

## 核桃楸的化学成分研究进展

沈广志, 邹桂华, 梁婷, 梁启超, 吴宜艳\*  
(牡丹江医学院药学院, 黑龙江牡丹江 157011)

**[摘要]** 核桃楸具有很好的药用价值,其树皮、叶和果实多可入药。系统查阅近20年国内外有关核桃楸的研究报道,对核桃楸的化学成分、生物活性进行了综述。目前为止,从核桃楸中分离得到的化学成分主要有黄酮类、醌衍生物、酚类、萜类和挥发油等。药理学研究表明,无论是核桃楸粗提物还是其中所包含的具体的化学成分都表现出较好的消炎、止痛、抗肿瘤、抗氧化和抗病毒等生物活性。目前对核桃楸的化学成分和药理作用方面取得了一定的进展,但是缺少对其有效成分作用机制的深入研究。所以,对核桃楸的化学成分和作用机制进一步研究将有利于开发新的药物和充分利用天然药物资源。

**[关键词]** 核桃楸; 化学成分; 生物活性

**[中图分类号]** R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2015)17-0219-06

**[doi]** 10.13422/j.cnki.syfjx.2015170219

**Chemical Constituents of *Juglans mandshurica*** SHEN Guang-zhi, ZOU Gui-hua, LIANG Ting, LIANG Qi-chao, WU Yi-yan\* (School of Pharmacy, Mudanjiang Medical University, Mudanjiang 157011, China)

**[Abstract]** *Juglans mandshurica* has a high medical value, because its barks, leaves and fruits can be used as medicines. In this study, chemical components of *J. mandshurica* and bioactivities were reviewed based on the domestic and foreign literatures in the past 20 years. So far, flavones, quinines, polyphenols, terpenoids, volatile oils and other chemical constituents have been isolated from *J. mandshurica*. According to pharmacological studies, both its crude extracts and specific chemical constituents show good bioactivities, including anti-inflammatory, analgesic, anti-tumor, antioxidant and antiviral effects. Currently, despite some advances in its chemical constituents and pharmacological activities of *J. mandshurica*, there is still no intensive study on the action mechanism of its effective constituents. Therefore, further studies will be conducive to developing new medicines and making the most use of natural medical resources.

**[Key words]** *Juglans mandshurica*; chemical constituent; bioactivity

核桃楸 *Juglans mandshurica* 又名胡桃楸、山核桃。其树皮、果实和叶均可入药,主要分布于我国东北、华北、河北等地区<sup>[1]</sup>。目前,从核桃楸中分离得到的化合物有黄酮类、醌衍生物、酚类、挥发油和多糖等。研究表明,核桃楸具有抗菌、消炎、抗氧化和抗肿瘤等生物活性<sup>[2-3]</sup>。随着人们对天然植物的研究越来越普遍和广泛,对于药用植物的研究与开发也日益热门<sup>[4]</sup>。近年来,国内外学者关于核桃楸化学成分和药理活性的研究报道越来越多,发现核桃楸粗提物和其所含的化学成分都具有很好的生物活性。本文从核桃楸中分离得到的化合物成分入手,分类对这些化合物进行总结,并

对其生物活性进行简要概括。

### 1 化学成分及生物活性

**1.1 黄酮类化合物** 从核桃楸皮中首先提取得到4个黄酮类化合物,分别为双氢槲皮素(taxifolin, **1**),槲皮苷(quercitrin, **2**),阿福豆苷(afzelin, **3**)和杨梅苷(myricitrin, **4**)<sup>[5]</sup>。此后,从核桃楸皮中分离得橙皮素(hesperetin, **5**),柚皮素(naringenin, **6**),杨梅素(myricetin, **7**),槲皮素(quercetin, **8**),山柰酚(kaempferol, **9**),短叶松素(pinobanksin, **10**),花旗松素(taxifolin, **11**),蛇葡萄素(ampelopsin, **12**),紫云英苷(astragaloside, **13**)和异槲皮苷

**[收稿日期]** 20141126(011)

**[基金项目]** 黑龙江省大学生创新创业训练计划项目(201410229023);黑龙江省教育厅科研项目(12531742);牡丹江医学院科研项目(ZS201328);牡丹江医学院学生科研项目(201406)

**[第一作者]** 沈广志,硕士,讲师,从事药物化学教学和科研工作, Tel:0453-6984380, E-mail:yx361@163.com

**[通讯作者]** \*吴宜艳,硕士,教授,从事天然药物化学教学和科研工作, Tel:0453-6984686, E-mail:wyy6582222@163.com

(isoquercitrin, **14**)<sup>[6-8]</sup>。研究发现槲皮素具有抗肿瘤、镇痛和抗病毒等多种生物活性;杨梅素具有降血糖、抗氧化和抗肿瘤等作用;柚皮素具有降血脂、抗动脉粥样硬化、治疗高血糖和抗肿瘤等生物活性;橙皮素具有抗氧化、抗炎、抗过敏、降血脂、抑制皮肤瘤、降低胆固醇和治疗糖尿病等生物活性<sup>[7-9]</sup>。曹治家等<sup>[10]</sup>从核桃楸皮中分离得到 2 种黄酮类化合物木犀草素(luteolin, **15**)和刺芒柄花素(formononetin, **16**),采用 MTT 法评价其体外抗肝癌活性,发现木犀草素对肝癌细胞 HepG2 的 IC<sub>50</sub> 达到(103.32 ± 21.34) μmol·L<sup>-1</sup>,对肝组织细胞 LO<sub>2</sub> 的 IC<sub>50</sub> 达到(131.13 ± 13.48) μmol·L<sup>-1</sup>;刺芒柄花素对肝癌细胞 HepG2 的毒性作用较小,其 IC<sub>50</sub> > 200 μmol·L<sup>-1</sup><sup>[11]</sup>。另外,木犀草素还具有抗氧化、抗炎、抗肿瘤和清除自由基的作用。利用硅胶柱色谱等方法从核桃楸树皮中分离得到双氢山柰酚

(**17**),山柰酚-3-*O*- $\alpha$ -*L*-鼠李糖苷(**18**),槲皮素-3- $\alpha$ -*L*-鼠李糖苷(**19**),柚皮素-7-*O*- $\beta$ -*D*-葡萄糖苷(**20**)<sup>[11-12]</sup>。

从胡桃楸青果皮乙醇提取物的乙酸乙酯部分中分离得到汉黄芩素(wogonin, **21**),山姜素(alpinetin, **22**),5-羟基-6,7-二甲氧基二氢黄酮(onysilin, **23**),5-羟基-7,8-二甲氧基二氢黄酮(**24**),球松素(pinostrobin, **25**)<sup>[13]</sup>。见表 1,图 1。

从核桃楸叶中分离得到槲皮素-3-*O*- $\beta$ -*D*-半乳糖苷(**26**),槲皮素(**8**),山柰酚(**9**),山柰酚-3-*O*- $\beta$ -*D*-葡萄糖苷(**27**),山柰酚-3-*O*- $\beta$ -*D*-半乳糖苷(**28**),淫羊藿苷 C(**29**)<sup>[14]</sup>。任晓蕾等<sup>[15]</sup>对不同采集时间核桃楸不同药用部位总黄酮的含量进行测定及分析,按每个采收时间分析,发现各药用部位总黄酮含量均呈现叶 > 皮 > 茎的规律。孙墨珑等<sup>[16]</sup>测得总黄酮的含量均有树叶 > 树皮 > 外果皮的趋势。

表 1 核桃楸中的黄酮类化合物

Table 1 Flavonoids in *Juglans mandshurica*

No	化合物	结构	取代基								
			R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	
1	双氢槲皮素	B	OH	OH	H	OH	H		H	OH	OH
2	槲皮苷	A	Rha	OH	H	OH	H		OH	OH	H
3	阿福豆苷	A	Rha	OH	H	OH	H		H	OH	H
4	杨梅苷	A	Rha	OH	H	OH	H		OH	OH	OH
5	橙皮素	A	H	OH	H	OH	H		H	OCH <sub>3</sub>	OH
6	柚皮素	B	H	OH	H	OH	H		H	OH	H
7	杨梅素	A	OH	OH	H	OH	H		OH	OH	OH
8	槲皮素	A	OH	OH	H	OH	H		OH	OH	H
9	山柰酚	A	OH	OH	H	OH	H		H	OH	H
10	短叶松素	B	OH	OH	H	OH	H		H	H	H
11	花旗松素	B	OH	OH	H	OH	H		OH	OH	H
12	蛇葡萄素	B	OH	OH	H	OH	H		OH	OH	OH
13	紫云英苷	A	Glc	OH	H	OH	H		H	OH	H
14	异槲皮苷	A	Glc	OH	H	OH	H		OH	OH	H
15	木犀草素	A	H	OH	H	OH	H		OH	OH	H
16	刺芒柄花素	C	<i>p</i> -PhOCH <sub>3</sub>	H	H	OH	H				
17	双氢山柰酚	B	OH	OH	H	OH	H		H	OH	H
18	山柰酚-3- <i>O</i> - $\alpha$ - <i>L</i> -鼠李糖苷	A	Rha	OH	H	OH	H		H	OH	H
19	槲皮素-3- $\alpha$ - <i>L</i> -鼠李糖苷	A	Rha	OH	H	OH	H		OH	OH	H
20	柚皮素-7- <i>O</i> - $\beta$ - <i>D</i> -葡萄糖苷	B	H	OH	H	Glc	H		H	OH	H
21	汉黄芩素	A	H	OH	H	OH	OCH <sub>3</sub>		H	H	H
22	山姜素	A	H	OCH <sub>3</sub>	H	OH	H		H	H	H
23	5-羟基-6,7-二甲氧基二氢黄酮	A	H	OH	OCH <sub>3</sub>	OCH <sub>3</sub>	H		H	H	H
24	5-羟基-7,8-二甲氧基二氢黄酮	A	H	OH	H	OCH <sub>3</sub>	OCH <sub>3</sub>		H	H	H
25	球松素	A	H	OH	H	OCH <sub>3</sub>	H		H	H	H
26	槲皮素-3- <i>O</i> - $\beta$ - <i>D</i> -半乳糖苷	A	Gal	OH	H	OH	H		OH	OH	H
27	山柰酚-3- <i>O</i> - $\beta$ - <i>D</i> -葡萄糖苷	A	Glc	OH	H	OH	H		H	OH	H
28	山柰酚-3- <i>O</i> - $\beta$ - <i>D</i> -半乳糖苷	A	Gal	OH	H	OH	H		H	OH	H
29	淫羊藿苷 C	A	OH	OH	H	Glc	CH <sub>2</sub> CH = C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>		H	OH	H

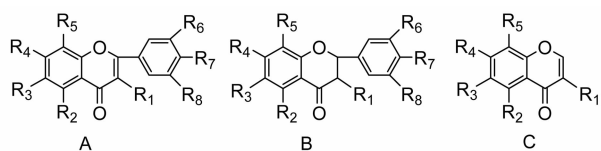


图 1 核桃楸中黄酮类化合物结构类型

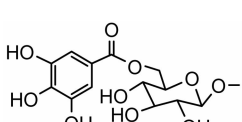
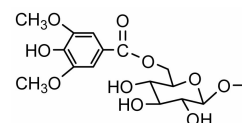
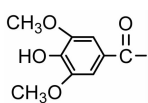
Fig. 1 Structural formulas of flavonoids from *Juglans mandshurica*

1.2 醌衍生物 从核桃楸皮水提液中分离得到 8-羟基蒽醌-1-羧酸(30), 4, 5, 8-三羟基- $\alpha$ -萘醌-5-O- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷(31), 4, 5, 8-三羟基- $\alpha$ -萘醌-5-O- $\beta$ -D-(6'-O-没食子酰基)葡萄糖苷(32)<sup>[12]</sup>。王金兰等<sup>[12]</sup>利用硅胶柱色谱等方法从核桃楸树皮分离得到 4, 5, 8-三羟基- $\alpha$ -四氢萘醌-5-O- $\beta$ -D-[6'-O-(3'', 5''-二甲氧基-4''-羟基苯甲酰基)]吡喃葡萄糖苷(33)。从核桃楸树皮还分离得到 4, 8-二羟基萘醌-1-O- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷(34), 4, 8-二羟基萘醌-1-O- $\beta$ -D-[6'-O-(3'', 5''-二甲氧基-4''-羟基苯甲酰基)]吡喃葡萄糖苷(35)<sup>[11]</sup>。见表 2, 图 2。

采用超声波提取法浸提核桃楸样品(核桃楸的树叶, 树皮和外果皮)得到黄色针状结晶胡桃醌(juglone, 36)<sup>[11]</sup>, 核桃楸中胡桃醌的含量均有外果皮 > 树叶 > 树皮的趋势<sup>[16]</sup>。

表 2 核桃楸中的醌衍生物

Table 2 Quinones in *Juglans mandshurica*

No	化合物	结构	取代基			
			R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
30	8-羟基蒽醌-1-羧酸	D	COOH	H	H	OH
31	4, 5, 8-三羟基- $\alpha$ -萘醌-5-O- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷	A	OH	Glc	H	OH
32	4, 5, 8-三羟基- $\alpha$ -萘醌-5-O- $\beta$ -D-(6'-O-没食子酰基)葡萄糖苷	A	OH		H	OH
33	4, 5, 8-三羟基- $\alpha$ -四氢萘醌-5-O- $\beta$ -D-[6'-O-(3'', 5''-二甲氧基-4''-羟基苯甲酰基)]吡喃葡萄糖苷	A	OH	OH		OH
34	4, 8-二羟基萘醌-1-O- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷	E	H	-	-	-
35	4, 8-二羟基萘醌-1-O- $\beta$ -D-[6'-O-(3'', 5''-二甲氧基-4''-羟基苯甲酰基)]吡喃葡萄糖苷	E		-	-	-
36	胡桃醌	B	H	H	OH	-
37	2-乙氧基胡桃醌	B	OCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	H	OH	-
38	3-乙氧基胡桃醌	B	H	OCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	OH	-
39	(4S)-4-羟基-1-四氢萘醌	A	OH	H	H	H
40	大黄素	D	OH	CH <sub>3</sub>	OH	OH
41	山核桃醌	E	CH <sub>3</sub> CO	-	-	-
42	$\alpha$ -羟基-四氢萘醌	C	H	H	OH	-
43	(4R)-4-乙氧基-5-羟基- $\beta$ -四氢萘醌	A	OCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	OH	H	H
44	核桃醌	A	OH	H	H	OH

胡桃醌为抗肿瘤作用研究的热点, 对小鼠自发性乳腺癌和移植性乳腺癌有明显抗癌活性, 对人胃癌细胞 SGC-7901 增殖的抑制作用最强; 另外, 胡桃醌具有杀虫活性, 治疗牙周炎具有明显的效果<sup>[16-19]</sup>。Li He-ran 等<sup>[17]</sup>从核桃中分离得到胡桃醌(36), 2-乙氧基胡桃醌(37), 3-乙氧基胡桃醌(38), (4S)-4-羟基-1-四氢萘醌(39), 大黄素(emodin, 40), 发现 2-乙氧基胡桃醌具有较强的抑制大鼠巨噬细胞 NO 生成的作用; 大黄素具有多种生物活性, 如血管舒张作用、免疫抑制作用、保肝作用和抗肿瘤作用。从核桃仁中分离得到一种棕黄色粉末, 经鉴定为 4, 8-二羟基萘醌-1-O- $\beta$ -D-(6'-乙酰氧基)吡喃葡萄糖苷, 命名为山核桃醌(juglamanol, 41)<sup>[11]</sup>。

从核桃楸干树皮中提取得到  $\alpha$ -羟基基-四氢萘醌(reginolone, 42), 胡桃醌(36), 经 MTT 实验筛选, 发现胡桃醌、 $\alpha$ -羟基-四氢萘醌对人胃癌细胞 SGC-7901 增殖的抑制作用明显, 且随着作用时间的增长而抑制作用逐渐加强<sup>[16, 19]</sup>。此外, 高小宁等<sup>[20]</sup>采用柱色谱分离法, 从核桃青皮醇提取物中分离得到一个新四氢萘醌化合物(4R)-4-乙氧基-5-羟基- $\beta$ -四氢萘醌(juglone A, 43)。核桃楸中核桃醌(regiolone, 44)对 HeLa, HepG2 和 HL-60 癌细胞体外毒作用明显<sup>[21]</sup>。

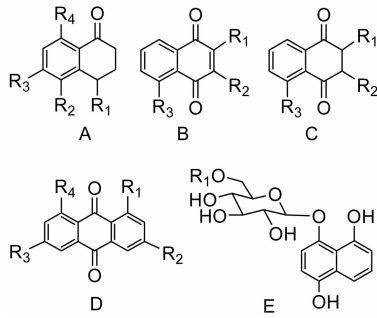


图 2 核桃楸中醌衍生物结构类型

Fig. 2 Structural formulas of quinones from *Juglans mandshurica*

1.3 酚类化合物 鞣花酸 (ellagic acid, 45) 是一种天然多酚组分, 存在于核桃楸皮中。通过 MTT 试验, Western Blotting 法和流式细胞术发现鞣花酸对前列腺癌 PC3 有抑制作用<sup>[22]</sup>, 鞣花酸可能成为具有抗前列腺癌前景的药物。

表 3 核桃楸中的酚类化合物

Table 3 Polyphenols in *Juglans mandshurica*

No	化合物	结构	取代基				
			R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>
45	鞣花酸	A	H	H	-	-	-
46	3,3'-二甲氧基鞣花酸	A	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	-	-	-
47	没食子酸	B	OH	OH	OH	H	-
48	1,2,6-三没食子酰葡萄糖	C	galloyl	galloyl	H	H	galloyl
49	1,3,6-三没食子酰葡萄糖	C	galloyl	H	galloyl	H	galloyl
50	1,2,4,6-四没食子酰葡萄糖	C	galloyl	galloyl	H	galloyl	galloyl
51	1,2,3,4,6-五没食子酰葡萄糖	C	galloyl	galloyl	galloyl	galloyl	galloyl
52	1,2,3,6-四没食子酰基葡萄糖	C	galloyl	galloyl	galloyl	H	galloyl
53	香草酸	B	OCH <sub>3</sub>	OH	H	H	-
54	4'-羟基-2',6'-二甲氧基苯基-1-O-β-D-(6-O-syringoyl)吡喃葡萄糖苷	D	OCH <sub>3</sub>	OH	OCH <sub>3</sub>	-	-
55	2'-羟基-4'-对甲氧基酚基-1-O-β-D(6-O-syringoyl)吡喃葡萄糖苷	D	OH	OCH <sub>3</sub>	H	-	-
56	4'-羟基-2'-对甲氧基酚基-1-O-β-D(6-O-syringoyl)吡喃葡萄糖苷	D	OCH <sub>3</sub>	OH	H	-	-
57	3-甲氧基-4-羟基苯甲酸乙酯	B	OCH <sub>3</sub>	OH	H	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub>	-
58	3,4-二羟基苯甲酸乙酯	B	OH	OH	H	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub>	-

1.4 其他 核桃楸叶中含有萜类化合物松香芹酮 (pinocarvone, 59), 松香芹醇 (pinocarveol, 60), α-派烯 (61), β-派烯 (62), 1,8-桉油精 (63), 桃金娘烯醛 (myrtenal, 64), 马鞭草烯醇 (verbenol, 65), 马鞭草烯酮 (verbenone, 66), 萜品油烯 (terpinolene, 67), 白桦酸 (betulinic acid, 68) 及 (E)-4,8-二甲基-1,3,7-三烯。还含有甾体化合物 β-谷甾醇 (β-sitosterol, 69), 胡萝卜苷 (daucosterin, 70) 等<sup>[11,13-14]</sup>。见图 4。

核桃楸外果皮主要挥发性成分有石竹烯 (caryophyllene, 71), 氧化石竹烯 (caryophyllene oxide, 72), β-桉叶醇 (β-eudesmol, 73), 植醇 (phytol, 74), 橙花叔醇 (nerolidol, 75), 棕榈酸甲酯 (methyl hexadecanoate), 乙酸二乙基丁酯, 1-(1,5-

从核桃楸树皮还分离得到 3,3'-二甲氧基鞣花酸 (46)<sup>[11,19]</sup>。司徒领等<sup>[7-8]</sup>从核桃楸树皮中分离得到没食子酸 (gallic acid, 47), 鞣花酸 (45), 1,2,6-三没食子酰葡萄糖 (48), 1,3,6-三没食子酰葡萄糖 (49), 1,2,4,6-四没食子酰葡萄糖 (50) 及 1,2,3,4,6-五没食子酰葡萄糖 (51)。Ngoc 等<sup>[23]</sup>从核桃楸皮中分离得到 2 个多酚类化合物 1,2,6-三没食子酰葡萄糖 (48) 和 1,2,3,6-四没食子酰基葡萄糖 (52)。另外, 还从核桃楸皮中分离得到香草酸 (vanillic acid, 53), 4'-羟基-2',6'-二甲氧基苯基-1-O-β-D-(6-O-syringoyl)吡喃葡萄糖苷 (54), 2'-羟基-4'-对甲氧基酚基-1-O-β-D(6-O-syringoyl)吡喃葡萄糖苷 (55), 4'-羟基-2'-对甲氧基酚基-1-O-β-D(6-O-syringoyl)吡喃葡萄糖苷 (56)<sup>[12,24]</sup>。见表 3, 图 3。

从胡桃楸青果皮乙醇提取物的乙酸乙酯部分中分离得到 3-甲氧基-4-羟基苯甲酸乙酯 (57), 3,4-二羟基苯甲酸乙酯 (58)<sup>[13]</sup>。从核桃仁中分离得到水杨梅丁素, 木麻黄素, 皱褶菌素 F, 刺玫果素等<sup>[25-26]</sup>。

二甲基-4-己烯基)-4-甲苯, 1,4-二甲氧基萘, 苯甲醇, 1,4-二甲基-8-异亚丙基三环 [5.3.0.0(4.10)] 癸烷等。其中倍半萜类的石竹烯具有平喘作用, 是治疗老年慢性支气管炎的有效成分之一; 氧化石竹烯具有抗菌消炎、抗真菌和抗胃溃疡等活性<sup>[27-28]</sup>。从核桃楸青果皮乙醇提取物的乙酸乙酯部分中分离得到邻苯二甲酸酯类化合物 [如邻苯二甲酸二丁酯 (dibutyl phthalate)] 具有抗氧化、抗癌、抗菌及驱虫避蚊等活性。另外, 还从核桃楸皮中分离出含氟酯类、脲类化合物, 在一般植物的挥发油中较罕见, 有待深入研究。核桃楸不同药用部位中鞣质含量有明显差别, 整体顺序为叶 > 果皮 > 树皮 > 茎枝; 不同采集时期果皮、树皮、茎枝中鞣质含量整体呈

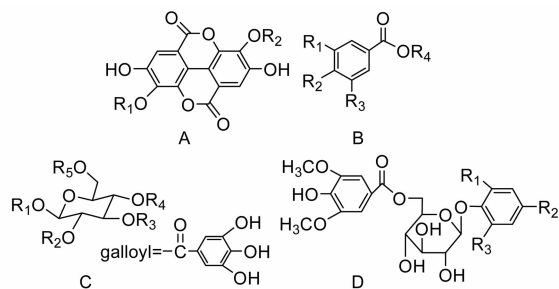


图3 核桃楸中酚类化合物结构类型

Fig. 3 Structural formulas of polyphenols from *Juglans mandshurica*

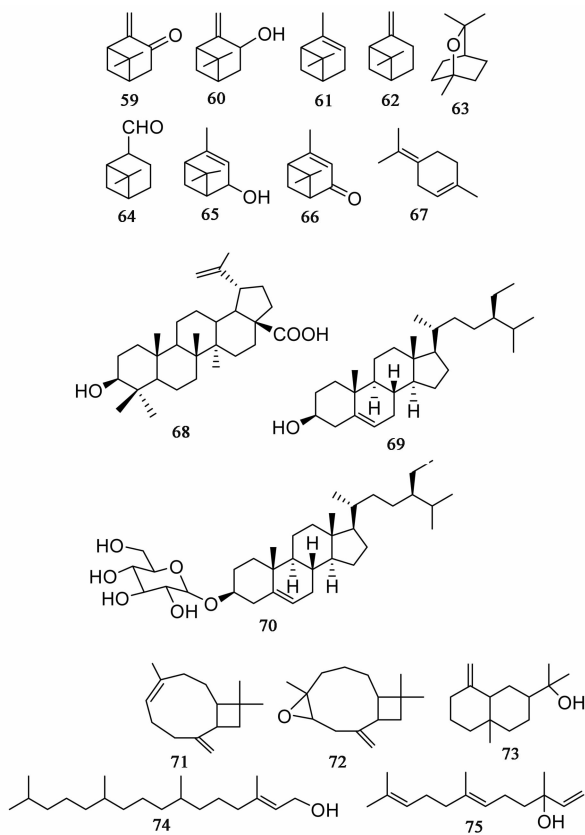


图4 核桃楸中萜类和甾体化合物结构

Fig. 4 Structural formulas of other compounds from *Juglans mandshurica*

现下降趋势,叶中鞣质含量呈现上升趋势<sup>[29-30]</sup>。核桃种皮多糖对大肠埃希菌具有抑制作用,最小抑制浓度 MIC 为 400 mg·L<sup>-1</sup><sup>[31]</sup>;核桃楸多糖还具有抗氧化活性。核桃楸根中含有桉烷-4 $\alpha$ ,11-二醇具有细胞毒性。核桃楸果中含有钾、钠、钙、锌、铜、硒、镁、铁、锰等金属元素<sup>[32-33]</sup>。

## 2 展望

核桃楸作为中药材具有资源丰富,良好生物活性的优势。作为一种传统的中药材,随着化学分析技术的不断发展,核桃楸的研究利用将具有广阔的应用前景。本文对核桃楸的化学成分及生物活性进行综述,为进一步开发利用该资

源提供有力的参考价值。

## [参考文献]

- [1] 赵守讯,黄泰康,丁志遵,等. 中药辞海. 第3卷[M]. 北京:中国医药科技出版社,1996;2007-2008.
- [2] 刘畅,周晓棉,孙非非,等. 胡桃楸提取物的抗肿瘤作用[J]. 沈阳药科大学学报,2013,30(10):799-802.
- [3] 李福双,申健,谭桂山. 胡桃属植物化学成分及药理作用研究进展[J]. 中成药,2007,29(10):1490-1495.
- [4] 沈广志,金艳霞,于春光. 大孔树脂纯化核桃楸总黄酮工艺的研究[J]. 医药导报,2012,31(4):477-479.
- [5] Byung-Sun M, Norio N, Hirotugu M, et al. Inhibition of human immunodeficiency virus type 1 reverse transcriptase and ribonuclease H activities by constituents of *Juglans mandshurica* [J]. Chem Pharm Bull, 2000, 48(2):194-200.
- [6] 方薇,王一男,蔡小燕,等. 正交试验优选核桃楸皮中有效成分的提取工艺[J]. 山东大学学报,2013,48(11):23-26.
- [7] 司传领,王丹,金辰奎,等. 核桃楸树皮的没食子酸、鞣花酸及水解单宁成分研究[J]. 林产化学与工业, 2007, 27(增刊):8-10.
- [8] Si C L, Liu Z, Hui L F, et al. Chemical constituents and antioxidant activities of the extractives from *Juglans mandshurica* Maxim. bark [J]. Chem Ind For Prod, 2008, 28(1):29-32.
- [9] Wu Y Y, Liang Q C, Zheng K W, et al. Anti-proliferative activity of methanol extract from bark of *Juglans mandshurica* in gastric cancer SGC-7901 cells [J]. 时珍国医国药, 2012, 23(10):2598-2600.
- [10] 曹治家,蔡小燕,方薇,等. 核桃楸皮化学成分的鉴定及其抗肝癌活性成分筛选[J]. 山东医药, 2014, 54(29):1-3.
- [11] 王金兰,张叔霞,李铁军,等. 山核桃树皮化学成分研究[J]. 中草药, 2008, 39(4):490-493.
- [12] 石建辉,王金辉,袁征,等. 核桃楸皮的化学成分[J]. 沈阳药科大学学报, 2006, 23(8):501-513.
- [13] 李静,徐康平,邹辉,等. 胡桃楸青果皮化学成分研究[J]. 中南药学, 2013, 11(1):1-3.
- [14] 常仁龙,孙佳明,张博,等. 核桃树叶化学成分研究[J]. 中成药, 2009, 31(7):1082-1085.
- [15] 任晓蕾,曹贵阳,初东君,等. 不同药用部位总黄酮含量测定及变化规律[J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(24):104-106.
- [16] 孙墨珑,宋湛谦,方桂珍. 核桃楸总黄酮及胡桃醌含量测定[J]. 林产化学与工艺, 2006, 26(2):93-95.
- [17] Li H R, Yang Z G, Wang J, et al. Naphthoquinones from twigs of walnut (*Juglans regia*) and their inhibition on

- nitric oxide synthesis [J]. Nat Prod Res Dev, 2006, 18 (6):363-365.
- [18] 许绍惠, 许泓. 胡桃属植物毒性成分及其应用 [J]. 沈阳农业大学学报, 1990, 21(2):167-170.
- [19] 罗庆东, 张春庆, 周丽. 核桃楸树皮不同成分对人胃癌细胞 SGC-7901 增殖的影响 [J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2010, 31(20):3195-3198.
- [20] 高小宁, 孙晓飞, 黄国兴. 核桃楸青皮中的一个新四氢萜酮化合物 [J]. 中成药, 2013, 35(7):1487-1489.
- [21] Li Y X, Ruan H L, Zhou X F, et al. Cytotoxic diarylheptanoids from pericarps of *Juglans cathayensis* Dode [J]. Chem Res Chin Univer, 2008, 24 (4): 427-429.
- [22] Arshi M, Sarah A, Mohammad S, et al. Influence of ellagic acid on prostate cancer cell proliferation [J]. As Pacif J Trop Med, 2011(7):550-555.
- [23] Ngoc T M, Hung T M, Thuong P T. Antioxidative activities of galloyl glucopyranosides from the stem-bark of *Juglans mandshurica* [J]. Biosci Biotechnol Biochem, 2008, 72(8):2158-2163.
- [24] Koichi M, Yukiko Y, Sakiko M, et al. A new phenolic glycoside syringate from the bark of *Juglans mandshurica* Maxim. var. *sieboldiana* Makino [J]. Nat Med (Tokyo), 2009, 63(2):220-222.
- [25] 金哲雄, 曲中原. 核桃仁可水解丹宁成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2007, 32(15):1541-1544.
- [26] 金哲雄, 曲中原. 核桃仁可水解丹宁成分研究 II [J]. 中国中药杂志, 2008, 33(14):1705-1707.
- [27] 王淑萍, 孟祥颖, 齐晓丽, 等. 核桃楸皮挥发油化学成分分析 [J]. 分析化学, 2005, 33(7):961-964.
- [28] 王宏歌, 孙墨珑. 核桃楸外国皮挥发性成分的 GC-MS 分析及其抑菌活性 [J]. 江苏农业科学, 2013, 41(3): 272-274.
- [29] 霍金海, 初东君, 孙国东, 等. 核桃楸不同药用部位中鞣质含量的动态变化分析 [J]. 中药材, 2013, 36(5): 1579-1581.
- [30] 尚作华, 霍金海, 王伟明. 核桃楸叶总鞣质的大孔树脂纯化工艺考察 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(16):36-38.
- [31] 刘安军, 李海燕, 王云霞, 等. 核桃种皮多糖抑制大肠杆菌的研究 [J]. 现代食品科技, 2011, 27(1):29-31.
- [32] 林奎善, 崔花玉, 韩春姬, 等. 核桃楸果中微量元素的分析 [J]. 微量元素与健康研究, 1999, 16(2):49-50.
- [33] 周靖, 尹泳彪, 邵艳秋, 等. 山核桃青果中矿物元素的测定 [J]. 牡丹江师范学院学报, 2001(4):19-20.

[责任编辑 邹晓翠]