图经 NIST14 质谱数据库检索,与标准图谱核对,并结合化学物质登录号 (CAS 号) 分析,从蒙古蒿挥发油中共分离到 33 个组分,鉴定出了其中的 29 个组分 (表 1),占挥发油总量的 95.602%。

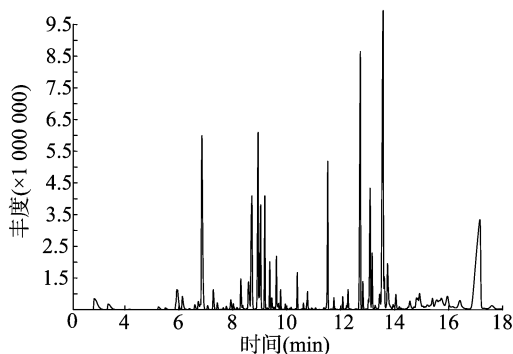


图1 蒙古蒿挥发油的 GC-MS 总离子流

从表 1 可看出,蒙古蒿挥发油中相对含量最高的组分为兰香油萘 (16.59%),其次为大根香叶烯 *D* (14.916%),再次为石竹烯 (9.615%)、桉树脑 (8.782%) 和顺式-菊烯醇 (6.014%) 等。在鉴定出的 29 种化合物中,以萜类化合物为主,其中倍半萜类化合物 14 种,占挥发油总量的 43.381%;其次是单萜类化合物 9 种,占挥发油总量的 31.381%;萘类化合物 2 种,占挥发油总量的 17.115%,另外还有酯类等化合物。

### 2.3 蒙古蒿挥发油对植物病原真菌的熏蒸抑制作用

用生长速率法测定蒙古蒿挥发油对 4 种植物病原真菌菌丝生长的熏蒸抑制作用,测定结果见图 2、表 2。由表 2 可知,

表 1 蒙古蒿挥发油的化学组分分析

峰号	保留时间 (min)	化合物	分子式	相对含量 (%)
1	2.865	—	—	1.623
2	3.384	—	—	0.707
3	5.927	1-辛烯-3-醇	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O	0.906
4	6.129	β-月桂烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	0.705
5	6.857	桉树脑	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	8.782
6	7.282	γ-蒎烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	0.792
7	8.298	顺-1-甲基-4-(1-甲基乙基)-2-环己烯-1-醇	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	1.034
8	8.586	未鉴定	—	1.317
9	8.709	樟脑	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	5.678
10	8.939	顺式-菊烯醇	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	6.014
11	9.033	内-龙脑	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	3.845
12	9.184	4-蒎烯醇	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	3.114
13	9.372	α-乙酸松油酯	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	1.261
14	9.617	顺式-辣薄荷醇	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	1.417
15	10.395	[1S-(1α,5α,6β)]-乙酸-2,7,7-三甲基-双环[3.1.1]庚-2-烯-6-醇	C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub>	0.927
16	10.770	乙酸冰片酯	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	0.631
17	11.519	δ-榄香烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	3.977
18	12.276	β-榄香烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.567
19	12.729	石竹烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	9.615
20	12.823	—	—	0.753
21	13.090	(E)-β-金合欢烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	4.455
22	13.169	Z,Z,Z-1,5,9,9-四甲基-1,4,7-环十一碳三烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	1.706
23	13.443	10S,11S-雪松醛-3(12),4-二烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.691
24	13.573	大根香叶烯 <i>D</i>	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	14.916
25	13.616	佛术烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.905
26	13.738	双环大根香叶烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	2.462
27	14.048	δ-杜松烯	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.597
28	14.920	4-亚甲基-1-甲基-2-(2-甲基-1-丙烯基)-1-乙基-环庚烷	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	0.806
29	15.561	异匙叶桉油烯醇	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	0.591
30	15.958	τ-依兰油醇	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	1.037
31	16.426	(+)-去氢白菖烯	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub>	1.056
32	17.161	兰香油萘	C <sub>14</sub> H <sub>16</sub>	16.590
33	17.601	脱氢兰香油萘	C <sub>14</sub> H <sub>14</sub>	0.525

蒙古蒿挥发油对供试病原菌均有一定的熏蒸抑制作用,试验剂量范围内抑制作用随挥发油剂量增加而增强。在 5.0 μL/皿剂量下,挥发油对水稻纹枯病菌的抑制率最高,达到 60.42%,对水稻胡麻叶斑病菌的抑菌率最低,为 29.02%。在 10.0 μL/皿剂量下,挥发油对水稻纹枯病菌和小麦赤霉病菌的抑制作用较明显,抑菌率分别为 73.45% 和 71.77%。在 12.0 μL/皿剂量下挥发油对水稻纹枯病菌、小麦赤霉病菌和辣椒炭疽病菌的抑制率均达到 75% 以上,而水稻胡麻斑病菌要在剂量为 15.0 μL/皿下,抑制率才能达到 73.71%。

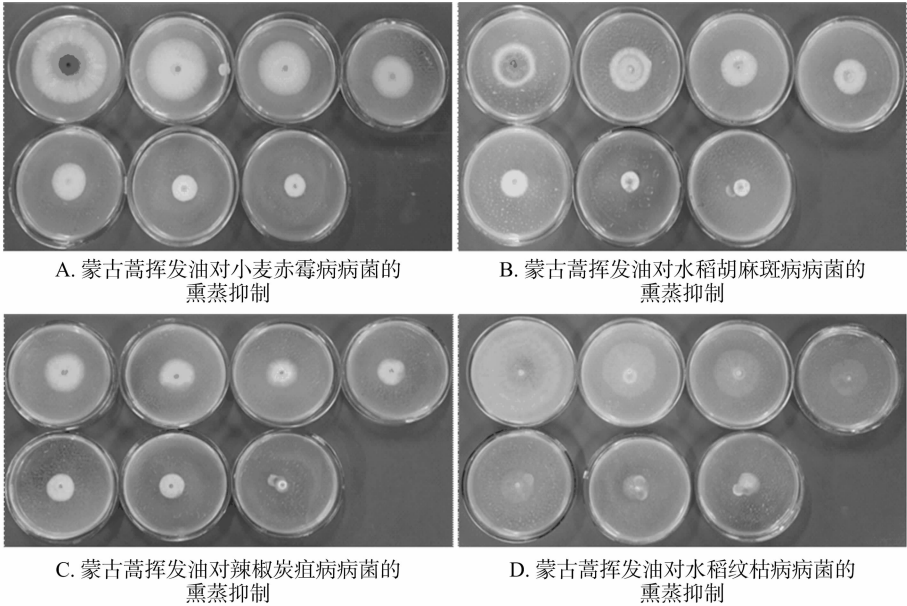


图2 蒙古蒿挥发油对小麦赤霉病菌(A)、水稻胡麻斑病菌(B)、辣椒炭疽病菌(C)和水稻纹枯病菌(D)的熏蒸抑制作用

表 2 蒙古蒿挥发油对 4 种植物病原真菌菌丝生长的熏蒸抑制作用

剂量 ( $\mu\text{L}/\text{皿}$ )	抑制率(%)			
	小麦赤霉病菌	水稻胡麻斑病菌	辣椒炭疽病菌	水稻纹枯病菌
1.5			15.29 $\pm$ 1.10	37.80 $\pm$ 0.24
2.0	21.62 $\pm$ 1.37			
3.0		17.45 $\pm$ 3.79	22.44 $\pm$ 1.91	46.41 $\pm$ 0.65
3.5	34.83 $\pm$ 1.31			
5.0	50.75 $\pm$ 0.30	29.02 $\pm$ 1.82	38.39 $\pm$ 0.55	60.42 $\pm$ 0.24
8.0	61.26 $\pm$ 0.52	36.91 $\pm$ 0.91	49.39 $\pm$ 1.46	67.55 $\pm$ 0.43
10.0	71.77 $\pm$ 0.79	49.00 $\pm$ 0.53	56.00 $\pm$ 1.98	73.45 $\pm$ 0.43
12.0	77.48 $\pm$ 0.52	65.30 $\pm$ 0.91	76.35 $\pm$ 2.91	78.61 $\pm$ 0.08
15.0		73.71 $\pm$ 0.52		

蒙古蒿挥发油对植物病原真菌菌丝生长的毒力测定结果见表 3。从  $EC_{50}$  分析可知,蒙古蒿挥发油对水稻纹枯病菌的抑制作用最强, $EC_{50}$  仅为 3.05  $\mu\text{L}/\text{皿}$ ,其次是小麦赤霉病菌,

$EC_{50}$  为 5.20  $\mu\text{L}/\text{皿}$ ,挥发油对辣椒炭疽病菌的抑制作用相对较弱, $EC_{50}$  为 6.98  $\mu\text{L}/\text{皿}$ ,对水稻胡麻斑病菌的抑制作用最弱, $EC_{50}$  为 9.01  $\mu\text{L}/\text{皿}$ 。

表 3 蒙古蒿挥发油对 4 种植物病原真菌菌丝生长的毒力测定结果

植物病原真菌	毒力回归方程	相关系数	$EC_{50}$ ( $\mu\text{L}/\text{皿}$ )	$EC_{50}$ 的 95% 置信限 ( $\mu\text{L}/\text{皿}$ )
小麦赤霉病菌	$y = -1.407 + 1.964x$	0.991	5.20	4.56 ~ 5.89
水稻胡麻斑病菌	$y = -2.218 + 2.229x$	0.935	9.01	8.08 ~ 10.15
辣椒炭疽病菌	$y = -1.503 + 1.780x$	0.921	6.98	5.25 ~ 10.09
水稻纹枯病菌	$y = -0.587 + 1.210x$	0.979	3.05	2.27 ~ 3.79

3 结论与讨论

本研究通过水蒸气蒸馏法提取蒙古蒿的挥发油,采用 GC-MS 对蒙古蒿挥发油化学组分进行分离鉴定,主要组分为兰香油萘(16.590%)、大根香叶烯 D(14.916%)、石竹烯(9.615%)、桉树脑(8.782%)和顺式-菊烯醇(6.014%)等。与青海<sup>[15]</sup>、山东<sup>[16]</sup>等地产蒙古蒿挥发油的主要化学组分有所不同,主要区别在于本研究鉴定出的含量最高的成分兰香油萘在其他蒙古蒿挥发油的研究中未见报道。这些区别可能与试验材料的生境、采收时间、前处理方式有关。兰香油萘主

要存在于甘菊、白蒿等植物中,具有抗炎、抗过敏的作用<sup>[18-21]</sup>。兰香油萘为蓝色黏稠液体,难溶于水<sup>[18]</sup>,本研究提取的挥发油即为深蓝色,推测是兰香油萘颜色的体现。其他主要成分中大根香叶烯 D<sup>[22-23]</sup>和桉树脑<sup>[24]</sup>具有显著的抑菌活性,石竹烯<sup>[25]</sup>对棉蚜有毒杀活性。

本研究发现,信阳野生的蒙古蒿挥发油对供试的 4 种植物病原真菌均有强烈的熏蒸抑制作用,对水稻纹枯病菌、小麦赤霉病菌、辣椒炭疽病菌和水稻胡麻斑病菌 4 种真菌菌丝生长的熏蒸抑制作用的  $EC_{50}$  介于 3.05 ~ 9.01  $\mu\text{L}/\text{皿}$  之间,其中对水稻纹枯病菌和小麦赤霉病菌的抑制作用

最强,EC<sub>50</sub> 仅为 3.05 和 5.20 μL/皿。因此,利用蒙古蒿挥发油明显的抑菌作用有望研发出熏蒸剂应用于植物病害防控。本试验仅是对蒙古蒿挥发油的抗菌活性做了初步的研究,由于其化学成分的复杂多样性,有关蒙古蒿挥发油抗植物病原真菌的活性机制、组分间互作及其他生物活性试验有待进一步研究。

前人研究表明,多种蒿属植物均具有广谱的抗菌、杀虫作用<sup>[1,5,26-30]</sup>,例如黄花蒿、艾蒿、茵陈蒿、大籽蒿、白草蒿、银叶艾蒿等;本研究的试验材料蒙古蒿也被证实其溶剂粗提物对舞毒蛾具有毒杀活性<sup>[30]</sup>;其精油浸膏有驱蚊活性<sup>[31]</sup>;其乙醇提取物对丁香假单胞菌、根癌土壤杆菌、马铃薯环腐病菌具有一定的抑制活性<sup>[26]</sup>。随着对蒿属植物研究的不断深入,一些新的技术和手段不断应用于这一领域,随着其有效成分提取和分析检测技术的提高,蒿属植物的开发利用将拥有广阔的前景。

#### 参考文献:

- [1] 徐汉虹. 杀虫植物与植物性杀虫剂[M]. 北京:中国农业出版社,2001:107.
- [2] 单体江,冯 皓,祝一鸣,等. 串钱柳挥发油化学成分及其抗菌活性[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2017,41(2):117-121.
- [3] 陈 飞,李 蕾,周佳宇,等. 茅苍术挥发油及主要组分对 3 种病原菌和 2 种内生菌的抑菌活性[J]. 江苏农业学报,2015,31(6):1270-1277.
- [4] 陈利军,智亚楠,王国君,等. 土荆芥花序和叶挥发油的抑菌作用及组分分析[J]. 植物保护,2014,40(5):40-43.
- [5] 智亚楠,陈月华,马宇明,等. 河南省黄花蒿挥发油的组分分析及抑菌作用测定[J]. 河南农业科学,2016,45(12):105-109.
- [6] 马江锋,曾 红. 小茴香挥发油对红枣黑斑病菌的抑菌活性及其作用机制的初步研究[J]. 西北农业学报,2016,25(3):450-457.
- [7] Yazdani E, Sendi J J, Aliakbar A, et al. Effect of *Lavandula angustifolia* essential oil against lesser mulberry pyralid *Glyphodes pyloalis* Walker (Lep: Pyralidae) and identification of its major derivatives[J]. Pesticide Biochemistry and Physiology, 2013, 107(2):250-257.
- [8] Kumar V, Mathela C S, Tewari G, et al. Chemical composition and antifungal activity of essential oils from three Himalayan *Erigeron* species[J]. LWT - Food Science Technol, 2014, 56(2):278-283.
- [9] Znini M, Cristofari G, Majidi L, et al. Essential oil composition and antifungal activity of *Pulicaria mauritanica* Coss., against postharvest phytopathogenic fungi in apples[J]. LWT - Food Science Technol, 2013, 54(2):564-569.
- [10] 黄素青,梁炳泉,苏兆雄,等. 植物精油的生物活性及其在有害生物控制上的应用[J]. 农药,2010,49(6):397-409.
- [11] 刘学文,徐汉虹,鞠 荣,等. 植物精油在农药领域中的研究进展[J]. 香料香精化妆品,2004(2):36-39.

- [12] Fabry W, Okemo P, Ansorg R. Fungistatic and fungicidal activity of east African medicinal plants[J]. Mycoses, 1996(39):67-70.
- [13] Johann S, Cisalpino P S, Watanabe G A, et al. Antifungal activity of extracts of some plants used in Brazilian traditional medicine against the pathogenic fungus *Paracoccidioides brasiliensis* [J]. Pharmaceutical Biology, 2010, 48(4):388-396.
- [14] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志(第七十六卷第二分册)[M]. 北京:科学出版社,1991:111.
- [15] 师治贤,张金霞,顾文华,等. 蒙古蒿精油化学成分的研究 I[J]. 化学学报,1983,41(8):734-737.
- [16] 董 岩,祁 伟,肖传勇. 蒙古蒿挥发油化学成分及其抑菌活性分析[J]. 中国药理学杂志,2013,48(16):1359-1362.
- [17] Liu Z L, Chu S S, Liu Q R. Chemical composition and insecticidal activity against sitophilus zeamais of the essential oils of *Artemisia capillaris* and *Artemisia mongolica* [J]. Molecules, 2010(15):2600-2608.
- [18] 徐 勇. 西洋甘菊挥发性成分及抗过敏、抗炎研究[D]. 上海:上海交通大学,2007.
- [19] 吕敏兰. 白蒿挥发油的提取及生物活性研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2016.
- [20] 雷伏贵,周建金,曹奕鸯,等. 不同干燥温度对西洋甘菊花及其精油的影响[J]. 福建农业学报,2015,30(8):768-774.
- [21] 夏秋香,白彤彤,孙凌臣,等. 药用植物母菊的成分和功能研究进展[J]. 园艺学报,2012,39(9):1859-1864.
- [22] 张劲松,李博,陈家宽,等. 加拿大一枝黄花挥发油成分及其抗菌活性[J]. 复旦学报(自然科学版),2006,45(3):412-415.
- [23] Juteau F, Masotti V, Bessiere J M, et al. Antibacterial and antioxidant activities of *Artemisia annua* essential oil [J]. Fitoterapia, 2002, 73(6):532-535.
- [24] 孟 雪,王志英,吕 慧. 绿萝和常春藤主要挥发性成分及其对 5 种真菌的抑制活性[J]. 园艺学报,2010,37(6):971-976.
- [25] 刘雨晴,薛 明,张庆臣,等. 黄荆中β-石竹烯对棉蚜的毒力和作用机理[J]. 昆虫学报,2010,53(4):396-404.
- [26] 武月红. 六种蒿属植物提取物抑菌效果的比较研究[J]. 北方园艺,2014(19):121-125.
- [27] 周利娟,桑晓清,孙永艳,等. 蒿属植物的农药活性及其有效成分[J]. 江西农业大学学报,2012,34(4):699-705.
- [28] Mighri H, Hajlaoui H, Akrouit A, et al. Antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia herba-alba* essential oil cultivated in Tunisian arid zone[J]. Comptes Rendus Chimie, 2010, 13(3):380-386.
- [29] Badillo L M D, Munoz R E M, Garciglia R S, et al. *In vitro* antioomycete activity of *Artemisia ludoviciana* extracts against *Phytophthora* spp. [J]. Boletín Latinoamericano Y del Caribe de Plantas Medicinales Y Aromáticas, 2010, 9(2):136-142.
- [30] 韩小冰,谢孝坤,乔润喜. 五种蒿属植物对舞毒蛾的毒力测定[J]. 中国林副特产,2011(6):14-17.
- [31] 王 越,张金艳,孙 强,等. 4 种驱蚊植物提取物的驱蚊效果[J]. 安徽农业科学,2013,41(7):2920-2921,3148.