

## 连翘属植物化学成分的研究进展

陈玲, 李晓, 李倩, 董建军, 张海艳, 赵天增\*

河南省生物技术开发中心, 河南 郑州 450002

**摘要:** 连翘属植物化学成分多样, 目前已从连翘属植物中分离出 150 个化合物, 其中苯乙醇苷类 20 个, 木脂素类 32 个, 黄酮类 12 个, 萜类 20 个, C6-C2 天然醇类 17 个, 生物碱类、甾醇类、苯甲醇类、苯丙烯苷类、神经酰胺类、挥发油及其他类成分。参阅国内外相关文献资料, 对连翘属的化学成分作了全面系统的介绍, 为该属植物的进一步研究开发提供参考。

**关键词:** 连翘属; 苯乙醇苷类; 木脂素类; 化学成分

中图分类号: R282.71 文献标志码: A 文章编号: 1674-5515(2013)03-0441-05

DOI: 10.7501/j.issn.1674-5515.2013.03.046

## Research advances in chemical constituents in plants of *Forsythia* Vahl

CHEN Ling, LI Xiao, LI Qian, DONG Jian-jun, ZHANG Hai-yan, ZHAO Tian-zeng

Biotechnology Developing Center of Henan Academy of Sciences, Zhengzhou 450002, China

**Abstract:** Several kinds of compounds (150) have been isolated from the plants of *Forsythia* Vahl, such as 20 phenylethanoid glucosides, 32 lignans, 12 flavonoids, 20 terpenoids, 17 C6-C2 natural alcohols, alkaloids, sterols, benzyl alcohol, allylbenzyl alcohol glycosides, ceramides, essential oils and some other compounds. This article summarizes the chemical constituents in the plants of *Forsythia* Vahl systematically to provide the basis for further study and development on the plants in this genus.

**Keywords:** *Forsythia* Vahl; phenylethanoid glucosides; lignans; chemical constituent

木犀科 (Oleaceae) 连翘属 *Forsythia* Vahl 植物现已发现 14 种, 分布在我国有 7 种。该属植物中的连翘是我国的传统中药, 具有清热解毒、消肿散结之功效, 用于风热感冒、温病、热淋尿闭、痈疽、瘰疬和肿毒等症<sup>[1]</sup>。目前, 此属已研究的品种有连翘 *F. suspensa* (Thunb.) Vahl (I)、金钟花 *F. viridissima* Lindl. (II)、朝鲜连翘 *F. koreana* (Rehder) Nakai (III)、欧洲连翘 *F. europaea* Degen et Bald. (IV)、日本连翘 *F. japonica* Makino (V)、卵叶连翘 *F. ovata* Nakai (VI)、秦连翘 *F. giraldiana* Lingelsh. (VII)、金钟连翘 *F. intermedia* Zalel (VIII) 等。为了更好的对该属植物进行研究和开发利用, 现将截止目前国内国外对其化学成分的研究概况作以总结。

### 1 连翘属植物中的化学成分

#### 1.1 苯乙醇苷类

苯乙醇苷类化合物是连翘属植物的主要标志性

成分之一。从连翘属植物中已分离得到 20 个苯乙醇苷类化合物, 基本骨架为苯乙醇连在中心葡萄糖的 1 位, 其母核结构见图 1、表 1, 其中从连翘果实中分得的 forsythenside F, 苯乙醇连在中心葡萄糖的 6 位<sup>[2]</sup>。

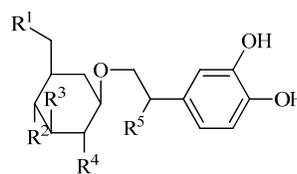


图 1 连翘属植物中苯乙醇苷类化合物母核结构

Fig. 1 Structures of phenylethanoid glycoside from plants of *Forsythia* Vahl

#### 1.2 木脂素类

木脂素类是连翘属植物中另一类重要成分, 到目前为止, 从连翘属植物中已分离得到 32 个木脂素类化合物 (表 2), 主要包括双四氢呋喃类、二芳基

收稿日期: 2013-01-04

基金项目: 河南省重点科技攻关项目 (No.092102310016)

作者简介: 陈玲 (1981—), 女, 河南郸城人, 现任河南省生物技术开发中心助理研究员, 硕士学位, 研究方向为天然产物化学成分研究。

E-mail: chenlin0000@163.com

\*通信作者 赵天增 (1941—), 男, 河南郑州人, 博士生导师, 研究员, 主要从事天然产物化学成分及波谱学研究。Tel: (0371)65353128

表 1 连翘属植物中苯乙醇苷类化合物

Table 1 Phenethyl alcohol glycoside from plants of *Forsythia* Vahl

名 称	取代基					植物来源	研究部位	参考文献
	R <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>	R <sup>3</sup>	R <sup>4</sup>	R <sup>5</sup>			
连翘酯苷 A	Rha	caffeoyl	OH	OH	H	I、II、III、IV、VIII	叶、果实	3
连翘酯苷 B	Api	caffeoyl	Rha	OH	H	II	茎	5
连翘酯苷 C	Rha	caffeoyl	OH	OH	OH	I、II	果实	6
连翘酯苷 D	Rha	OH	OH	OH	OH	I	果实	6
连翘酯苷 E	Rha	OH	OH	OH	H	I	果实	3、7
连翘酯苷 F	Xyl	caffeoyl	Rha	OH	H	I、II	果实、茎	3、8
连翘酯苷 G	(2- <i>O</i> -methyl)Api	caffeoyl	Rha	OH	H	II	茎	8
连翘酯苷 H	Rha	OH	OH	caffeoyl	H	I	果实	3
连翘酯苷 I	Rha	OH	caffeoyl	OH	H	I	果实	3
连翘酯苷 J	Rha	caffeoyl	OH	OH	H	I	果实	3
calceolarioside A	OH	caffeoyl	OH	OH	H	I	果实	3、4
木通苯乙醇苷 B	caffeoyl	OH	OH	OH	H	I	果实	3
车前草苷 A	OH	OH	caffeoyl	OH	H	I	果实	4
右旋羟基连翘酯苷 A	Rha	caffeoyl	OH	OH	OH	I	果实	9
正丁氧基连翘酯苷 B	Rha	caffeoyl	OH	OH	O(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	I	果实	9
泽丁香酚苷	OH	caffeoyl	Rha	OH	H	I、II、III、V、VI、VII	叶、果实	10
β-羟基泽丁香酚苷	OH	caffeoyl	Rha	OH	OH	II、III	果实	10
2-(3,4-二羟基苯基)乙基-β- <i>D</i> -葡萄糖苷	OH	OH	OH	OH	H	I	果实	3
苯乙醇-β- <i>D</i> -木糖基-(1→6)-β- <i>D</i> -葡萄糖苷	Xyl	OH	OH	OH	H	I	果实	3

Rha: 鼠李糖 Api: 洋芹糖 Xyl: 木糖  
Rha: rhamnose Api: apiose Xyl: xylose

丁内酯类、芳基四氢萘类、单四氢呋喃类、苯并呋喃类、二芳基丁烷类，单苯环双环氧内酯类等木脂素。

### 1.3 黄酮类

已从连翘中分离得到的黄酮类化合物有 12 个，除橙皮苷为二氢黄酮外，其他 11 个均具有相同的基本骨架（图 2），化合物及结构式见表 3。

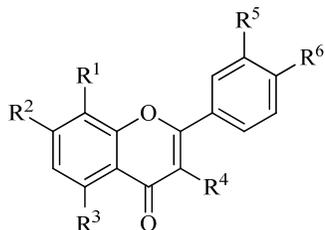


图 2 连翘属植物中黄酮类化合物结构

Fig. 2 Structures of flavonoids from plants of *Forsythia* Vahl

### 1.4 萜类

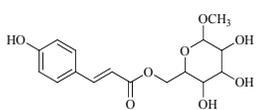
**1.4.1 三萜类** 王福男<sup>[3]</sup>从连翘果实中分离到 2 个三萜：熊果酸、齐墩果酸；邹国安<sup>[21]</sup>从连翘果实中首次分离到 3 个三萜：2α,23-羟基熊果酸、2α-羟基白桦脂酸、异降香萜烯醇乙酸酯；Xue 等<sup>[22]</sup>从连翘果实中分得 7 个三萜：3β-乙酰基齐墩果酸、β-香树脂醇乙酸酯、白桦脂酸、安博立酸、达玛-24-烯-3β-乙酰氧基-20*S*-醇、3β-乙酰基-20*S*,24*R*-达玛-25-烯-24-过氧氢-20-醇、3β-乙酰基-20*S*-达玛-23-烯-20,25-二醇；Rouf 等<sup>[23]</sup>从连翘果实中首次分得 2 个三萜：3β-乙酰基-20,25-环氧达玛-24α-醇、3β-乙酰基-20,25-环氧达玛-24β-醇；冯雪<sup>[24]</sup>从连翘籽中首次分到 20*S*,24*S*-环氧达玛-25-醇-3α-羟基乙酸酯。

**1.4.2 环烯醚萜类** Inouye 等<sup>[25]</sup>从金钟花果实中分到 2 个环烯醚萜类化合物：forsythide、forsythide-

表 2 连翘属植物中木脂素类化合物  
Table 2 Lignans from plants of *Forsythia* Vahl

名称	植物来源	研究部位	参考文献	名称	植物来源	研究部位	参考文献
连翘苷	I、III、IV、V、VII、VIII	叶、果实、茎	3	罗汉松脂素	II、III、VI、VIII	叶、果实、茎	12、14
连翘脂素	I、III、IV、V、VII、VIII	叶、果实、茎	11	罗汉松脂素苷	II、III、VI、VIII	叶、果实、茎	12、14
表松脂素	VIII	叶、茎	12	二甲基罗汉松脂素	I	花	15
表松脂素-4'-O-β-D-葡萄糖苷	VIII	叶、茎	12	异落叶松脂素	I、VIII	果实	11、17
表松脂素-4-O-β-D-葡萄糖苷	I	果实	3	异落叶松脂素-9'-O-β-D-葡萄糖苷	I	果实	17
羟基表松脂素	I	果实	11	异落叶松脂素-6α-O-β-D-葡萄糖苷	I	果实	3
羟基表松脂素-4"-O-β-D-葡萄糖苷	I	果实	13	异落叶松脂素-4-O-β-D-葡萄糖苷	I	果实	17
松脂素	I、III、IV、V、VII、VIII	叶、果实、茎	11、12	落叶松脂素	I	果实	11
松脂素-β-D-葡萄糖苷	I、III、IV、V、VII	叶、果实	3	橄榄脂素	I	果实	11
松脂素单甲基醚	V、VII、VIII	叶、茎	12、14	橄榄脂素-4'-O-β-D-葡萄糖苷	I	果实	3
松脂素单甲基醚-4-O-β-D-葡萄糖苷	I、V、VII	叶、果实	14	连翘兰 A	I	果实	18
羟基松脂素	I	果实	11	连翘兰 B	I	果实	18
羟基松脂素-4'-O-β-D-葡萄糖苷	I	果实	13	裂环异落叶松脂素	VIII	果实	16
羟基松脂素-4"-O-β-D-葡萄糖苷	I	果实	3	cedrusin	I	果实	3
牛蒡子素	II、III、VI、VIII	叶、果实、茎	12、14	双环氧连翘内酯	I	果实	9
牛蒡子苷	II、III、VI、VIII	叶、果实、茎	12、14	异橄榄脂素	I	果实	17

表 3 连翘属植物中黄酮类化合物  
Table 3 Flavonoids from plants of *Forsythia* Vahl

名称	取代基						植物来源	研究部位	参考文献
	R <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>	R <sup>3</sup>	R <sup>4</sup>	R <sup>5</sup>	R <sup>6</sup>			
槲皮素	H	OH	OH	OH	OH	OH	I	叶、果实	3
异槲皮素	H	OH	OH	OGlc	OH	OH	II	叶	19
芦丁	H	OH	OH	OGlc-Rha	OH	OH	I、II、III、IV	叶、果实	3、14
紫云英苷	H	OH	OH	OGlc	H	OH	II	叶	19
汉黄芩素-7-O-β-D-葡萄糖醛酸苷	OCH <sub>3</sub>	OGlc-UA	OH	OH	OH	OH	I	果实	31
木犀草素	H	OH	OH	H	OH	OH	I	果实	3
木犀草苷	H	OGlc	OH	H	OH	OH	I	果实	3
山柰酚	H	OH	OH	OH	H	OH	I	果实	3
异鼠李素	H	OH	OH	OH	OCH <sub>3</sub>	OH	I	果实	3
异鼠李素-3-O-α-L-鼠李糖-(1→2)-β-D-葡萄糖苷	H	OH	OH	ORha-Glc	OCH <sub>3</sub>	OH	I	果实	3
翻白叶苷 A	H	OH	OH		H	OH	I	果实	20

methylester; Damatofit 等<sup>[26]</sup>从欧洲连翘叶中分离了 2 个此类化合物: 11-glucosyforsythide、11-methyforsythide; 王福男<sup>[3]</sup>从连翘果实中分离得到 1 个环烯醚萜类化合物五福花昔酸。

### 1.5 C6-C2 天然醇及其苷类

Endo 等<sup>[7,27]</sup>从连翘果实中首次分离得到 4 个 C6-C2 天然醇: 连翘醇、连翘醇氧化物、连翘环己醇酮、suspenol, 一个已知的 C6-C2 天然醇棘木昔; Seya 等<sup>[28]</sup>从连翘果实中首次分离到 3 个此类化合物: 连翘环己醇 A、连翘环己醇 B、连翘环己醇 C, 2 个已知的 C6-C2 天然醇: 毛柳昔、异连翘醇; 明东升<sup>[9]</sup>从连翘果实中首次分离到 3 个此类化合物: 连翘烯酸、连翘烯昔 A、连翘烯昔 B; 王伟芳等<sup>[29]</sup>、邹琼宇等<sup>[30]</sup>、刘悦<sup>[31]</sup>分别从连翘中首次分离到此类化合物连翘醇酯、8-O-(2-羟基乙氧基)乙基-连翘醇、连翘酸、连翘酸-1'-O-β-D-葡萄糖苷。

### 1.6 甾醇类

明东升<sup>[9]</sup>从连翘果实中分离到 β-谷甾醇、胡萝卜昔、(6'-O-棕榈酸)-谷甾醇-3-O-β-D-葡萄糖苷、奥科提罗酮、奥科提罗醇单乙酸酯 5 个甾醇化合物; 冯雪<sup>[24]</sup>从连翘籽中分离到 1 个甾醇化合物 18-去甲基-5α,20ε-去氧胆酸-3β-20-二羟基-4,4,8,14-四甲基-γ-内酯乙酸酯。

### 1.7 生物碱类

Dai 等<sup>[32]</sup>从连翘果实中分离得到的生物碱有 4 个, 分别为: suspensine A, (-)-7'-O-methylegenine, (-)-夏无碱, (-)-荷包牡丹碱。

### 1.8 苯甲醇类

王福男<sup>[3]</sup>从连翘果实中分离得到 2 个苯甲醇类化合物, 分别为: 苯甲醇樱草糖昔、苯甲醇-O-(2'-O-β-D-木糖基)-β-D-葡萄糖苷。

### 1.9 苯丙烯昔类

王福男<sup>[3]</sup>从连翘果实中分离得到的此类化合物有 3 个, 分别为: 3,4-二羟基-烯丙基苯-4-O-β-D-木糖基-(1→6)-β-D-葡萄糖苷, 3,4-二羟基-烯丙基苯-3-O-β-D-木糖基-(1→6)-β-D-葡萄糖苷, 1,2-二-O-β-D-葡萄糖基-4-烯丙基苯。

### 1.10 神经酰胺类

邹琼宇等<sup>[30]</sup>从连翘果实中分离 10 个神经酰胺类化合物, 分别为: (2S,3S,4R,8E)-2-[(2'R)-2',3'-二羟基-(二十二~二十六)碳酰胺]-8-十八碳烯-1,3,4 三醇、(2S,3S,4R,8E)-2-[(2'R)-2'-羟基-(二十二~二十六)碳酰胺]-8-十八碳烯-1,3,4-三醇。

### 1.11 挥发油

孔杰等<sup>[33]</sup>采用毛细管气相色谱-质谱联用法对连翘挥发油化学成分进行了研究, 经毛细管色谱法分离出 200 多个峰, 共确认了其中 90 种成分, 其中多数为单萜、单萜醇、倍半萜, 含量较高的化合物有 β-蒎烯、孟二烯, 柠檬烯等。

### 1.12 其他类成分

从连翘果实分得的其他类成分有: 咖啡酸<sup>[3,9]</sup>、阿魏酸<sup>[3]</sup>、没食子酸<sup>[3]</sup>、对羟基苯乙酸<sup>[3,9,31]</sup>、琥珀酸<sup>[9,31]</sup>、丁四醇<sup>[31]</sup>、咖啡酸甲酯<sup>[17]</sup>、对羟基苯乙酸甲酯<sup>[17]</sup>、L-鼠李糖<sup>[17]</sup>、3,4-二羟基苯乙基-8-O-β-D-葡萄糖苷<sup>[17]</sup>、硬脂酸<sup>[34]</sup>、对羟基苯甲醛<sup>[35]</sup>、正三十一烷<sup>[36]</sup>、正三十二烷<sup>[35]</sup>、3-(4-乙氧基-3-OH-苯基)丙烯酸<sup>[34]</sup>、2,3-二羟甲基-4-(3',4'-二甲氧基苯基)-γ-丁内酯<sup>[31]</sup>、棕榈酸<sup>[9,34]</sup>、香草酸<sup>[9]</sup>; Kameoka 等<sup>[37]</sup>从日本连翘挥发油中分得 3-乙基-7-羟基苯酚。冯雪<sup>[24]</sup>从连翘籽中分得 3,4-二羟基苯甲酸、八氢-1H,5H-二吡咯[1,2-a:1',2'-d]吡嗪; 王金梅<sup>[38]</sup>从连翘叶子中分得对羟基苯甲酸甲酯, 对羟基苯甲酸异丁酯, (1Z)-2-氨基-3-羟基-环戊-2,4-烯酮衍。

### 2 小结

连翘属植物资源丰富, 化学成分种类较多, 到目前为止, 国外对连翘属中 8 个种的化学成分进行了研究, 研究部位包括果实、叶、茎、花。国内对连翘属的研究主要集中在中药连翘的果实, 对连翘属的其他种和连翘的其他部位研究较少。近年来, 随着连翘叶的抗氧化、抗疲劳、降脂等活性被发现, 说明连翘属植物有进一步研究开发的价值。因此有必要结合生物活性、药理学等研究, 对该属植物进行深入系统的化学成分分离, 为寻找新药做出贡献。

### 参考文献

- [1] 南京中医药大学. 中药大辞典 [M]. 上册. 第 2 版. 上海: 上海科学技术出版社, 2006: 1552-1555.
- [2] Wang Y Z, Ma Q G, Zheng X K, et al. A new forsythenside from *Forsythia suspense* [J]. *Chin Chem Lett*, 2008, 19(10): 1234-1236.
- [3] 王福男. 中药连翘的化学成分研究 [D]. 北京: 北京协和医学院, 2009.
- [4] Liu D L, Zhang Y, Xu S X, et al. Phenylethanoid glycosides from *Forsythia suspense* Vahl [J]. *J Chin Pharm Sci*, 1998, 7(2): 103-105.
- [5] Endo K, Takahashi K, Abe T, et al. Structure of forsythoside B, an antibacterial principle of *Forsythia koreana* stems [J]. *Heterocycles*, 1982, 19(2): 261-264.

- [6] Endo K, Hikino H. Structures of forsythoside C and D, antibacterial principle of *Forsythia suspense* fruits [J]. *Heterocycles*, 1982, 19(11): 2033-2036.
- [7] Endo K, Hikino H. Structures of rengyol, rengyoxide, and rengyo-lone, new cyclohexylmethane derivatives from *Forsythia suspensa* fruits [J]. *Can J Chem*, 1984, 62(10): 2011-2014.
- [8] Endo K, Takahashi K. Constitutions of forsythosides F and G, new phenol glycosides of *Forsythia viridissima* stems [J]. *Heterocycles*, 1990, 30(1): 291-294.
- [9] 明东升. 连翘和蜘蛛香化学成分及生物活性研究 [D]. 北京: 中国协和医科大学, 1998.
- [10] Kitagawa S, Tsukamoto H, Hisada S, et al. Studies on the Chinese crude drug "*Forsythiae Fructus*" VII. A new caffeoyl glycoside from *Forsythia viridissima* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1984, 32(3): 1209-1213.
- [11] Chang M J, Hung T M, Min B S, et al. Lignans from the fruits of *Forsythia suspensa* (Thunb.) Vahl protect high-density lipoprotein during oxidative stress [J]. *Biosci Biotechnol Biochem*, 2008, 72(10): 2750-2755.
- [12] Rahman M M A, Dewick P M, Jackson D E, et al. Lignans of *Forsythia intermedia* [J]. *Phytochemistry*, 1990, 29(6): 1971-1980.
- [13] 郭慧. 连翘化学成分研究 [D]. 北京: 北京大学, 2006.
- [14] Kitagawa S, Nishibe S, Benecke R, et al. Phenolic compounds from *Forsythia* leaves. II [J]. *Chem Pharm Bull*, 1988, 36(9): 3667-3670.
- [15] Takizawa Y, Suzuki E, Mitsushashi T. Studies on naturally occurring antioxidant (I)——isolation and determination of natural phenolic antioxidants from *Forsythia suspensa* Vahl [J]. *Bull Tokyo Gakugei Univ Sect*, 1981, 33(4): 119-123.
- [16] Umezawa T, Davin L B, Lewis N G. Formation of lignans (-)-secoisolaricresinol and (-)-matairesinol with *Forsythia intermedia* cell-free extracts [J]. *J Biol Chem*, 1991, 266(16): 10210-10217.
- [17] 冯卫生, 李珂珂, 郑晓珂. 连翘化学成分的研究 [J]. *中国药学杂志*, 2009, 44(7): 490-492.
- [18] Piao X L, Jang M H, Cui J, et al. Lignans from the fruits of *Forsythia suspense* [J]. *Bioorg Med Chem Lett*, 2008, 18(6): 1980-1984.
- [19] Matsuo K, Tokoroyama T, Kubota T. Bitter constituents of *Forsythia viridissima* [J]. *Phytochemistry*, 1972, 11(4): 1522-1523.
- [20] 田燕泽. 中药连翘化学成分分离及其抗氧化活性评价 [D]. 北京: 中央民族大学, 2011.
- [21] 邹国安. 连翘和毛喉鞘蕊花活性成分及其质量分析研究 [D]. 武汉: 湖北中医学院, 2006.
- [22] Xue J, Xie L, Liu B R, et al. Triterpenoids from the fruits of *Forsythia suspense* [J]. *Chin J Nat Med*, 2010, 8(6): 0414-0418.
- [23] Rouf A S, Ozaki Y, Rashid M A, et al. Dammarane derivatives from the dried fruits of *Forsythia suspensa* [J]. *Phytochemistry*, 2001, 56(8): 815-818.
- [24] 冯雪. 连翘籽化学成分的研究 [D]. 大连: 辽宁中医药大学, 2008.
- [25] Inouye H, Nishioka T. Uber die Monoterpenglucoside und verwandte naturstoffe. XX [J]. *Chem Pharm Bull*, 1973, 21(3): 497-502.
- [26] Damtoft S, Franzyk H, Jensen S R. Biosynthesis of iridoids in *Forsythia spp* [J]. *Phytochemistry*, 1994, 37(1): 173-178.
- [27] Endo K, Seya K, Hikino H. Structure and enantioselective synthesis of suspenol, a new polyol of *Forsythia suspense* [J]. *Tennen Yuki Kagobutsu Toronkai Koen Yoshishu*, 1987, 29: 660-667.
- [28] Seya K, Endo K, Hikino H. Structures of rengyosides A, B and C, three glucosides of *Forsythia suspensa* fruits [J]. *Phytochemistry*, 1989, 28(5): 1495-1498.
- [29] 王伟芳, 刘东雷, 徐绥绪, 等. 连翘中的新化合物 [J]. *沈阳药科大学学报*, 1999, 16(2): 138, 145.
- [30] 邹琼宇, 邓文龙, 蒋舜媛, 等. 连翘果实中的化学成分研究 [J]. *中国中药杂志*, 2012, 37(1): 57-60.
- [31] 刘悦. 连翘水提物的化学成分研究 [D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2003.
- [32] Dai S J, Ren Y, Shen L, et al. New alkaloids from *Forsythia suspensa* and their anti-inflammatory activities [J]. *Planta Med*, 2009, 75(4): 375-377.
- [33] 孔杰, 姚健, 达文燕, 等. 连翘挥发油化学成分的研究 [J]. *西北师范大学学报: 自然科学版*, 2001, 37(4): 77-81.
- [34] 栾兰, 王钢力, 林瑞超. 连翘水提物化学成分研究 [J]. *中药材*, 2010, 33(2): 220-221.
- [35] 栾兰, 王钢力, 林瑞超. 连翘水提物化学成分研究 [J]. *中草药*, 2010, 41(6): 883-884.
- [36] 匡海学, 张宁, 陆志博. 青翘的化学成分研究 [J]. *中医药信息*, 1985, 6(3): 25.
- [37] Kameoka H, Miyazawa M, Haze K. 3-ethyl-7-hydroxyphthalide from *Forsythia japonica* [J]. *Phytochemistry*, 1975, 14(7): 1676-1677.
- [38] 王金梅. 两种植物活性成分及八种植物挥发性成分研究 [D]. 开封: 河南大学, 2005.