

• 综述 •

# 连翘属药用植物化学成分研究进展

郭 强<sup>1,2</sup>, 王智民<sup>1\*</sup>, 林丽美<sup>1</sup>, 夏伯候<sup>1</sup>, 邓小莲<sup>2</sup>

(1. 中国中医科学院 中药研究所, 北京 100700; 2. 广西中医学院 药学院, 广西 南宁 530001)

[摘要] 目的: 探讨连翘属药用植物化学成分研究概况。方法: 总结国内外相关文献, 综述连翘属药用植物所含化学成分的种类、数量及结构。结果: 目前已从连翘属药用植物中分离出苯乙醇苷类 20 个, 木脂素类 18 个, C<sub>6</sub>-C<sub>2</sub> 天然醇类 13 个, 萜类 13 个, 黄酮类 5 个, 还有一些挥发油及其他类成分。结论: 通过对该属药用植物化学成分的总结, 对开展本属其它药用植物的研究有很好的参考价值。

[关键词] 连翘属; 药用植物; 化学成分

[中图分类号] R284.2 [文献标识码] A [文章编号] 1005-9903(2009)05-0074-06

## Researches on Chemical Constituents in Medicinal Plants in Genus Forsythiae

GUO Oiang<sup>1,2</sup>, WANG Zhi-min<sup>1\*</sup>, LIN Li-mei<sup>1</sup>, XIA Bo-hou<sup>1</sup>, DENG Xiao-lian<sup>2</sup>

(1. Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China;  
2. Guangxi traditional Chinese Medical University, Nanning 530001, China)

[Abstract] **Objective:** To review the chemical studies progress on medicinal plants in genus Forsythiae. **Methods:** To review the types of compounds, quantities and their structures from the reference. **Results:** 20 phenylethanoid glucosides, 18 lignans, C<sub>6</sub>-C<sub>2</sub> natural alcohols, 13 terpenoids, 5 flavonoids and some other compounds were isolated and identified from medicinal plants in genus Forsythiae. **Conclusion:** By the system summary of the chemical constituents in medicinal plants in genus Forsythiae, it is very significant for other medicinal plants in genus Forsythiae.

[Key words] Forsythia; Medicinal Plants; Chemical Constituents

连翘(Fructus Forsythiae)为木犀科连翘属植物连翘 *Forsythia suspensa* (Thunb.) Vahl 的干燥果实, 具有清热解毒, 消肿散结之功效。其所在的属虽已有 10 余种植物, 但多数仅为园林观赏植物, 作药用者主要有连翘和金钟花 (*F. viridissima* Lindl.)<sup>[1]</sup>。近年来, 随着中药现代化的深入, 特别是突发性公共卫生事件的不断出现, 引起了本属植物的化学研究高潮, 不断有大量的新化合物被发现。本文对其化学成分的新进展进行总结, 为深入开展连翘及其本属

药用植物的研究提供参考。

连翘属药用植物主要含有苯乙醇苷类、木脂素及其苷类、C<sub>6</sub>-C<sub>2</sub> 天然醇及其苷类、黄酮类、萜类、挥发油、其它醌苷类和一些醇、酯、酸类化合物。

### 1 苯乙醇苷类

从连翘属中分离得到的苯乙醇苷类化合物共有 20 个, 主要有: Forsythoside A<sup>[2-9]</sup>, B<sup>[7,9]</sup>, C<sup>[7,9]</sup>, D<sup>[7,9]</sup>, E<sup>[8-9]</sup>, F<sup>[4,9]</sup>, G<sup>[3,9]</sup>, H<sup>[10]</sup>, I<sup>[10]</sup>, R-forsythoside J<sup>[10]</sup>, S-forsythoside J<sup>[10]</sup>, Suspensaside<sup>[4,6,11-12]</sup>, S-suspensaside methyl ether<sup>[10]</sup>, Suspensaside A<sup>[11]</sup>, Suspensaside B<sup>[11]</sup>, Acteoside<sup>[4-6,9,13]</sup>, β-hydroxyacetoside<sup>[4,6,12]</sup>, Calceolarioside<sup>[14]</sup>, Plantainoside<sup>[14]</sup> (化合物结构见表 1)。

### 2 木脂素及其苷类

从连翘属中分离得到的木脂素类成分共有 18

[收稿日期] 2008-12-10

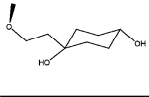
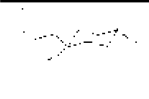
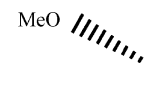
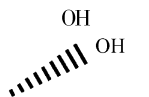
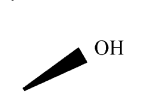
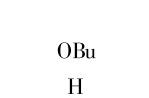
[基金项目] 国家自然科学基金项目(30672601)

[通讯作者] \* 王智民, Tel: (010) 84014128, Fax: (010) 84014128, E-mail: zhmw123@263.net

个, 主要为四氢呋喃双环氧和 2, 3-二苄基-丁内酯类木脂素。双环氧木脂素包括: 连翘脂素 (phillygenin)<sup>[5, 12~13, 15]</sup>、连翘苷 (phillyrin)<sup>[3, 5, 12~13, 15~16]</sup>、松脂素 (pinoresinol)<sup>[12~13, 15, 17]</sup>、松脂素-β-D-葡萄糖苷 (pinoresinol-β-D-glucoside)<sup>[12~13, 16]</sup>、松脂素单甲醚 (pinoresinol monomethyl ether)<sup>[13]</sup>、松脂素单甲醚-β-D-葡萄糖苷 (pinoresinol monomethyl ether-β-D-glucoside)<sup>[16]</sup>、表松

脂素 (epipinoresinol)<sup>[5, 15]</sup>、表松脂素-4-β-D-葡萄糖苷<sup>[16]</sup>、表松脂素-4'-O-葡萄糖苷<sup>[15]</sup>。木脂内酯包括: 罗汉松脂素 (matairesinol)<sup>[3, 5, 12~13, 15, 18~19]</sup>、罗汉松苷 (matairesinoside)<sup>[3, 5, 12~13, 18~19]</sup>、牛蒡子苷元 (arctigenin)<sup>[3, 5, 12~13, 15, 18~19]</sup>和牛蒡子苷 (arctiin)<sup>[3, 5, 12~13, 15, 18~19]</sup> (化合物结构见表 2)。

表 1 连翘属中的苯乙醇及其苷类化合物

化合物名称	化合物结构 <sup>a</sup>				植物来源	研究部位	参考文献
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>			
Forsythoside A	rha	caffeoyl	OH	H	1, 2, 3, 4, 8	A, B, C	[2~9]
Forsythoside B	api	caffeoyl	rha	H	2, 8	C	[7][9]
Forsythoside C	rha	caffeoyl	OH	OH	1	A	[7][9]
Forsythoside D	rha	OH	OH	OH	1	A	[7][9]
Forsythoside E	rha	OH	OH	H	1	A	[8][9]
Forsythoside F	xyl	caffeoyl	rha	H	2, 8	A, B, C	[3][9]
Forsythoside G	(2-O-methyl) api	caffeoyl	rha	H	2, 8	A, B, C	[3][9]
Forsythoside H	rha	OH	caffeoyl	H	1	A	[10]
Forsythoside I	rha	OH	OH	H	1	A	[10]
R-Forsythoside J	rha	caffeoyl	OH		1	A	[10]
S-Forsythoside J	rha	caffeoyl	OH		1	A	[10]
S-suspensaside methyl ether	rha	caffeoyl	OH		1	A	[10]
Suspensaside	rha	caffeoyl	H		1, 3, 4, 8	A, B	[4][6][11][12]
S-Suspensaside	rha	caffeoyl	OH		1	A	[10]
R-Suspensaside	rha	caffeoyl	OH		1	A	[10]
Suspensaside B	rha	caffeoyl	OH	OBu	1	A	[11]
Acteoside	OH	caffeoyl	rha	H	1~8	A, B	[4~6][9][13]
β-Hydroxyacteoside	OH	caffeoyl	rha	OH	2~8	A, B	[4][6][12]
Calceolarioside	OH	caffeoyl	OH	H	1	A	[14]
Plantainoside	OH	OH	caffeoyl	H	1	A	[14]

<sup>a</sup> rha= α-L-rhamnopyranosyl, xyl= β-D-xylpyranosyl, gluc= β-D-glucuronopyranosyl, glc= β-D-glucopyranosyl, api= β-D-apiosyl

研究部位: A 果实; B 叶; C 茎

植物来源: 1. *Forsythia suspensa* (连翘); 2. *F. viridissima* (金钟花); 3. *F. intermedia* (美国金钟连翘); 4. *F. europaea* (欧连翘); 5. *F. ovata* (卵叶连翘); 6. *F. japonica* (日本连翘); 7. *F. giraldiana* (秦连翘); 8. *F. koreana* (朝鲜连翘)

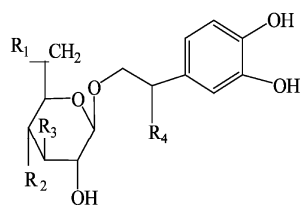


图 1 表 1 中的母核结构

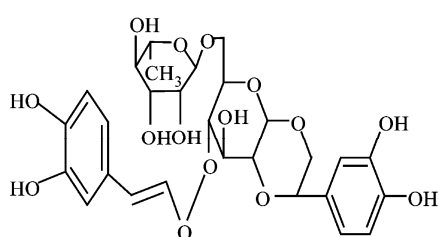


图 2 Suspensaside A

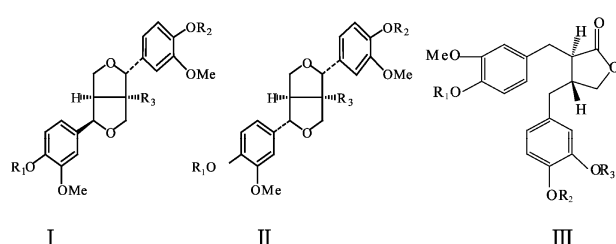


图 3 表 2 中的母核结构

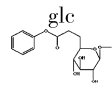
表 2 连翘属中的木脂素及其苷类化合物

化合物名称	化合物结构 <sup>a</sup>				植物来源	研究部位	参考文献
	母核	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>			
Phillygenin	I	CH <sub>3</sub>	H	H	1, 3, 6, 8	A, B	[5][12~13][15]
(+)-Epipinoresinol	I	H	H	H	1, 3	A, B	[5][15]
Phillyrin	I	CH <sub>3</sub>	glc	H	1, 3, 4, 6, 7, 8	A, B, C	[3][5][12][13][15][16]
(+)-Epipinoresinol-4'-O-glucoside	I	glc	H	H	3	B, C	[15]
(+)-Epipinoresinol-4-β-D-glucoside	I	H	glc	H	1	A	[16]
(+)-1-Hydroxy-6-epipinoresinol	I	H	H	OH	1	A	[10]
(+)-1-Hydroxy-6-epipinoresinol-4''-O-β-D-glucopyranoside	I	gluc	H	OH	1	A	[10]
(+)-Pinoresinol	II	H	H	H	1, 4, 6, 7, 8	A, B	[12~13][15][17]
(+)-Pinoresinol monomethyl ether-β-D-glucoside	II	glc	CH <sub>3</sub>	H	1, 7	A, B	[16]
(+)-1-Hydroxypinordsinol	II	H	H	OH	1	A	[10]
(+)-1-Hydroxypinordsinol-4'-O-β-D-glucoside	II	H	glc	OH	1	A	[10]
(+)-1-Hydroxypinordsinol-4''-O-β-D-glucoside	II	glc	H	OH	1	A	[10]
(+)-Pinoresinol-β-D-glucoside	II	glc	H	H	1, 7, 8	A, B	[12][13][16]
(+)-Pinoresinol monomethyl ether	II	H	CH <sub>3</sub>	H	7	B	[13]
Actigenin	III	H	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	2, 3, 8	A, B, C	[3][5][12~13][15][18~19]
Actiin	III	glc	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	2, 3, 5, 8	A, B, C	[3][5][12~13][15][18~19]
Matairesinol	III	H	H	CH <sub>3</sub>	2, 3, 5, 8	A, B, C	[3][5][12~13][15][18~19]
Matairesinolside	III	glc	H	CH <sub>3</sub>	2, 3, 5, 8	A, B, C	[3][5][12~13][18~19]

### 3 C<sub>6</sub>-C<sub>2</sub> 天然醇及其苷类

从连翘属中分到的 C<sub>6</sub>-C<sub>2</sub> 天然醇及其苷类化合物共有 13 个, 主要有 Suspenol<sup>[10]</sup>、Rengyol<sup>[8,10]</sup>、Isorengyol<sup>[10]</sup>、Rengyosides A<sup>[20]</sup>、Rengyosides B<sup>[20]</sup>、Rengyosides C<sup>[20]</sup>、Rengyoxide<sup>[8]</sup>、Rengyolone<sup>[5]</sup>、salidroside<sup>[10]</sup>、Cornoside<sup>[8]</sup>、Rengyolester<sup>[10]</sup>、Rengynic acid-1'-O-β-D-glucoside<sup>[21]</sup>、Isolariciresinol<sup>[22]</sup>。

表 3 连翘属中的部分 C<sub>6</sub>-C<sub>2</sub> 天然醇及其苷类化合物

序号	化合物名称	化合物结构			
		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
1	Suspenol	OH	H	OH	OH
2	Rengyol	OH	H	OH	H
3	Isorengyol	H	OH	OH	H
4	Rengyoside A	OH	H	glc	H
5	Rengyoside C	OH	H		H

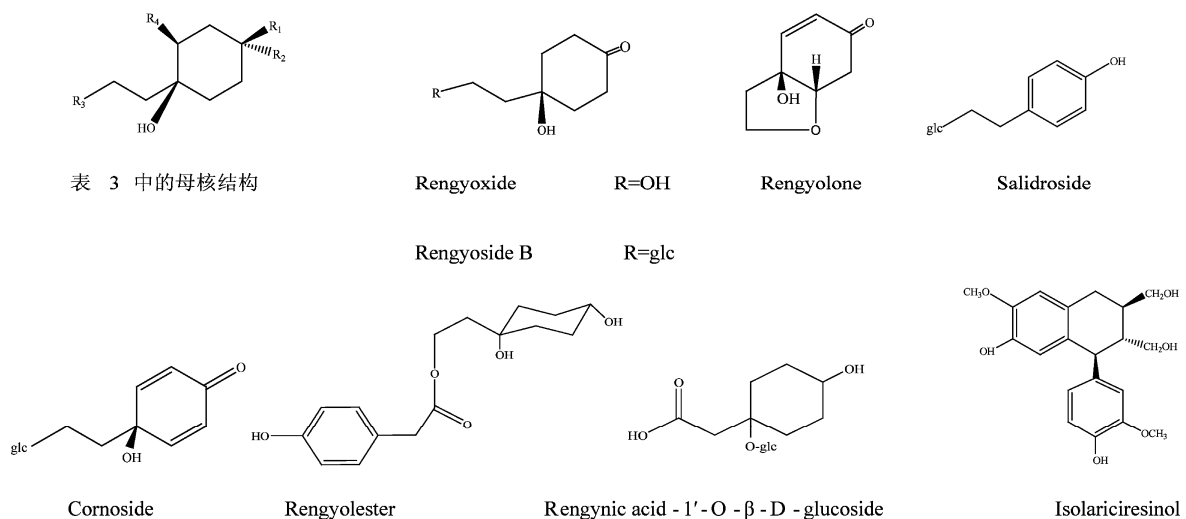
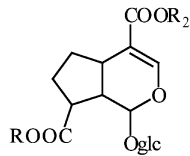


图 4 连翘属中的其它 C<sub>6</sub>-C<sub>2</sub> 天然醇及其苷类化合物结构式

#### 4 三萜

目前已从连翘中分离得到的三萜类成分共有 9 个, 主要为白桦脂酸(betulinic acid)<sup>[18]</sup>、熊果酸(ursolic acid)<sup>[18]</sup>、齐墩果酸(oleanolic acid)<sup>[16]</sup>、β-香树脂醇乙酸酯(β-amyrin acetate)<sup>[23]</sup>、异降香萜烯醇乙酸酯(iso-baucerenyl acetate)<sup>[23]</sup>、20(S)-达玛-24-烯-3β-20-二醇-3-乙酸酯(20(S)-dammar-24-ene-3β-20-diol-3-acetate)<sup>[23]</sup>、3β-acetyl-20, 25-epoxy dammarane-24-ol<sup>[24]</sup>、



Forsythide

Forsythidmethylester

11 -Glucosyl forsythide

11 -Methyl forsythide

3β-acetyl-20, 25-epoxydammarane-24β-ol<sup>[24]</sup>。

#### 5 环烯醚萜类

表 4 连翘属中的环烯醚萜类化合物

序号	化合物	植物来源	研究部位	参考文献
1	Forsythide	2, 4, 6	C	[25~26]
2	Forsythidmethylester	2	A	[25]
3	11-Glucosyl forsythide	4	C	[26]
4	11-Methyl forsythide	4	C	[26]

R<sub>1</sub> =H

R<sub>2</sub> =H

R<sub>1</sub> =CH<sub>3</sub>

R<sub>2</sub> =H

R<sub>1</sub> =H

R<sub>2</sub> =glc

R<sub>1</sub> =H

R<sub>2</sub> =CH<sub>3</sub>

图 5 连翘属环烯醚萜类化合物结构式

#### 6 黄酮类

目前从连翘属中分离得到的黄酮类化合物主要有: 芦丁(rutin)<sup>[5, 12~13, 17]</sup>、槲皮素(querctin)<sup>[27~28]</sup>、异槲皮素(isoquerctin)<sup>[19]</sup>、紫云英苷(astragaln)<sup>[19]</sup>、汉黄芩素-7-O-葡萄糖苷(wognir-7-O-glucoside)<sup>[22]</sup>。

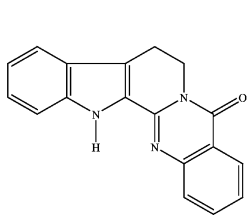
#### 7 挥发油

挥发油主要存在于连翘种子中, 果皮中也有, 果皮和种子中的含量分别约为 0.32%~0.37%、3.3%~4.0%, 两者所含化学成分基本一致, 但各成分相对含量因产地不同而有所差异, 其中, β-蒎烯含量最

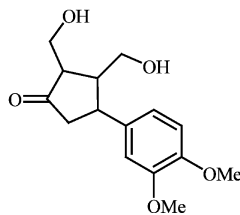
高, 约为 51.9%~79.7%, 其次为 α-蒎烯和松油烯-4-醇, 约为 13.7%~20.2% 和 5.45%~11.6%<sup>[29]</sup>。

#### 8 其他成分

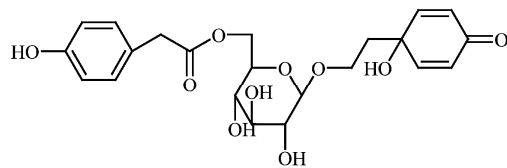
此外, 还从连翘属中分离得到其他化合物, 如: 吴茱萸次碱<sup>[28]</sup>、β-谷甾醇<sup>[23]</sup>、胡萝卜苷<sup>[30]</sup>、咖啡酸<sup>[30]</sup>、香荚兰酸<sup>[30]</sup>、丁二酸<sup>[31]</sup>、对羟基苯乙酸<sup>[16]</sup>、丁四醇<sup>[22]</sup>、2, 3-二羟甲基-4-(3', 4'-二甲氧基苯基)-γ-丁内酯<sup>[31]</sup>、3-Ethyl-7-hydroxyphthslide<sup>[32]</sup>、连翘烯酸(Suspenolic acid)<sup>[30]</sup>、五福花昔酸(Adoxosidic acid)<sup>[30]</sup>、Forsythenside A<sup>[30]</sup>、Forsythenside B<sup>[30]</sup>、Forsythenin<sup>[33]</sup>。



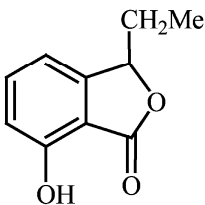
Rutaecarpine



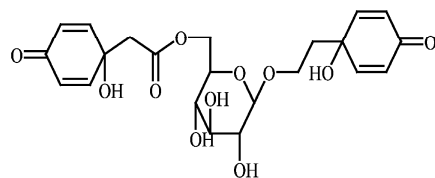
2, 3-二羟甲基-4-(3', 4'-二甲氧基苯基)-γ-丁内酯



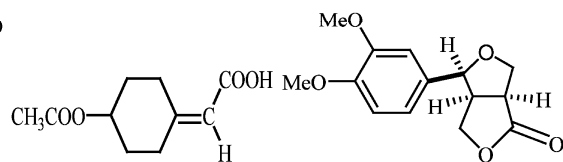
Forsythenside A



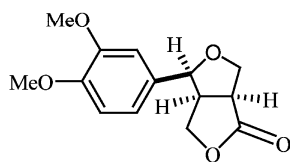
3 -Ethyl -7 -hydroxyphthslide



Forsythenside B



Suspenolic acid



Forsythenin

图 6 其它类型化合物结构式

#### 9 小结

综上所述, 连翘属药用植物分布广泛, 化学成分复杂。但由于对连翘属化合物的命名采用不同的命

名法, 使化合物的命名比较混乱, 甚至出现同物异名的现象, 这将直接影响到药学工作者对该属药用植物的深入研究。连翘作为传统常用中药, 如何在

医药理论的指导下,从连翘药效物质基础的角度揭示其药效成分,才是中药现代化研究的关键。只有研究清楚其药效物质基础,才能真正地为其质量控制选择合理的指标,才能更为合理有效地控制中药的质量,保证临床用药的安全。此外近年来,对该属药用植物连翘的相关研究报道已有很多,但对该属另外一种药用植物金钟花的相关报道很很少,由于连翘和金钟花同属,应当有类似的药效,因此本文对开展金钟花系统研究有很好的参考价值。

### [参考文献]

[ 1 ] 中国科学院昆明植物研究所. 云南植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1986: 4, 61.

[ 2 ] Sansei N, Kazuko O, Hiroki T, *et al.* The structure of Forsythiaside isolated from *Forsythia suspensa*[ J ]. *Chem Pharm Bull*, 1982, 30(3): 1048-1050.

[ 3 ] Young Hae Choi, Jinwoong Kim, K<sup>+</sup>Pung Yoo. High performance liquid chromatography-electrospray ionization MS-MS analysis of *Forsythia Koreana* Fruits, Leaves, and Stems. Enhancement of the efficiency of extraction of arctigenin by use of supercritical fluid extraction[ J ]. *Chromatographia*, 2003, 57, January( No. 1/2 ), 73-79.

[ 4 ] Shizuka K, Sansei N, Hisae B. Studies on the Chinese crude drug “*Forsythiae Fructus*” VIII On isolation of phenylpropanoid glycosides from fruits of *Forsythia Koreana* and their antibacterial activity[ J ]. *Yakugaku zasshi*, 1987, 107(4): 274-278.

[ 5 ] Sansei N, Akiyo S, Shizuka K, *et al.* Phenolic compounds from *Forsythia Leaves*( III) On the comparison of constituents between Hybrid and Parents [ J ]. *Shoyakugaku Zasshi*, 1988, 42(4): 324-328.

[ 6 ] Yukio N, Youichi H, Kazuyo O, *et al.* Phenylethanoid glycosides in the Fruits of *Forsythia spp*[ J ]. *Shoyakugaku Zasshi*, 1991, 45(4): 327-332.

[ 7 ] Katsuya E, Hiroshi H. Structures of Forsythoside C and D, antibacterial principles of *Forsythia suspensa* fruits[ J ]. *Heterocycles*, 1982, 19(11): 2033-2036.

[ 8 ] Katsuya E, Hiroshi H. Structures of renyol, renyoxide, and renyolone, new cyclohexylethane derivatives from *Forsythia suspensa* fruits[ J ]. *Can. J. Chem.* 1984, 62, 2011-1014.

[ 9 ] Katsuya E, Kazuhiro T. Constitutions of Forsythosides F and G, new phenol glycosides of *Forsythia viridissima* stems[ J ]. *Heterocycles*, 1990, 30(1): 291-294.

[ 10 ] 郭 慧. 连翘化学成分研究[ D ]. 北京大学博士学位论文, 2006, 5.

[ 11 ] 明东升, 于德泉, 庾石山. 连翘中的两个新咖啡酰糖苷[ J ]. *亚洲天然产物研究杂志*, 1999, 1, 327-335.

[ 12 ] Shizuka K, Sueo H, Sansei N. Phenolic compounds from *Forsythia Leaves*[ J ]. *Phytochemistry*, 1984, 23(8): 1635-1636.

[ 13 ] Shizuka K, Sansei N, Renate B, *et al.* Phenolic compound from *Forsythia Leaves*. II [ J ]. *Chem. Pharm. Bull.*, 1988, 36(9): 3667-3670.

[ 14 ] 刘东雷, 张 杨, 徐绥绪, 等. 连翘中的苯乙醇苷类化合物[ J ]. *中国药学*, 1998, 7(2): 103-105.

[ 15 ] Maiada M. A. Rahman, Paul. M. Dewick, David E. Jackson, *et al.* Lignans of *Forsythia intermedia*[ J ]. *Phytochemistry*, 1990, 29(6): 1971-1980.

[ 16 ] 刘东雷, 徐绥绪, 王伟芳. 连翘中一个新木脂素单糖苷[ J ]. *中国药学*, 1998, 7(1): 49-50.

[ 17 ] 冷 光, 王海鸥, 明东升. 连翘中松脂素的分离鉴定和含量测定[ J ]. *山西医科大学学报*, 2003, 3(3): 227-228.

[ 18 ] Mariko C, Sueo H, Sansei N. Studies on the Chinese crude drug “*Forsythiae Fructus*” ( III ) On the constituents of Fruits of *Forsythia ciridissima* and *F. suspensa*[ J ]. *Shoyakugaku Zasshi*, 1978, 32(3): 194-197.

[ 19 ] K. Matsuo, T. Toloroyama, T. Kubota, Bitter constituents of *Forsythia viridissima*[ J ]. *Phytochemistry*, 1972, 11, 1522-1523.

[ 20 ] Kazuhiko S, Katsuya E, Hiroshi H. Structures of renyosides A, B and C, three glucosides of *Forsythia suspensa* fruits[ J ]. *Phytochemistry*, 1989, 28(5): 1495-1498.

[ 21 ] 刘 悦, 宋少江, 张国刚, 等. 连翘中的一个新化合物[ J ]. *沈阳药科大学学报*, 2003, 20(1): 48-49.

[ 22 ] 刘 悦, 宋少江, 徐绥绪, 等. 连翘化学成分的研究 I. II. *沈阳药科大学学报*. 2003. 20(2): 101-103.

[ 23 ] 胡旺云, 罗士德. 连翘中三个乙酰化三萜的分离和鉴定[ J ]. *中草药*, 1991, 22(4): 147-152.

[ 24 ] A. S. Shamsur Rouf, Yulihiro O. Mohammad A. Dammarane derivatives from the dried fruits of *Forsythia suspensa* [ J ]. *Phytochemistry*, 2001, 56, 815-818.

[ 25 ] Inouye H, Nishioka T. Uber die monoterpenglucoside und verwandte naturstoffe. XX[ J ]. *Chem Pharm Bull*, 1973, 21(3): 497-502.

[ 26 ] Soren D, Henrik F, Soren Rosendal J. Biosynthesis of iridoids in *Forsythia SPP*[ J ]. *Phytochemistry*, 1994, 37(1): 173-178.

[ 27 ] 王 静, 彭树林, 王明奎等. 金丝桃的化学成分[ J ]. *中国中药杂志*, 2002, 27(2): 120-122.

[ 28 ] 林丽美. 以银翘药对为对象探讨建立中药药效物质基础发现的新模式[ J ]. *中国中医科学院博士学位论文*, 2008, 5.

- [29] 何新新,王伊鹏,吴 忠,等.不同产地连翘挥发油成分分析[J].中药材,2000,23(7):397-398.
- [30] 明东升,于德泉,庾石山.连翘中的新醌式糖苷[J].天然产物杂志,1998,61,377-379.
- [31] 刘 悦,宋少江,张国刚,等.连翘中的一个新化合物(II)[J].中国药物化学杂志,2003,13(2):108-109.
- [32] Hiromu K, Mitsuo M, Kaname H. 3-Ethyl-7-hydroxyphthalide from *Forsythia japonica*[J]. *Phytochemistry*, 1975, 14, 1676-1677.
- [33] 明东升,于德泉,庾石山.连翘中的新呋喃单内酯[J].亚洲天然产物研究杂志,1999,1,221-226.