

# 药食两用植物茼蒿化学成分及生物活性研究进展

万春鹏, 刘琼, 张新龙, 范淑英

(江西农业大学农学院, 江西南昌 330045)

**摘要:** 茼蒿 (*Chrysanthemum coronarium* L.) 是一种菊科 (Compositae) 茼蒿属 (*Chrysanthemum*) 药食两用植物, 目前对其化学成分分离、鉴定及生物活性研究报道较多。化学成分研究结果表明茼蒿中主要含有黄酮、酚酸、倍半萜内酯、单萜烯、二萜、甘油二酯糖苷、生物碱、植物甾醇、杂环化合物、聚乙炔类化合物和挥发油等多种类型化合物。其中黄酮类和酚酸类活性成分为茼蒿中主要的化学成分, 它们广泛存在于菊科植物中。茼蒿具有多种生物活性, 包括镇咳祛痰、植物化感作用、杀线虫、抗肿瘤、抗氧化和清除自由基、昆虫拒食、护肝和抗菌等。黄酮和酚酸类成分是茼蒿发挥植物化感作用和抗氧化作用的物质基础; 聚乙炔类化合物和挥发油是茼蒿发挥昆虫拒食和抗菌作用的活性物质; 萜类化合物尤其是倍半萜内酯则是茼蒿抗肿瘤和抗菌活性成分。

**关键词:** 茼蒿; 化学成分; 生物活性; 黄酮

文章编号: 1673-9078(2014)10-282-288

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2014.10.047

## A Review of the Chemical Composition and Biological Activities of the Edible and Medicinal Plant *Chrysanthemum coronarium* L.

WAN Chun-peng, LIU Qiong, ZHANG Xin-long, FAN Shu-ying

(Agricultural School, Jiangxi Agricultural University, Nanchang, Jiangxi 330045, China)

**Abstract:** *Chrysanthemum coronarium* L., genus *Chrysanthemum*, family Compositae, is an edible and medicinal plant. Many recent academic reports have described the separation and identification of its chemical components and biological activities. Chemical component analyses have revealed that the plant mainly contains flavonoids, phenolic acids, sesquiterpene lactones, monoterpenes, diterpene, glycosyl diglycerides, alkaloids, phytosterols, heterocyclic compounds, polyacetylenes, and volatile oils. Active components such as flavonoids and polyphenols are the main chemical components of *C. coronarium* L., and are widely found in Compositae family. *C. coronarium* L. shows various biological activities, including the elimination of phlegm; plant allelopathy; and nematocidal, anti-tumor, antioxidant, free-radical scavenging, insect anti-feedant, hepatic protection, and antimicrobial activities. Flavonoids and phenolic acids show plant allelopathy and antioxidant activities; polyacetylenes and volatile oils show insect anti-feedant and anti-microbial activities; and terpenes, especially sesquiterpene lactone, exhibit anti-tumor and anti-microbial activities.

**Key words:** *Chrysanthemum coronarium* L.; chemical components; biological activities; flavonoids

茼蒿 (*Chrysanthemum coronarium* L.) 是菊科 (compositae) 茼蒿属 (*Chrysanthemum*) 一年或二年生草本植物, 又名: 同蒿, 蓬蒿, 蒿菜、塘蒿、蒿子杆、蒿子等, 因它的花形状似野菊花, 所以又名菊花菜。茼蒿在我国主要分布在安徽、福建、广东、广西、广州、海南、河北、湖南、吉林、山东省等地方。茼蒿茎叶嫩时可作为蔬菜食用, 晒干亦可入药, 是一种

收稿日期: 2014-05-13

基金项目: 国家自然科学基金项目 (31360487); 江西省自然科学基金项目 (20132BAB204016)

作者简介: 万春鹏(1983-), 男, 博士, 助理研究员, 研究方向为天然产物化学

通讯作者: 范淑英(1963-), 女, 教授, 研究方向为蔬菜栽培生态与环境调控研究

常用的药食两用植物。据《中药大辞典》记载, 茼蒿性味甘、辛、平, 无毒, 有“和脾胃、消痰饮、安心神”之功效, 主治脾胃不和, 二便不通, 咳嗽痰多, 烦躁不安等症。

目前各国学者对茼蒿的化学成分分离、结构鉴定及生物活性研究报道较多。化学成分研究表明, 茼蒿中主要含有黄酮、酚酸、倍半萜内酯、二萜、甘油二酯糖苷、生物碱、植物甾醇、杂环化合物、聚乙炔类化合物和挥发油类化合物, 其中黄酮类和酚酸类成分为茼蒿的主要活性成分, 黄酮类化合物是广泛存在于菊科植物中的二级代谢产物, 具有多种生物活性, 尤其是其具有植物化感作用, 在多种作物、瓜果等种植中具有广泛的应用。为了进一步研究与开发茼蒿这一植物资源, 本文对其化学成分及生物活性研究进展进

行综述。

## 1 化学成分研究

### 1.1 营养成分

茼蒿营养丰富,含有碳水化合物、蛋白质、脂肪、矿物质、维生素和胡萝卜素等多种营养成分,具有重要的营养价值和保健功能。研究表明<sup>[1]</sup>茼蒿中的维生

素主要有维生素 A、维生素 B1、维生素 B2、烟酸、维生素 C 和维生素 E;矿物质主要含有 K、Na、Ca、Mg、Fe、Mn、Zn、Cu、P 和微量的 Se 等 10 种矿物质元素。据中国食物成分表(2010 版)记载,茼蒿中碳水化合物含量为 27 g/kg,蛋白质含量为 19 g/kg,脂肪含量为 3 g/kg,膳食纤维含量为 12 g/Kg,矿物质和维生素含量(mg/kg)见表 1 和 2。

表 1 茼蒿中矿物质含量

Table 1 Mineral contents of *C. coronarium* L.

矿物质元素	K	Na	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	P	Ca	Se
含量/(mg/kg)	2200	1613	200	25	2.8	3.5	0.6	360	730	0.006

表 2 茼蒿中维生素含量

Table 2 Vitamin contents of *C. coronarium* L.

维生素	Vitamin A	Vitamin B1	Vitamin B2	烟酸	Vitamin E	Vitamin C
含量/(mg/kg)	2520	0.4	0.9	6.0	9.2	180

### 1.2 黄酮类

黄酮类成分为茼蒿的主要活性成分,茼蒿中黄酮类成分的提取方法主要有回流法提取、超声波辅助提取和微波辅助提取,不同的提取方法对茼蒿黄酮含量的影响较大。王丽芳等<sup>[2]</sup>优化了茼蒿黄酮类成分的回流提取工艺,发现乙醇浓度和提取温度对黄酮得率影响最大,得出最佳提取条件为乙醇浓度为55%,提取温度为95℃,萃取时间为2h,固液比为1:8,在此提取条件下黄酮得率最高。张金凤等<sup>[3,4]</sup>采用响应面优化方法也研究了茼蒿黄酮类成分的最佳超声波辅助提取工艺,得出在料液比1:31、乙醇体积分数63%、提取时间60min和提取温度53℃条件下黄酮得率最高;他们又进一步优化了茼蒿黄酮的最佳微波辅助提取工艺,在中低档微波功率、乙醇体积分数60%、提取时间2min的条件下提取效果最佳,黄酮得率为3.19%。微波辅助提取法提取茼蒿中总黄酮类物质可大大缩短提取时间,60%左右的乙醇为茼蒿黄酮的最佳提取溶剂。

Tom等<sup>[5]</sup>就从茼蒿的花序中检测出槲皮素-7-O-葡萄糖苷(1)、quercetagenin(2)、木犀草素(3)和少量的山奈酚糖苷(4);2007年Lamyaa等<sup>[6]</sup>又从茼蒿地上部分分离鉴定了九个黄酮类成分,分别为槲皮素(5)、槲皮苷(6)、山奈酚(7)、阿福豆苷(4)、木犀草素(3)、木犀草素-7-O-葡萄糖苷(8)、芹菜素(9)、芹菜素-7-O-葡萄糖苷(10)和柚皮素-7-O-葡萄糖苷(11)。

### 1.3 酚酸类

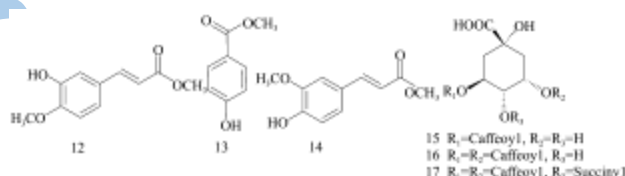


图 2 茼蒿中酚酸类成分化学结构

Fig.2 Chemical structures of phenolic acids isolated from *C. coronarium* L.

酚酸是广泛存在于茼蒿中的另一类生物活性成分。1984年日本学者Mahahiro等<sup>[7]</sup>从茼蒿中检测到两个酚酸类化合物,分别为异阿魏酸(12)和对羟基苯甲酸甲酯(13),另外茼蒿中还含有阿魏酸甲酯(14)<sup>[8]</sup>;Chuda等<sup>[9-10]</sup>又分离鉴定了茼蒿中的三个具有抗氧化活性的奎宁酸类衍生物,包括绿原酸(15)、异绿原酸(16)和3,5-二咖啡酰,4-琥珀酰奎宁酸(17);这三种酚酸类成分在茼蒿的嫩叶中含量最高,茎中含量较低。并且它们在烹调过程中极易损失,在水中加热5分钟后损失率超过50%以上。

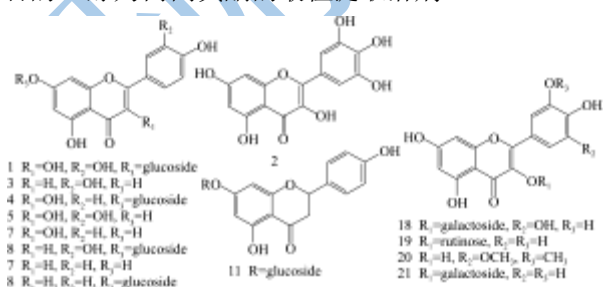


图 1 茼蒿中黄酮类成分化学结构

Fig.1 Chemical structures of flavonoids isolated from *C. coronarium* L.

有关茼蒿中黄酮类成分的分离鉴定,早在1960年

### 1.4 萜类化合物

茼蒿中的萜类成分主要有倍半萜内酯, 单萜烯, 二萜等类型, 目前从茼蒿中分离鉴定出十几个萜类成分。茼蒿中的倍半萜内酯成分包括愈创木内脂型、除虫菊内酯型、桉烷内酯型、Dihydrochrysanolide 型四种类型。1984年 Sawsan 等<sup>[11]</sup>和 Sanz 等<sup>[12]</sup>从茼蒿花序中分离到三个愈创木内脂型倍半萜内酯 Dihydrocumambrin A(22), Cumambrin A(23), Zuurbergenin(24); 2003年 Kyung 等<sup>[13]</sup>又分离了四个具有细胞毒活性的愈创木内脂型倍半萜内酯, 分别为 Dihydrocumambrin A(22), Cumambrin A(23), Tigloylcumambrin B(25) 和 8 $\alpha$ -angeloyloxy-10 $\alpha$ -hydroxy-slov-3-en-6,12-olide(26); 以及三个除虫菊内酯型倍半萜, 分别为 Pyrethrosin(27), 1,10-epipyrethrosin(28)和 Tulinol(29), 它们对肺癌 A549 细胞系和结肠癌 HCT-15 细胞系具有很强的抑制作用<sup>[14]</sup>。2001年 Kyung 等<sup>[15]</sup>从茼蒿花序中还分离到了两个桉烷内酯型倍半萜内酯 Douglanine(30)和 Reynosin(31); 2002年 Kyung 等<sup>[16]</sup>又分离得到了三个 Dihydrochrysanolide 型倍半萜内酯 1-epi-Dihydrochrysanolide(32), Dihydrochrysanolide(33) 和 1 $\alpha$ -Hydroxy-desoxotamirin(34); Song 等<sup>[17]</sup>分离鉴定了一个单萜烯成分 8-hydroxylinalol 8-O- $\beta$ -D-glucopyranoside(35); 1998年 Consolacion 等<sup>[18]</sup>从茼蒿中分离鉴定了一个具有抗菌活性的二萜成分 kaurane-3 $\beta$ ,16 $\beta$ -diol(36)。

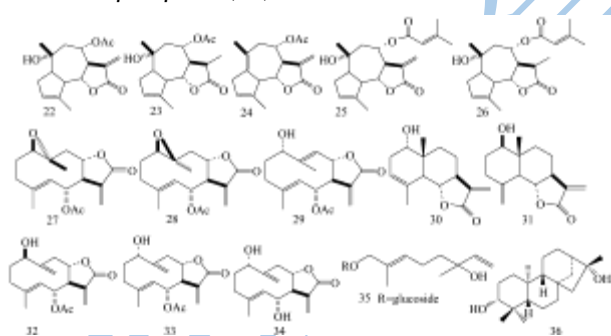


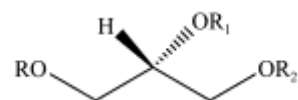
图3 茼蒿中萜类成分化学结构

Fig.3 Chemical structures of terpenoids isolated from *C. coronarium L.*

### 1.5 甘油二酯糖苷

甘油二酯糖苷是一类结构与磷脂相类似, 主链是甘油, 含有脂肪酸, 但不含磷酸及胆碱等的一类化合物, 糖类残基是通过糖苷键连接在 1,2-甘油二酯的 C-3 位上构成甘油二酯糖苷分子, 甘油二酯糖苷具有很好的抗炎活性。2009年 Song 等<sup>[19]</sup>从茼蒿地上部位分离了两个甘油二酯糖苷类化合物, 分别为 1-棕榈酰-2-亚麻酰-3-葡萄糖甘油酯(37)和 1,2-二亚麻酰-3-半乳糖

糖甘油酯(38)。



37 R=glucoside, R<sub>1</sub>=linolenoyl, R<sub>2</sub>=palmitoyl  
38 R=galatoside, R<sub>1</sub>=R<sub>2</sub>=linolenoyl

图4 茼蒿中甘油二酯糖苷类成分化学结构

Fig.4 Chemical structure of glycosyl diglycerides isolated from *C. coronarium L.*

### 1.6 生物碱

生物碱是存在于自然界中的一类含氮的碱性有机化合物, 具有广泛的生理活性。张冬冬等<sup>[20]</sup>研究表明茼蒿中含有喹啉类、吲哚类、甾体类生物碱; 茼蒿中其所含的喹啉生物碱具有抗心动过速、抗肿瘤化疗引起的白细胞减少、抗癌等多种活性; 吲哚类生物碱具催吐、祛痰、发汗等功效, 而甾体类生物碱具有降压、强心等作用。2008年 Song 等<sup>[8]</sup>从茼蒿地上部位分离了四个生物碱成分 Prunasin(39), Sambunigrin(40), Pterolactam(41)和腺苷酸(42), 这类生物碱类化合物具有抑制胆固醇酰基转移酶和低密度脂蛋白氧化等活性, 从而具有很好的降胆固醇作用。

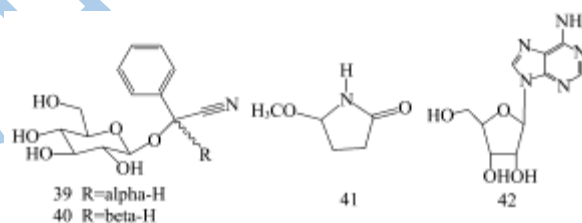


图5 茼蒿中生物碱类成分化学结构

Fig.5 Chemical structures of alkaloids isolated from *C. coronarium L.*

### 1.7 植物甾醇

植物甾醇可通过降低胆固醇, 预防和治疗冠状动脉粥样硬化, 减少心血管疾病的风险; 另外植物甾醇还可以抑制肿瘤血管形成而发挥抗肿瘤的作用。Choi 等<sup>[21]</sup>从茼蒿地上部位分离了一个具有抗血管生成的植物甾醇—菜油甾醇; 另外从茼蒿中还分离检测出豆甾醇<sup>[7]</sup>、 $\beta$ -谷甾醇<sup>[22]</sup>、胡萝卜苷<sup>[22-23]</sup>、Stigmast-4-en-6 $\beta$ -ol-3-one<sup>[22]</sup>, Stigmast-4-en-6 $\alpha$ -ol-3-one<sup>[22]</sup>。

### 1.8 杂环化合物

杂环化合物是分子中含有杂环结构的一类有机化合物, 构成环的原子除碳原子外, 还至少含有一个杂原子, 如氮原子、硫原子、氧原子等。日本学者 Mahahiro

等<sup>[7]</sup>从茼蒿中分离了两个具有抑制植物生长作用的含硫杂环化合物Chrycolide和Chrycorin; 2008年Song等<sup>[8]</sup>从茼蒿地上部位又分离了一个新的杂环化合物5,5'-Dibuthoxy-2,2'-bifuran。

### 1.9 聚乙炔类化合物

早在1979年Ferdinand等<sup>[24]</sup>就从茼蒿中分离到了一系列新的含硫乙炔类化合物; 1984年日本学者Mahahiro等<sup>[7]</sup>也分离了两个聚乙炔类化合物*cis-spiro enol ether*和*trans-spiro enol ether*; 后来Sanz等<sup>[12]</sup>又分离得到了11个乙炔类化合物(或含硫乙炔类化合物), 它们为Spiroacetals类似物。2005年Song等<sup>[22]</sup>又分离鉴定了一系列乙炔类化合物。

### 1.10 挥发油类化合物

挥发油又称精油, 是广泛存在于植物中的一类具有芳香气味、可随水蒸气蒸馏出来、与水不相混溶的挥发性油状成分的总称。挥发油多为混合物, 且组份复杂, 主要以萜类成分多见, 还含有小分子脂肪族化合物和芳香族化合物。李阳等<sup>[25]</sup>研究了茼蒿的挥发性成分, 采用顶空-固相微萃取技术(HS-SPME)对茼蒿中挥发性成分进行提取, 通过气质联用仪(GC-MS)对挥发性成分进行分析, 初步鉴定出茼蒿中有46种挥发性成分, 其中烯烃类有26种, 相对含量为35.8%; 萜类化合物有18种, 相对含量14.3%。陈宇等<sup>[26]</sup>也研究了茼蒿挥发油成分, 从中共检测出26个成分, 占挥发油总量的94.45%; 其中主要成分有2-乙氧基-3-氯代丁烷、四十烷、二甲基羟基甲苯、正十八烷、正二十烷、二苯胺、溴二十二烷、3, 7-二甲基-1-辛醇、3-甲基十七烷、1-氯十四烷、正十五烷。

## 2 生物活性研究

### 2.1 镇咳祛痰

历代中医古籍记载茼蒿能“消痰饮、利肠胃”, 表明茼蒿对痰饮咳嗽、痰多、脾胃不和等症状有较好的疗效。民间以鲜茼蒿煮水代茶饮, 治咳嗽痰多。现代动物实验研究表明<sup>[27]</sup>茼蒿提取液能明显延长氨水诱导的小鼠咳嗽潜伏期, 减少咳嗽次数, 表明茼蒿具有明显的镇咳作用。另外茼蒿还可促进小鼠气管的酚红排泄量(气管酚红法造模), 增加小鼠气管痰液分泌量, 提示其具有明显祛痰作用。

### 2.2 植物化感作用

茼蒿对多种植物均有化感作用。课题组前期研究

了茼蒿对西瓜的化感作用, 发现不同浓度的茼蒿(根、茎叶、花)水浸提液对西瓜种子萌发有较强的抑制作用, 随处理浓度升高, 抑制作用越强, 而且西瓜发芽势、发芽率、胚根鲜质量均低于对照组<sup>[28]</sup>; 进一步研究表明茼蒿(花、茎叶、根)水浸提液能提高西瓜幼苗POD、CAT、SOD活性, 降低MDA含量; 促进西瓜幼苗的生长; 且茎叶浸提液效果最强, 花浸提液效果最弱<sup>[29]</sup>; 茼蒿水提取物还能够抑制玉米和小麦种子发芽, 另外对两种杂草的生长有抑制作用。诸多研究表明多酚为植物化感作用的主要物质, 通过HPLC-MS测定了茼蒿水提取物中的化感物质主要为绿原酸(15), 二咖啡酰奎宁酸(16), 杨梅素-3-O-半乳糖苷(18), 芦丁(19), 木犀草素(3), 木犀草素-7-O-葡萄糖苷(8)和麦黄酮(20)<sup>[30]</sup>。

### 2.3 杀线虫

茼蒿甲醇提取物对南方根结线虫有杀虫活性, 并且茼蒿各萃取组分的杀虫活性强弱依次为水萃取组分>正丁醇萃取组分>三氯甲烷萃取组分>乙酸乙酯萃取组分>石油醚萃取组分<sup>[31]</sup>, 通过对水萃取组分柱层析分离得到了两个杀线虫活性成分, 鉴定为小白菊内酯和金丝桃甙(21)<sup>[32]</sup>。Meira等<sup>[33]</sup>进一步证实了茼蒿水提取物有很强的杀南方根结线虫活性, 成熟的开花期的茼蒿显示有杀虫活性, 且茎叶的活性强于花的活性。

### 2.4 抗肿瘤

茼蒿提取物有很强的抑制肿瘤细胞增殖的作用<sup>[34]</sup>。茼蒿中活性成分小白菊内酯对肿瘤转移有明显抑制作用<sup>[35]</sup>; 从茼蒿中分离的愈创木内脂型倍半萜内酯<sup>[13]</sup>-Cumambrin A(23), Tigloylcumambrin B(25), 除虫菊内酯型倍半萜<sup>[41]</sup>-Pyrethrosin(27), 1,10-epi-pyrethrosin(28)和Tulirinol(29), 它们对肺A549肿瘤细胞系、前列腺PC-3肿瘤细胞系和结肠HCT-15肿瘤细胞系具有很强的抑制作用, 其GI<sub>50</sub>(半数抑制浓度)浓度为1.6 μg/mL~5.3 μg/mL; Dihydrochrysanolide型<sup>[16]</sup>倍半萜内酯1-epi-Dihydrochrysanolide(32), Dihydrochrysanolide(33)和1α-Hydroxy-desoxotamirin(34)对上述三种癌细胞的GI<sub>50</sub>浓度为1.0 μg/mL~16.4 μg/mL; 茼蒿中的菜油甾醇可以抑制碱性成纤维细胞生长因子(bFGF)诱导的人脐静脉内皮细胞的增殖。

### 2.5 抗氧化和清除自由基

林丹英等<sup>[36]</sup>研究发现茼蒿总黄酮能清除羟基自由基, 具有较强的抗氧化活性; 茼蒿甲醇提取物还具有清除NO自由基和超氧化物歧化酶(SOD)样活性, 其

中茼蒿氯仿萃取物清除NO自由基活性最强, IC<sub>50</sub>为39 μg/mL, 从其氯仿萃取物中分离了一个植物甾醇胡萝卜苷, 胡萝卜苷清除NO自由基活性IC<sub>50</sub>为335 μg/mL, SOD样活性IC<sub>50</sub>为1291 μg/mL<sup>[23]</sup>。

## 2.6 昆虫拒食

研究发现茼蒿精油对小菜粉蝶幼虫 (*Pieris Rapae* L.) 有拒食活性, 通过GC-MS对精油中的有效馏份进行成分分析, 发现其主要活性成分为芳樟醇, 丁香酚, 苯酚, 对-甲苯酚等化合物<sup>[71]</sup>。聚乙炔类化合物cis-spiro enol ether和trans-spiro enol ether对家蚕具有明显的拒食作用<sup>[71]</sup>。

## 2.7 护肝和抗菌等活性

茼蒿中的新杂环化合物Dibuthoxy-2,2'-bifuran具有很强的抑制胆固醇酰基转移酶-1和胆固醇酰基转移酶-2活性, 其IC<sub>50</sub>分别为0.16 mM和0.19 mM; 阿魏酸甲酯可以抑制低密度脂蛋白(LDL)氧化, 其IC<sub>50</sub>为7.7 μM<sup>[8]</sup>。茼蒿中的二萜成分Kaurane-3β,16β-diol(36)对多种微生物有很好的抑菌活性, 包括金黄色葡萄球菌、枯草芽孢杆菌、大肠杆菌、铜绿假单胞菌、白色念珠菌和须毛癣菌<sup>[81]</sup>。茼蒿花序精油<sup>[81]</sup>对黄曲霉、腐霉菌、链格孢属菌、黑斑病菌、核盘菌和干朽菌等多种微生物有很强的抑菌作用, GC-MS分析茼蒿花序精油主要成分为蒎酮、α-蒎烯, β-蒎烯; 从茼蒿中分离的十几种倍半萜内酯也具有抗微生物活性<sup>[39]</sup>; 最近Karim等<sup>[30]</sup>也研究了茼蒿花序精油提取物的抗菌活性, 发现其对蜡芽孢杆菌和金黄色葡萄球菌等革兰氏阴性菌有效, 而对沙门氏菌和大肠杆菌等革兰氏阳性菌无抑菌活性, GC-MS分析其主要活性成分为cis-chrysanthenyl acetate (21.82%), trans-chrysanthenyl acetate(12.78%), (E)-β-金合欢烯(8.97%), 大根香叶烯-D(8.92%)和蒎酮(6.03%)。不同学者茼蒿精油的成分研究差别较大, 其抗菌活性也不一致, 可能与茼蒿的产地, 茼蒿的部位(茎叶、根、花), 采收的时期等不同有关。

## 3 结论

茼蒿是一种药食两用植物, 安全无毒, 易栽培, 且价格低廉, 具有使用安全和易于栽培等特点; 茼蒿作为蔬菜食用营养丰富, 富含矿物质K、Na和维生素A。茼蒿中化学成分结构种类繁多, 但酚酸和黄酮类成分为其主要的活性成分。尽管各国学者对茼蒿的化学成分及生物活性进行了大量卓有成效的研究, 尤其是在茼蒿抗肿瘤活性成分研究方面, 从中分离鉴定了一系列结构新颖和活性显著的倍半萜内酯类化合物, 从而

为今后开发茼蒿抗肿瘤创新药物的研究提供科学依据。但对茼蒿的其它生物活性研究还未深入, 例如茼蒿镇咳祛痰的活性成分及其机理研究还未见报道; 茼蒿的植物化感作用研究也仅局限于粗提物水平, 化感作用机理研究还未深入。作者前期研究了茼蒿提取物对西瓜的化感作用, 发现茼蒿提取物能抑制西瓜枯萎病菌的生长, 我们现阶段的研究重点是靶向分离、鉴定茼蒿中的抑菌活性成分及其抑菌作用机理。另外, 茼蒿不同使用部位(茎、叶、花和根等)的生物活性和化学成分的差异也需要进一步的研究; 继续深入茼蒿生物活性成分的研究将为进一步综合利用茼蒿资源提供科学依据。

## 参考文献

- [1] 阮海星, 俞红, 殷忠, 等. 茼蒿营养成分分析及评价[J]. 微量元素与健康研究, 2008, 25(2): 38-39  
RUAN Hai-xing, YU Hong, YIN Zhong, et al. Nutrition evaluation and analysis of garden chrysanthemum [J]. Studies of Trace Elements and Health, 2008, 25(2): 38-39
- [2] 王丽芳, 卢德勋, 丁国和. 菊科植物茼蒿有效成分提取工艺条件筛选[J]. 畜牧与饲料科学, 2012, 32(9): 141-142  
WANG Li-fang, LU Jian-xun, DING Guo-he. Screening of technical parameters for extracting effective components in chrysanthemum coronarium [J]. Animal Husbandry and Feed Science, 2012, 32(9): 141-142
- [3] 张金凤, 袁会领, 刘希斌, 等. 响应面法优化茼蒿中黄酮类物质的提取工艺[J]. 农业机械, 2012, 3: 128-131  
ZHANG Jin-feng, YUAN Hui-ling, LIU Xi-bin, et al. Optimize the extraction process of flavonoids of garden chrysanthemum response surface method [J]. Farm Machinery, 2012, 3: 128-131
- [4] 张金凤, 孔永奎, 邹学龙, 等. 基于微波提取法的茼蒿中黄酮类物质提取工艺优化[J]. 安徽农业科学, 2012, 39(32): 19765-19767  
ZHANG Jin-feng, KONG Yong-kui, ZHOU Xue-long, et al. Optimization of extraction of flavonoids from chrysanthemum coronarium l by microwave method [J]. Journal of Anhui Agri. Sci., 2012, 39(32): 19765-19767
- [5] Anyos T, Steelink C. Fluorescent petal constituents of *chrysanthemum coronarium* L [J]. Archives of Biochemistry and Biophysics, 1960, 90(1): 63-67
- [6] Ibrahim L F, El-Senousy W M, Hawas U W. NMR spectral analysis of flavonoids from *chrysanthemum coronarium* [J]. Chemistry of Natural Compounds, 2007, 43(6): 659-662
- [7] Mahahiro T, Kazuhiro C. Novel plant growth inhibitors and

- an insect antifeedant from chrysanthemum coronarium L [J]. Agric. Biol. Chem., 1984, 48: 1367-1369
- [8] Song M C, Yang H J, Jeong T S, et al. Heterocyclic compounds from chrysanthemum coronarium L. and their inhibitory activity on hACAT-1, hACAT-2, and LDL-oxidation [J]. Archives of Pharmacal Research, 2008, 31(5): 573-578
- [9] Chuda Y, Suzuki M, Nagata T, et al. Contents and cooking loss of three quinic acid derivatives from garland (chrysanthemum coronarium L.) [J]. J. Agri. Food. Chem., 1998, 46(4): 1437-1439
- [10] Chuda Y, Ono H, Ohnishi-Kameyama M, et al. Structural identification of two antioxidant quinic acid derivatives from garland (Chrysanthemum coronarium L.) [J]. J. Agri. Food. Chem., 1996, 44(8): 2037-2039
- [11] El-Masry S, Abou-Donia A H, Darwish F A, et al. Sesquiterpene lactones from chrysanthemum coronarium [J]. Phytochemistry, 1984, 23(12): 2953-2954
- [12] Sanz J F, Falcó E, Marco J A. New acetylenes from chrysanthemum coronarium L [J]. Liebigs Annalen der Chemie, 1990, 1990(3): 303-305
- [13] Lee K D, Park K, Kim H, et al. Cytotoxic activity and structural analogues of guaianolide derivatives from the flower of chrysanthemum coronarium L [J]. Agric. Chem. Biotechnol, 2003, 46(2): 29-32
- [14] Lee K D, Park K H, Ha T J, et al. Isolation of pyrethrosin derivatives from the flower of chrysanthemum coronarium L [J]. Agric. Chem. Biotechnol., 2003, 46(2): 76-79
- [15] Lee K, Ha T, Park K, et al. Isolation of eudesmanolides derivatives from the flower of chrysanthemum coronarium L [J]. Kor. J. Medicinal Crop Sci, 2001, 9: 269-274
- [16] Lee K D, Yang M S, Ha T J, et al. Isolation and identification of dihydrochrysanolide and its 1-epimer from chrysanthemum coronarium L [J]. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 2002, 66(4): 862-865
- [17] Song M C, Kim D H, Hong Y H, et al. Terpenes from the aerial parts of chrysanthemum coronarium L [J]. Agric. Chem. Biotechnol., 2003, 46(3): 118-121
- [18] Ragasa C Y, Natividad G M. An antimicrobial diterpene from chrysanthemum coronarium [J]. Kimica, 1998, 14(1): 17-20
- [19] Song M C, Yang H J, Lee D G, et al. Glycosyldiglycerides from the aerial parts of garland (Chrysanthemum coronarium) [J]. Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry, 2009, 52(1): 88-91
- [20] 张冬冬,林雨芳. 茼蒿中生物碱的定性定量[J]. 中医药信息, 2002, 19(2): 28-29
- ZHANG Dong-dong, LIN Yu-fang. Qualitative and quantitative analysis of alkaloids in garden chrysanthemum [J]. Information on Traditional Chinese Medicine, 2002, 19(2): 28-29
- [21] Choi J M, Lee E O, Lee H J, et al. Identification of campesterol from chrysanthemum coronarium L. and its antiangiogenic activities [J]. Phytotherapy Research, 2007, 21(10): 954-959
- [22] Song M C, Kim D H, Hong Y H, et al. Polyacetylenes and sterols from the aerial parts of chrysanthemum coronarium L. (Garland) [J]. Frontiers in Natural Product Chemistry, 2005, 1(1): 163-168
- [23] Cho M, Park M, Lee H. Nitrite Scavenging Ability and SOD-like activity of a sterol glucoside form chrysanthemum coronarium L. var. spatiosum [J]. Korean Journal of Food Science and Technology, 2007, 39: 77-82
- [24] Bohlmann F, Fritz U. Neue Irytosterole aus chrysanthemum coronarium [J]. Phytochemistry, 1979, 18(11): 1888-1889
- [25] 李阳, 胡建中, 乔宇, 等. 气相色谱-质谱联用分析茼蒿和藜蒿的挥发性成分[J]. 农产品加工, 2013, 10: 72-75
- LI Yang, HU Jian-zhong, QIAO Yu, et al. Volatile flavor compounds of chrysanthemum coronarium L. and artemisia selengensis by Gas chromatography-mass spectrometry [J]. Academic Periodical of Farm Products Processing, 2013, 10: 72-75.
- [26] 陈宇, 陈小勤, 许金河, 等. GC-MS 提取茼蒿中挥发油的工艺条件及成分分析[J]. 韶关学院学报, 2013, 34(8): 42-46
- CHEN Yu, CHEN Xiao-qin, XU Jin-he, et al. GC-MS analysis of volatile oil components in the chrysanthemum [J]. Journal of Shaoguan University, 2013, 34(8): 42-46
- [27] 康健, 陈莉娜, 赵进, 等. 茼蒿提取液镇咳祛痰作用研究[J]. 时珍国医国药, 2014, 25(1): 8-9
- KANG Jian, CHEN Li-na, ZHAO Jin, et al. The antitussive and expectorant effects of Tonghao extraction [J]. LISHIZHEN Medicine and Materia Medica Research, 2014, 25(1): 8-9
- [28] 范淑英, 肖旭峰, 熊春晖, 等. 不同浓度茼蒿器官水浸提液对西瓜种子发芽特性的影响[J]. 中国蔬菜, 2011, 31(4): 70-72
- FAN Shu-ying, XIAO Xu-feng, XIONG Chun-hui, et al. Effect of different concentrations of garland chrysanthemum organ water extract on seed germination characteristics of watermelon [J]. China Vegetables, 2011, 31(4): 70-72
- [29] 范淑英, 王静, 肖旭峰, 等. 茼蒿不同器官水浸提液对西瓜幼苗生长及酶活性的影响[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(4):

- 1976-1977  
FAN Shu-ying, WANG Jing, XIAO Xu-feng, et al. Allelopathic effects of different organ water extracts of garland chrysanthemum on watermelon [J]. Journal of Anhui Agri Sci, 2011, 39(4): 1976-1977
- [30] Hosni K, Hassen I, Sebei H. Secondary metabolites from chrysanthemum coronarium (Garland) flowerheads: chemical composition and biological activities [J]. Industrial Crops and Products, 2013, 44: 263-271
- [31] 王海迎,宗建平,魏书娟,等.茼蒿甲醇提取物不同萃取组分对南方根结线虫发育的影响[J].农药,2009,48(1):69-71  
WANG Hai-ying, ZONG Jian-ping, WEI Shu-juan, et al. Bio-effects of methanol extracts from chryanthemum coronarium against the development of meloidogyne incognita chitwood [J]. Agrochemicals, 2009, 48(1): 69-71
- [32] 王海迎.茼蒿甲醇提取物水萃取组分对南方根结线虫活性成分研究[D].济南:山东农业大学,2009  
WANG Hai-ying. Studies on the nematocidal constituents in water extract of methanol extracts from chryanthemum coronarium against meloidogyne incognita chitwood [D]. Jinan: Shang dong agricultural university, 2009
- [33] Bar-Eyal M, Sharon E, Spiegel Y. Nematicidal activity of chrysanthemum coronarium [J]. European Journal of Plant Pathology, 2006, 114(4): 427-433
- [34] Guerkan E, Koeksal E, Sarioglu I. Cytotoxicity assay of chry santhemum coronarium [J]. Fitoterapia, 1998, 69(3): 284
- [35] 陈蕙芳.抑制肿瘤的茼蒿属植物提取物[J].现代药物与临床,2009,24(2):121  
CHEN Hui-fang. Plants of the genus chrysanthemum extract of inhibiting tumor [J]. Modern Pharmacy and Clinic, 2009, 24(2): 121
- [36] 林丹英,尤婷婷,黄锁义.茼蒿总黄酮提取及对羟自由基清除作用[J].中国野生植物资源,2007,26(5):57-59  
LIN Dan-ying, YOU Ting-ting, HUANG Suo-yi. Extracting of total flavanone from chrysanthemum coronarium herba and its effects on scavenging of hydroxyl radicals [J]. Chinese Wild Plant Resources, 2007, 26(5): 57-59
- [37] 吴照华,王军,李金翠,等.茼蒿精油的拒食活性和化学组分[J].天然产物研究与开发,1994,6(1):14  
WU Zhao-hua, WANG Jun, LI Jin-cui, et al. Antifeeding activity and chemical composition of the essential oil from chrysanthum segetuml [J]. Natural Product Research and Development, 1994, 6(1): 1-4
- [38] Alvarez-Castellanos P P, Bishop C D, Pascual-Villalobos, et al. Antifungal activity of the essential oil of flowerheads of garland chrysanthemum (Chrysanthemum coronarium) against agricultural pathogens [J]. Phytochemistry, 2001, 57(1): 99-102
- [39] Lee K D, Ha T, Jang K, et al. Antimicrobial activities of sesquiterpene lactones isolated from the flower of chrysanthemum coronarium L [J]. Journal of the Korean Society of Agricultural and Biotechnology, 2003, 46: 235-239