

香根鸢尾挥发油的化学成分分析及抗菌活性研究



DENG Guo-bin

邓国宾^{1,2}, 张晓龙², 王燕云³, 林瑜², 陈小兰^{1*}

(1. 云南大学 科学学院, 云南 昆明 650091; 2. 云南瑞升烟草技术(集团)有限公司,
云南 昆明 650106; 3. 昆明爱德组培有限公司, 云南 昆明 650031)

摘 要: 采用 GC-MS 技术分析了新鲜的和自然陈化的鸢尾挥发油的化学组成, 确定了各种成分的化学结构与 GC 含量, 并采用滤纸片琼脂平板扩散法与微量肉汤稀释法针对 3 种真菌和 12 种细菌(包括 7 种临床致病菌)进行了挥发油的药敏实验。结果表明: 新鲜鸢尾挥发油共鉴定出 26 种成分, 占总峰面积的 92.09%, 由醛类、酮类、酸类、酯类等化合物组成, 其中十四酸(31.77%)、己酸(15.33%)、3-甲基丁酸(12.20%)、戊酸(9.29%)、庚酸(7.91%)、3-甲基戊酸(7.25%)、辛酸(2.44%)、2,4'-二羟基-3'-甲基苯乙酮(1.04%)是主要成分; 自然陈化 3 年鸢尾挥发油共鉴定出 45 种成分, 占总峰面积的 85.63%, 主要由醛类、酮类、酸类、酯类、醇类、酚类等化合物组成, 其中十四酸(28.02%)、十四酸乙酯(10.42%)、(Z,Z)-9,12-十八碳二烯酸(7.67%)、十二酸(6.41%)、己酸(5.14%)、十六酸(4.44%)、十二酸乙酯(4.09%)、亚油酸乙酯(3.87%)、十六酸乙酯(3.13%)、油酸乙酯(2.85%)、6-甲基- α -紫罗兰酮(1.39%)、*n*-癸酸(1.31%)是主要成分; 新鲜鸢尾挥发油对大部分微生物均具有很好的抗菌作用, 其最低抑菌浓度(MIC)为 0.25 g/L, 最低杀菌浓度(MBC)为 0.35 g/L; 自然陈化 3 年鸢尾挥发油对大部分微生物均具有很好的抗菌作用, 其 MIC 为 0.05 g/L, MBC 为 0.08 g/L。

关键词: 香根鸢尾; 挥发油; 抗菌

中图分类号: TQ424.19; O532.23

文献标识码: A

文章编号: 0253-2417(2008)03-0039-06

Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oil of *Iris pallida* Lam.

DENG Guo-bin^{1,2}, ZHANG Xiao-long², WANG Yan-yun³, LIN Yu², CHEN Xiao-lan¹

(1. Department of Life Science, Yunnan University, Kunming 650091, China;

2. Yunnan Reascend Tobacco Technology(Group) Co., Ltd., Kunming 650106, China;

3. Kunming Advanced Tissue Culture Co., Ltd., Kunming 650031, China)

Abstract: Essential oils from the fresh rhizomes and the naturally aged rhizomes of *Iris pallida* Lam. were analyzed by GC-MS, respectively, and the relative contents of constituents were determined by area normalization method. The antimicrobial activity of the essential oil was evaluated against 3 fungi and 12 bacteria including 7 clinical isolated strains. The results show that: twenty-six volatile components were identified and determined in the oil of the fresh rhizomes, accounting for 92.09% of the total area of the peak, and the main compounds of the oil were tetradecanoic acid (31.77%), hexanoic acid(15.33%), 3-methyl-butanoic acid(12.20%), pentanoic acid(9.29%), heptanoic acid(7.91%), 3-methyl pentanoic acid(7.25%), octanoic acid(2.44%), 2',4'-dihydroxy-3'-methylacetophenone(1.04%). Forty-five volatile components were identified and determined in the oil of the naturally aged rhizomes, accounting for 85.63% of the total area of the peak, and the main compounds of the oil were tetradecanoic acid(28.02%), tetradecanoic acid, ethyl ester(10.42%), 9,12-octadecadienoic acid(7.67%), dodecanoic acid(6.41%), hexanoic acid(5.14%), hexadecanoic acid(4.44%), dodecanoic acid ethyl ester(4.09%), linoleic acid ethyl ester(3.87%), hexadecanoic acid ethyl ester(3.13%), ethyl oleate(2.85%), α -ionone, 6-methyl-(1.39%), and decanoic acid(1.31%); the oil of the fresh rhizomes presented a broad antimicrobial spectrum, and the minimal inhibitory concentration (MIC) value was 0.25 g/L and the minimal bactericidal concentration (MBC) value was 0.35 g/L; the oil of the

收稿日期: 2007-07-12

基金项目: 国家烟草专卖局项目(110200601032); 云南省科委项目(2006GG24)

作者简介: 邓国宾(1969-), 男, 四川西充人, 工程师, 博士生, 主要从事天然烟用香精香料产品研究与开发

* 通讯作者: 陈小兰, 讲师, 博士, 主要从事植物生理与分子生物学研究; E-mail: dqw1230@163.com.

naturally aged rhizomes presented a broad antimicrobial spectrum, and had better antimicrobial activity against gram-positive bacteria, MIC value was 0.05 g/L and MBC value was 0.08 g/L.

Key words: *Iris pallida* Lam.; essential oil; antimicrobial activity

鸢尾属于鸢尾科,约有 300 个种,广泛的分布于世界各地^[1]。据报道巴基斯坦有 16 个种^[2-3],印度有 12 个种^[4],埃及有 3 个种^[5],土耳其有 37 个种^[6],中国约有 60 个种及 13 个变种,主要分布在西南、西北和东北地区^[7],其中秦岭山脉有 6 个种及 1 个变种^[8]。该属植物在全世界被广泛作为传统的民间药物,用来治疗多种疾病,例如:癌症、炎症、细菌和病毒感染^[9-10]。目前,从鸢尾属分离得到的化合物具有抗肿瘤、抗氧化、抗疟原虫和抗结核等作用^[11-13]。从鸢尾属已分离得到多种化合物,主要包括黄酮类化合物及其糖苷、异黄酮类化合物及其糖苷、苯醌类化合物、三萜类化合物及其皂苷^[14-16]。其中异黄酮类化合物是该属提取分离得到的最重要的化合物,三萜类化合物是另一类重要的化合物,它们都具有显著的生物活性。作者采用 GC-MS 技术分析了新鲜的和自然陈化的香根鸢尾(*Iris pallida* Lam.)根茎挥发油的化学组成,确定了各种成分的化学结构与 GC 含量,同时采用滤纸片琼脂平板扩散法与微量肉汤稀释法对 3 种真菌和 12 种细菌(包括 7 种临床致病菌)进行了挥发油的药敏实验,旨在为系统开发香根鸢尾植物资源在食品、医药等领域的应用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

1.1.1 植物材料 2005 年 8 月自云南寻甸县同一种植场选取新鲜和在通风、冷藏等条件下自然已陈化 3 年的香根鸢尾根茎,由云南大学生命科学学院马绍宾教授鉴定为香根鸢尾。

1.1.2 供试菌种 标准菌株:大肠杆菌(*Escherichia coli*)、伤寒沙门氏菌(*Salmonella typhi*)、普通变形杆菌(*Proteus vulgaris*)、枯草芽孢杆菌(*Bacillus subtilis*)、金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)、异常汉逊酵母(*Hansenula anomala*)、假丝酵母(*Candida sp.*)、啤酒酵母(*Saccharomyces cerevisiae*)。临床致病菌株:腐生葡萄球菌(*S. saprophyticus*)、粪肠球菌(*Enterococcus faecalis*)、肺炎克雷伯氏菌(*Klebsiella pneumoniae*)、弗劳地枸橼酸杆菌(*Citrobacter freundii*)、阴沟肠杆菌(*Enterobacter cloacae*)、大肠埃希氏菌(*E. coli*)、奇异变形杆菌(*Proteus mirabilis*)。以上菌种由云南大学生命科学学院张汉波副教授提供。

1.1.3 实验仪器 Thermo Finnngon Trace GC + Trace MS^{plus} 型气相色谱-质谱联用仪,美国 Thermo Finnngon 公司; DZF-6050 型真空干燥箱,上海精宏实验设备有限公司;莱利达 H2-9211K 恒温振荡器,太仓市科教器材厂;GNP-9080 型隔水式恒温培养箱,上海精宏实验设备有限公司;手提式压力蒸汽灭菌器,上海华线医用仪器公司。

1.1.4 实验试剂 酵母提取物、蛋白胨、琼脂粉、左旋氧氟沙星、NaCl、无水 Na₂SO₄,均为国产分析纯;正烷烃内标为国产色谱纯。

1.2 实验方法

1.2.1 挥发油提取 将阴干的新鲜香根鸢尾根茎和自然陈化的香根鸢尾根茎分别粉碎成粉末状,分别取 100 g 放入 500 mL 圆底烧瓶中,用电热套加热;装置的另一端为盛 25 mL 二氯甲烷的 100 mL 圆底烧瓶,在 60 °C 下水浴加热,同时蒸馏萃取 3 h。二氯甲烷萃取液用无水硫酸钠干燥,置于 4 °C 过夜,过滤,滤液倒入浓缩瓶中用 Vigreux 柱浓缩至约 1 mL,冰箱保存,供试。

1.2.2 GC-MS 仪器及分析条件 色谱条件:色谱柱(DB-5,30 m × 0.25 mm × 0.25 μm)进行分析。载气为氦气,流速 1 mL/min;柱温从 50 °C 以 3 °C/min 升温至 250 °C,然后保持 2 min;汽化室温度为 220 °C;进样量 1 μL,分流比 40:1。

质谱条件:离子源为 EI 源,离子源温度为 200 °C;溶剂延迟 2 min,质量范围为 50 ~ 500 u。采用美国 NIST'98 数据库和挥发性成分的 GC-MS 定性谱库对其进行定性定量分析^[16]。挥发油成分 GC 含量的确定为面积归一化法。

1.2.3 抗菌抑菌药敏实验 抑菌圈的直径(DD)值的测定:本实验采用滤纸片琼脂平板扩散法进行挥发油抑菌圈 DD 值的测定^[17-18]。检测样品量为 3.00 mg/盘,每个菌种重复 6 次测定,结果取平均值。以左旋氧氟沙星为阳性对照。最低抑菌浓度(MIC)和最低杀菌浓度(MBC)的测定:采用微量肉汤稀释法进行 MIC 和 MBC 的测定^[17-18]。检测样品量为 5.00 μg/盘,每种菌的各个稀释度在同一块 96 孔板上设 3 个平行组,实验重复 2 次。以左旋氧氟沙星为阳性对照。

2 结果与讨论

2.1 香根鸢尾挥发油的化学成分

新鲜的和自然陈化的香根鸢尾精油 GC 含量分别为 0.15% 和 0.23%,新鲜鸢尾精油为淡黄色,自然陈化鸢尾精油为棕黄色,室温下均为膏状凝固态。通过各组分的质谱碎片解离规律以及与美国 NIST'98 数据库分析,确定了鸢尾精油挥发性成分主要组分的化学结构与 GC 含量,结果见表 1。

表 1 香根鸢尾精油鉴定的成分及其 GC 含量

Table 1 Chemical constituents identified in the essential oil of *I. pallida* and their GC content

序号 No.	保留时间/min retention time	化合物 compounds	GC 含量 ¹⁾ / % GC content	
			A	B
1	3.44	3-甲基-2-丁醛 2-butanal,3-methyl-	—	0.01
2	5.51	6-甲基-2-庚酮 2-heptanone,6-methyl-	0.02	0.01
3	6.64	α-蒎烯 α-pinene	0.39	0.13
4	10.56	辛酸乙酯 octanoic acid ethyl ester	—	0.23
5	11.70	4-甲基-2-己酮 2-hexanone,4-methyl-	0.26	0.25
6	11.84	2-甲基-1,3-环庚二烯 2-methyl-1,3-cycloheptadiene	0.11	—
7	11.92	2-乙炔基-2-丁烯醛 2-butenal,2-ethenyl-	0.57	0.02
8	11.94	(1,1-二甲基乙基)-3-甲基苯 benzene,(1,1-dimethylethyl)-3-methyl-	—	0.22
9	13.68	n-癸酸 n-decanoic acid	—	1.31
10	13.97	癸酸乙酯 decanoic acid ethyl ester	—	0.88
11	14.05	(E)-2-壬烯醛 2-nonenal,(E)-	0.20	0.12
12	14.18	2-甲基-Z-4-十四烯 Z-4-tetradecene,2-methyl-	—	0.10
13	14.96	辛酸 octanoic acid	2.44	—
14	15.32	1-戊基-2-丙基环戊烷 cyclopentane,1-pentyl-2-propyl-	—	0.03
15	15.39	庚酸 heptanoic acid	7.91	—
16	15.58	1-(4-羟基-3-甲氧苯基)乙酮 ethanone,1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)	—	0.42
17	15.77	3-甲基丁酸 butanoic acid,3-methyl-	12.20	0.06
18	15.99	2,4-双(1,1-二甲基乙基)苯酚 phenol,2,4-bis(1,1-dimethylethyl)	—	0.14
19	16.07	己酸 hexanoic acid	15.33	5.14
20	16.16	10-甲基十一酸甲酯 undecanoic acid,10-methyl-,methyl ester	—	0.15
21	16.60	6-甲基-α-紫罗兰酮 α-ionone,6-methyl-	—	1.39
22	17.40	十二酸 dodecanoic acid	—	6.41
23	17.67	十二酸乙酯 dodecanoic acid ethyl ester	—	4.09
24	19.27	4-羟基-2-甲基苯乙酮 4-hydroxy-2-methylacetophenone	0.18	—
25	19.51	十三酸乙酯 ethyl tridecanoate	—	0.05
26	20.05	十四酸甲酯 methyl tetradecanoate	—	0.46
27	21.24	戊酸 pentanoic acid	9.29	—
28	21.30	十四酸乙酯 tetradecanoic acid, ethyl ester	—	10.42
29	22.18	Z-6-壬烯醛 Z-6-nonenal	0.32	—
30	22.39	邻苯二甲酸二丁酯 dibutyl phthalate	—	0.18
31	22.40	十四醛 tetradecanal	0.62	0.23
32	23.14	14-甲基十五酸甲酯 pentadecanoic acid,14-methyl-,methyl ester	—	0.28
33	23.80	十六酸 n-hexadecanoic acid	—	4.44
34	24.09	十六酸乙酯 hexadecanoic acid ethyl ester	—	3.13
35	24.80	2',4'-二羟基-3'-甲基苯乙酮 2',4'-dihydroxy-3'-methylacetophenone	1.04	—

(续表)

序号 No.	保留时间/min retention time	化合物 compounds	GC 含量 ¹⁾ / % GC content	
			A	B
36	25.50	8-十八烯酸甲酯 8-octadecenoic acid methyl ester	0.02	0.10
37	25.68	十八酸 octadecanoic acid	—	0.27
38	26.03	(Z,Z)-9,12-十八碳二烯酸 9,12-octadecadienoic acid (Z,Z)-	0.07	7.67
39	26.21	亚油酸乙酯 linoleic acid ethyl ester	0.41	3.87
40	26.27	油酸乙酯 ethyl oleate	0.12	2.85
41	26.36	α -紫罗兰酮 α -ionone	0.19	0.02
42	26.53	十八酸乙酯 octadecanoic acid ethyl ester	0.23	0.44
43	26.80	(Z)-9,17-十八碳二烯醛 9,17-octadecadienal, (Z)-	0.01	0.27
44	27.13	菜油甾醇 campesterol	—	0.22
45	27.49	3-甲基戊酸 3-methyl pentanoic acid	7.25	—
46	27.70	1,3-丁二烯基-2-哌啶酮 <i>n</i> -1,3-butadienyl-2-piperidone	0.36	0.02
47	29.39	5,22-豆甾二烯-3-醇 stigmasta-5,22-dien-3-ol	—	0.14
48	29.42	豆甾醇 stigmasterol	—	0.21
49	30.20	2-甲基-1-甲基乙烯基环庚烷 cycloheptane,2-methyl-1-methylethenyl	—	0.15
50	32.64	谷甾醇 γ -sitosterol	—	0.78
51	34.41	十四酸 tetradecanoic acid	31.77	28.02
52	34.80	角鲨烯 squalene	—	0.29
53	36.76	邻苯二甲酸-(2-乙基己基)酯 bis(2-ethylhexyl) phthalate	0.78	0.01

1): A 为新鲜鸢尾成分 the compounds of fresh iris; B 为自然陈化鸢尾成分 compounds of naturally aged iris

由表 1 可知,新鲜香根鸢尾挥发油共鉴定出 26 种成分,占总峰面积的 92.09%,主要成分:十四酸(31.77%)、己酸(15.33%)、3-甲基丁酸(12.20%)、戊酸(9.29%)、庚酸(7.91%)、3-甲基戊酸(7.25%)、辛酸(2.44%)、2',4'-二羟基-3'-甲基苯乙酮(1.04%)。在鉴定的 26 种化合物中,以挥发油总量计,醛类化合物 5 个,占 1.72%;酮类化合物 6 个,占 2.05%;烃类化合物 2 个,占 0.5%;酸类化合物 8 个,占 86.26%;酯类化合物 5 个,占 1.56%。自然陈化香根鸢尾挥发油共鉴定出 45 种成分,占总峰面积的 85.63%,主要成分:十四酸(28.02%)、十四酸乙酯(10.42%)、(Z,Z)-9,12-十八碳二烯酸(7.67%)、十二酸(6.41%)、己酸(5.14%)、十六酸(4.44%)、十二酸乙酯(4.09%)、亚油酸乙酯(3.87%)、十六酸乙酯(3.13%)、油酸乙酯(2.85%)、6-甲基- α -紫罗兰酮(1.39%)、*n*-癸酸(1.31%)。在鉴定的 45 种化合物中,以挥发油总量计,醛类化合物 5 个,占 0.65%;酮类化合物 6 个,占 2.11%;烃类化合物 6 个,占 0.92%;酸类化合物 8 个,占 53.32%;酯类化合物 15 个,占 27.14%;醇类化合物 4 个,占 1.35%;酚类化合物 1 个,占 0.14%。自然陈化香根鸢尾挥发油的化学成分与新鲜鸢尾挥发油相比较存在着较大差异,主要体现在新鲜香根鸢尾挥发油中未鉴定出鸢尾特征香味成分 6-甲基- α -紫罗兰酮(鸢尾酮),而在自然陈化香根鸢尾挥发油中鉴定出这一特征香味成分,这与文献[19]报道相符。

2.2 香根鸢尾挥发油的体外抗菌杀菌作用

抑菌杀菌实验结果表明,无论是新鲜香根鸢尾挥发油还是自然陈化香根鸢尾挥发油对所检测 15 种微生物的生长在一定的范围内具有杀菌能力,且 MIC、MBC 值与抑菌圈 DD 值一致(见表 2)。

从表 2 可知,新鲜香根鸢尾挥发油对 15 种抑菌杀菌作用较自然陈化香根鸢尾挥发油的抑菌杀菌作用弱;枯草芽孢杆菌对两种挥发油和左旋氧氟沙星都很敏感;新鲜香根鸢尾挥发油对大肠杆菌的抑菌和杀菌活性最强, MIC、MBC 分别为 0.25 和 0.35 g/L,其次是枯草芽孢杆菌、金黄色葡萄球菌和腐生葡萄球菌,对 3 种酵母有中等强度抑菌杀菌能力,而普通变形杆菌、大肠埃希氏菌、粪肠球菌、大肠杆菌、弗劳地枸橼酸杆菌和奇异变性杆菌则仅仅表现为弱抑菌性,在实验最高浓度时新鲜鸢尾挥发油对沙门氏菌和肺炎克雷伯氏菌无抑制作用;自然陈化香根鸢尾挥发油对枯草芽孢杆菌的抑菌和杀菌活性最强, MIC、MBC 分别为 0.05 和 0.08 g/L,其次是金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、普通变形杆菌和粪肠球菌,对 3 种酵母有中等偏强的强度抑菌杀菌能力,而弗劳地枸橼酸杆菌、阴沟肠杆菌、腐生葡萄球菌、大肠埃希氏

菌、和奇异变性杆菌则仅仅表现为弱抑菌性,在实验最高浓度时新鲜鸢尾挥发油对肺炎克雷伯氏菌无抑制作用。

表2 香根鸢尾挥发油的抗菌杀菌作用¹⁾Table 2 Antimicrobial activity of essential oils of *I. pallida*

菌株 microbial strains	新鲜鸢尾挥发油 essential oil (fresh iris)			陈化鸢尾挥发油 essential oil (naturally aged iris)			左旋氧氟沙星 levofloxacin		
	DD/ mm	MIC/ (g·L ⁻¹)	MBC/ (g·L ⁻¹)	DD/ mm	MIC/ (mg·L ⁻¹)	MBC/ (mg·L ⁻¹)	DD/ mm	MIC/ (mg·L ⁻¹)	MBC/ (mg·L ⁻¹)
标准菌株 standard strain									
枯草芽孢杆菌 <i>B. subtilis</i>	20	0.45	0.48	28	0.05	0.08	38	0.48	0.46
金黄色葡萄球菌 <i>S. aureus</i>	13	1.86	1.86	18	0.21	0.25	40	0.24	0.24
沙门氏菌 <i>S. typhi</i>	NA	NA	NA	15	1.32	1.08	30	1.85	1.85
大肠杆菌 <i>E. coli</i>	25	0.23	0.35	18	0.24	0.86	28	3.95	3.95
普通变形杆菌 <i>P. vulgaris</i>	4	20	20	11	2	0.25	40	0.21	0.21
啤酒酵母 <i>S. cerevisiae</i>	15	1.23	11	20	0.21	0.83	—	—	—
异常汉逊酵母 <i>H. anomala</i>	10	5	4	15	1.08	1.21	—	—	—
假丝酵母 <i>Candida sp.</i>	8.5	5	18	7	8	20	—	—	—
临床致病菌株 Pathogenic strains									
肺炎克雷伯氏菌 <i>K. pneumoniae</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	41	0.13	0.88
弗劳地枸橼酸杆菌 <i>C. freundii</i>	11	5	20	12	3	20	18	30.5	30.5
阴沟肠杆菌 <i>E. cloacae</i>	7	7.85	20	8	2	18	22	7.58	7.58
大肠埃希氏菌 <i>E. coli</i>	3	25	22	15	2	12	33	1.93	1.93
腐生葡萄球菌 <i>S. saprophyticus</i>	18	1.34	1.23	10	4.25	22.5	25	7.58	62.5
粪肠球菌 <i>E. faecalis</i>	7	8.32	22.5	6	0.48	1.25	30	3.91	3.91
奇异变性杆菌 <i>P. mirabilis</i>	8	9	NA	11	11	NA	20	32.5	63.5

1) NA:表示无活性 noneffective

3 结论

3.1 利用 GC-MS 技术分析了香根鸢尾挥发油的化学组成,确定各种成分的化学结构与 GC 含量,新鲜鸢尾挥发油共鉴定出 26 种成分,占总峰面积的 92.09%,主要由醛类、酮类、酸类、酯类等化合物组成,自然陈化年鸢尾挥发油共鉴定出 45 种成分,占总峰面积的 85.63%,主要由醛类、酮类、酸类、酯类、醇类、酚类等化合物组成,并且自然陈化香根鸢尾挥发油的化学成分与新鲜鸢尾挥发油相比较存在着较大差异,主要体现在新鲜香根鸢尾挥发油中未检测出鸢尾特征香味成分 6-甲基- α -紫罗兰酮(鸢尾酮),而在自然陈化香根鸢尾挥发油中检测出这一特征香味成分。

3.2 采用滤纸片琼脂平板扩散法与微量肉汤稀释法进行挥发油的药敏实验表明新鲜鸢尾挥发油对大部分微生物均具有很好的抗菌作用,其最低抑菌浓度(MIC)为 0.25 g/L,最低杀菌浓度(MBC)为 0.35 g/L,自然陈化 3 年鸢尾挥发油对大部分微生物均具有很好的抗菌作用,MIC 为 0.05 g/L,MBC 为 0.08 g/L,通过香根鸢尾挥发油对某些致病菌有较强杀菌活性说明了它是一类潜在的抗菌药物,可作为天然抗菌药物开发的一种来源。

参考文献:

- [1] MAHMOOD U, KAUL V K, JIROVETZ L. Alkylated benzoquinones from *Iris kumaonensis*[J]. *Phytochemistry*, 2002, 61: 923-926.
- [2] The Wealth of India 1959. A Dictionary of Indian Raw Materials and Industrial Products[M]. New Delhi: Council of Scientific and Industrial Research, 1959: 254-256.
- [3] ALI S I, MATHEW B. Flora of Pakistan[M]. ALI S I, QAISER M. Pakistan; Department of Botany, University of Karachi, 1993, 202: 4-29.
- [4] BHATTACHARJEE S K. Handbook of Medicinal Plants[M]. JAIPUR. India: Pointer Publisher, 1998: 192-193.
- [5] HADIDI E I, FAYED A A. Taecholmia Giza 12613[M]. Egypt: Cairo University Herbarium, 1998, 15: 189.
- [6] DAVIS P H. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, VIII[M]. Edinburgh: University Press, 1984: 382.
- [7] QIN M J, XU L S, TANAKA T, et al. A preliminary study on the distribution pattern of isoflavones in rhizomes of *Iris* from China and its

- systematic significance[J]. *Acta Phyto Sinica*, 2000,38:343-349.
- [8] 中国科学院西北研究所. 秦岭植物志·第一卷·种子植物·第一册[M]. 北京:科学出版社, 1976:385-386.
- [9] ATTA-UR-RAHMN M, CHOUDHARY M I, NUR-E-ALAM M, et al. Two new quinones from *Iris bungei*[J]. *Chem Pharm Bull*, 2002,48:738-739.
- [10] ATTA-UR-RAHMAN M, NASIM S, CHOUDHARY M I, et al. Anti-inflammatory isoflavonoids from the rhizomes of *Iris germanica*[J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 2003,86:177-180.
- [11] ITO H, MIYAKE Y, YOSHIDA T. New piscicidal triterpenes from *Iris germanica*[J]. *Chem Pharm Bul*, 1995,43:1260-1262.
- [12] MIYAKE Y, ITO H, YOSHIDA T. Identification of iridals as piscicidal components of iridaceous plants and their conformations associated with CD spectra[J]. *Can J Chem*, 1997,75:734-741.
- [13] BONFILS J P, PINGUET F, CULINE S, et al. Cytotoxicity of iridals, triterpenoids from *Iris*, on human tumor cell lines A2780 and K562[J]. *Planta Med*, 2001,67:79-82.
- [14] KALLA A K, BHAN M K, DHAR K L. A new isoflavone from *Iris kumaonensis*[J]. *Phytochemistry*, 1978,17:1441-1442.
- [15] HANAWA F, TAHARA S, MIZUTANI J. Isoflavonoids produced by *Iris pseudacorus* leaves treated with cupric chloride[J]. *Phytochemistry*, 1991,30:157-163.
- [16] ADAMS R P. Identification of Essential Oils Components by Gas Chromatography/Mass Spectroscopy [M]. Illinois: Allured Publishing Corporation, 2001.
- [17] YU J Q, LEI J C, YU H D, et al. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Scutellaria barbata* [J]. *Phytochemistry*, 2004,65:881-884.
- [18] ZHU S Y, YANG Y, YU H D, et al. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of *Chrysanthemum indicum*[J]. *J Ethnopharmacol*, 2005,96:151-158.
- [19] COURTOIS D, EHRET C, FIRMIN L M M. Process for the production of irones by maturation of *Iris rhizomes* with two bacterial strains[J]. *Phytochemistry*, 1993,34(5):131-1315.

下 期 要 目

尾巨桉与马占相思 P-RC APMP 工艺制浆性能比较

海松酸型树脂酸生物活性及应用研究进展(综述)

燕麦木聚糖选择性吸附分离内切木聚糖酶

尾巨桉树皮高品位资源化利用的 Py-GC-MS 分析

羧甲基纤维素凝胶对乙草胺的控制释放研究

松仁多糖化学结构的初步分析

复合变性淀粉的理化性质及结构分析与表征

交让木属植物中生物碱类化合物的研究进展(综述)

李子果肉单宁的结构及其抗氧化能力

制浆黑液固形物与工业木质素热解液化产物分析

生漆精制过程对漆液流变性的影响研究

微波协同大孔树脂催化合成肉桂酸异丙酯的研究

木材液化产物制备热塑性树脂的研究

七叶莲总皂苷定量分析方法及其提取工艺研究

土耳其楡子化学成分及抑菌活性的研究

超声波辅助提取盾叶薯蓣皂苷元的工艺研究

麦秸秆醋液的成分分析及抑菌性能研究

应用生物活性追踪法对香椿抗氧化活性的研究

三球悬铃木树皮的酚类化学成分研究(英文)

酸性离子液体催化合成乙酸龙脑酯

固体核磁共振对低甲醛释放脲醛树脂化学结构的研究

超滤法处理杨木自催化乙醇法蒸煮废液的研究

石墨炉原子吸收光谱法测定 2,3,4,4'-四羟基二苯甲酮

中痕量铁

木聚糖酶法制木二糖和木三糖的纯化及结构表征

固体磺酸催化蒎烯直接水合制松油醇的过程调控研究