

睡莲属植物化学成分及生物活性研究进展

赵 军^{1,2*}, 徐 芳¹, 吉腾飞², 顾政一¹, 李晨阳¹

¹新疆维吾尔自治区药物研究所维吾尔药重点实验室, 乌鲁木齐 830004; ²中国医学科学院北京协和医学院药物研究所 天然药物活性成分与功能国家重点实验室, 北京 100050

摘要: 本文综述了睡莲属植物所含的黄酮及酚酸等化学成分, 以及其抗氧化、抗菌、抗炎、抗辐射、降血压和降血糖等多方面的生物活性, 以期为睡莲属植物的开发利用提供一定的科学依据。

关键词: 睡莲属; 化学成分; 生物活性; 综述

中图分类号: Q946.91

文献标识码: A

Advances in the Study on Chemical Constituents and Biological Activities in *Nymphaea* Genus

ZHAO Jun^{1,2*}, XU Fang¹, JI Teng-fei¹, GU Zheng-yi¹, LI Chen-yang¹

¹Xinjiang Key Laboratory for Uighur Medicines, Xinjiang Institute of Materia Medica, Urumqi 830004, China;

²State Key Laboratory of Bioactive Substance and Function of Natural Medicines, Institute of Materia Medica, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100050, China

Abstract: The study on chemical constituents of *Nymphaea* was reviewed in this paper, flavonoids and phenolic acids are rich in *Nymphaea* genus. The article introduces biological activities of *Nymphaea* such as anti-bacterial, antioxidant, anti-inflammatory, antiradiation, hepatoprotective, hyperglycemic and hypotensive effect also.

Key words: *Nymphaea* genus; chemical compounds; pharmacological activity; review

睡莲属 *Nymphaea* 为睡莲科 *Nymphaeaceae* 多年生水生草本植物, 广泛分布于温带及热带地区。睡莲属植物在民间有着悠久的药用历史, 其中雪白睡莲花 *Nymphaea candida* 是我国维吾尔族人民的传统药材, 它的干燥花蕾已被收入《中华人民共和国卫生部药品标准维吾尔药分册》中, 用于感冒发烧、头痛咳嗽、心悸不安、咽痛等病症的治疗^[1]。近年来研究发现该属植物具有抗氧化、抗菌、抗炎、抗辐射、降血糖和降血压等多种生物活性, 黄酮及酚酸类化合物是其主要的特征性成分。本文对睡莲属植物的化学成分及生物活性的研究进展做一综述, 以期为该属植物资源的开发利用提供参考。

1 生物学特性及资源分布

睡莲属植物根茎肥厚, 叶二型, 浮水叶圆形或卵形, 基部具弯缺, 心形或箭形, 常无出水叶; 沉水叶薄

膜质, 质脆。花大形, 浮在或高于水面; 萼片 4, 近离生; 花瓣白色、黄色、粉色或蓝色, 12~32, 多成轮; 花柱头成凹入柱头盘; 浆果海绵状, 不规则开裂, 水面下成熟; 种子坚硬, 为胶质物包裹, 有肉质假种皮, 胚小。该属植物多生长在池沼地, 也是睡莲科中分布最广的一属, 除南极之外, 世界各地皆可找到睡莲的踪迹。目前在全世界约有 35 种, 我国原产 5 种: 白睡莲、雪白睡莲、延药睡莲、睡莲、柔毛齿叶睡莲, 国内各省区均有栽培, 主供观赏^[2]。

白睡莲 *N. alba*, 叶全缘或具波状钝齿, 两面无毛; 花瓣白色; 萼片脱落或花期后腐烂; 内轮雄蕊花丝丝状, 柱头扁平; 根茎匍匐。主产于我国的河北、山东、陕西和浙江等地, 在印度、欧洲及高加索地区也有分布。

雪白睡莲 *N. candida*, 内轮花丝披针形; 柱头深凹; 萼片矩圆状卵形; 根茎直立或斜生; 余同白睡莲。主产于我国新疆的南部地区, 在西伯利亚、中亚、欧洲也有分布。

延药睡莲 *N. stellata*, 叶全缘或具波状钝齿, 两面无毛; 花瓣白色带青紫、鲜蓝色或紫红色; 萼片宿

收稿日期: 2013-09-24 接受日期: 2013-12-20

基金项目: 中国医学科学院 & 北京协和医学院药物研究所天然药物活性成分与功能国家重点实验室项目

* 通讯作者 Tel: 86-991-2320227; E-mail: zhaojun21.cn@163.com

存。主产于我国的湖北、广东、海南及云南南部地区,国外主要分布在印度、越南、缅甸、泰国及非洲中部等地。

睡莲 *N. tetragona*, 叶全缘或具波状钝齿, 两面无毛; 花瓣白色; 萼片宿存。大部分原产北非和东南亚热带地区, 少数产于南非、欧洲和亚洲的温带和寒带地区, 日本、朝鲜、印度、前苏联、西伯利亚及欧洲等地。

柔毛齿叶睡莲 *N. lotus*, 叶边缘有不等三角状锐齿, 下面密生柔毛、微柔毛或近无毛; 花瓣白色、红色

或粉色。在我国主要分布云南南部、台湾, 常见于南亚、东南亚等地区, 在澳洲东北部、新内几亚也可见。

2 化学成分

睡莲属植物包括黄酮、酚酸、生物碱、木脂素及多糖等多种类型化合物。

2.1 黄酮类及酚酸类

从睡莲属植物中共分离的到的黄酮类及酚酸类化合物 70 余个, 分别为黄酮、黄酮醇及异黄酮类, 见表 1。

表 1 睡莲属植物中的黄酮类及酚酸类化合物

Table 1 Flavonoids and phenolic acid compounds in *Nymphaea* genus

No.	Chemical compounds	Sources	Ref
1	apigenin	<i>N. alba</i>	[3]
2	kaempferol	<i>N. alba</i> , <i>N. candida</i>	[3, 4]
3	kaempferol 3- <i>O</i> - β -D-glucoside	<i>N. candida</i> , <i>N. caerulea</i>	[4, 5]
4	kaempferol 3- <i>O</i> - α -L-rhamnopyranoside	<i>N. candida</i> , <i>N. pulchella</i> , <i>N. odorata</i> , <i>N. caerulea</i>	[4, 12, 6, 11]
5	kaempferol 3- <i>O</i> -galactoside	<i>Nymphaea</i>	[7]
6	kaempferol 3- <i>O</i> - β -D-rutinoside	<i>N. candida</i>	[4]
7	kaempferol 7- <i>O</i> - β -D-glucoside-3- <i>O</i> - β -D-rutinoside	<i>N. candida</i> .	[4]
8	Kaempferol 3- (2''-acetyl-rhamnoside)	<i>N. caerulea</i>	[11]
9	kaempferol 3- <i>O</i> -(3''- <i>O</i> -acetyl)- α -L-rhamnoside	<i>N. Mexicana</i> , <i>N. caerulea</i>	[8, 5]
10	kaempferol 3- <i>O</i> -(2- <i>O</i> -acetyl- α -L-rhamnopyranoside)	<i>N. mexicana</i>	[8]
11	kaempferol 3- <i>O</i> -(2''- <i>O</i> -galloyl) rutinoside	<i>N. candida</i>	[4]
12	kaempferol 7- <i>O</i> -galloylgalactosyl-(1 \rightarrow 2)-rhamnoside	<i>Nymphaeae</i>	[7]
13	kaempferol 7- <i>O</i> -galactosyl-(1 \rightarrow 2)-rhamnoside	<i>Nymphaeae</i>	[7]
14	kaempferol 3- <i>O</i> -methyl ether	<i>N. stellata</i>	[14]
15	quercetin	<i>N. candida</i> , <i>N. x marliacea</i> , <i>N. hybrida</i> , <i>N. alba</i>	[4, 9, 10, 3]
16	quercetin 3- <i>O</i> - β -D- xyloside	<i>N. candida</i> , <i>N. ampla</i> , <i>N. marliacea</i>	[4, 12, 8]
17	quercetin 3'- <i>O</i> - β -D- xyloside	<i>N. x marliacea</i>	[9]
18	quercetin 4'- <i>O</i> - β -D- xyloside	<i>N. alba</i>	[3]
19	quercetin 3- <i>O</i> - α -L-rhamnopyranoside	<i>N. odorata</i> , <i>N. ampla</i> , <i>N. elegans</i> , <i>N. caerulea</i> , <i>N. elegans</i>	[6, 12, 12, 5, 11, 12]
20	quercetin 3- <i>O</i> - β -D-glucopyranoside	<i>N. ampla</i> , <i>N. hybrida</i> , <i>N. alba</i> , <i>N. caerulea</i>	[12, 10, 3, 5]
21	quercetin 3- <i>O</i> - β -D- galactopyranoside	<i>N. alba</i>	[3]
22	quercetin 3- methyl ether 4'- <i>O</i> - β -D-xyloside	<i>N. alba</i>	[3]
23	quercetin 3- methyl ether 3'- <i>O</i> - β -D-xyloside	<i>N. alba</i> , <i>N. caerulea</i> , <i>N. x marliacea</i>	[3, 19, 9]
24	quercetin 3- <i>O</i> - β -D- (3''- <i>O</i> -acetyl)- α -L- rhamnopyranoside	<i>N. mexicana</i> , <i>N. caerulea</i>	[8, 9, 5]
25	quercetin 3- <i>O</i> - β -D-(2''- <i>O</i> -acetyl)- α -L- rhamnopyranoside	<i>N. caerulea</i>	[11]

26	quercetin 3- <i>O</i> -(6''- <i>O</i> - acetyl)- β -D- galactopyranoside	<i>N. odorataa</i>	[6]
27	quercetin 7- <i>O</i> -galactoside	<i>Nymphae</i>	[7]
28	quercetin 7- <i>O</i> -galactosyl-(1 \rightarrow 2)- rhamnopyranoside	<i>Nymphae</i>	[7]
29	isorhamnetin 7- <i>O</i> -galactoside	<i>Nymphae</i>	[7]
30	isorhamnetin 7- <i>O</i> -xyloside	<i>Nymphae</i>	[7]
31	quercetin 3- <i>O</i> -acetylgalactoside	<i>Nymphae</i>	[7]
32	isokaempferide	<i>N. alba</i> , <i>N. x marliacea</i>	[3,9]
33	myricetin	<i>N. candida</i> , <i>N. hybrida</i>	[4,11]
34	myricetin 3- <i>O</i> - β -D- glucoside	<i>N. caerulea</i>	[5]
35	myricetin 3'- <i>O</i> - β -D- xyloside	<i>N. candida</i> , <i>N. x marliacea</i>	[4,9]
36	myricetin 3- <i>O</i> - α -L- rhamnopyranoside	<i>N. caerulea</i> , <i>N. odorataa</i>	[9,11,6]
37	myricetin 3- <i>O</i> - α -L- (2''- <i>O</i> -acetyl)- rhamnopyranoside	<i>N. caerulea</i>	[11]
38	myricetin 3- <i>O</i> - α -rhamnopyranosyl(1 \rightarrow 6) β -galacto pyranoside	<i>N. x marliacea</i>	[9]
39	myricetin 3- <i>O</i> - β -D- galactopyranoside	<i>N. odorataa</i>	[6]
40	myricetin 3- <i>O</i> -(3''- <i>O</i> -acetyl)- α -L-rhamnoside	<i>N. odorataa</i>	[6]
41	myricetin 3- <i>O</i> -(6''- <i>O</i> - acetyl)- β -D- galactopyranoside	<i>N. odorataa</i>	[6]
42	myricetin 3- <i>O</i> -galloylrhamnoside	<i>Nymphae</i>	[7]
43	myricetin 7- <i>O</i> -rhamnosyl-(1 \rightarrow 2)-rhamnoside	<i>Nymphae</i>	[7]
44	annulatin 3'- <i>O</i> - β -D-xyloside	<i>N. candida</i>	[15]
45	7,3',4'-trihydroxy-5- <i>O</i> - β -D-(2''-acetyl)-xylopyranosyl-isoflavone	<i>N. ampla</i>	[12]
46	7,30,4-trihydroxy-5- <i>O</i> - α - L-rhamnopyranosyisoflavone	<i>N. pulchella</i>	[12]
47	(2 <i>R</i> ,3 <i>R</i>)-3,7-dihydroxyflavanone	<i>N. mexicana</i>	[8]
48	naringenin	<i>N. Mexicana</i> , <i>N. caerulea</i>	[8,5]
49	(<i>S</i>)-naringenin 5- <i>O</i> - β -D- glucoside	<i>N. caerulea</i>	[5]
50	chalcononaringenin 2'- <i>O</i> -galactoside	<i>Nymphae</i>	[7]
51	delphinidin 3- <i>O</i> -(2''- <i>O</i> -galloyl- β -galactopyranoside)	<i>N. caerulea</i>	[13]
52	delphinidin 3'- <i>O</i> -(2''- <i>O</i> -galloyl- β -galactopyranoside)	<i>N. caerulea</i>	[13]
53	delphinidin 3- <i>O</i> -(2''- <i>O</i> -galloyl-6''- <i>O</i> -acety- β -galactopyranoside)	<i>N. caerulea</i>	[13]
54	delphinidin 3'- <i>O</i> -(2''- <i>O</i> -galloyl-6''- <i>O</i> -acety- β -galactopyranoside)	<i>N. caerulea</i>	[13]
55	delphinidin 3- <i>O</i> -rhamnosyl-5- <i>O</i> -galactoside	<i>N. caerulea</i>	[13]
56	delphinidin 3- <i>O</i> -(2''- <i>O</i> -galloyl-6''- <i>O</i> -oxalyl-rhamnoside)	<i>Nymphae</i>	[7]
57	delphinidin 3- <i>O</i> -(6''- <i>O</i> -acetyl- β -glucopyranoside)	<i>Nymphae</i>	[7]
58	cyaniding 3- <i>O</i> -(2''- <i>O</i> -galloyl-galactopyranoside)-5- <i>O</i> -rhamnoside	<i>Nymphae</i>	[7]
59	gallic acid	<i>N. stellata</i>	[13]
60	methyl gallate	<i>N. caerulea</i>	[5]
61	ethyl gallate	<i>N. caerulea</i>	[5]
62	p-coumaric acid	<i>N. caerulea</i>	[5]
63	4-methoxybenzoic	<i>N. caerulea</i>	[5]
64	m, p-methylgalloyl gallic acid	<i>N. stellata</i>	[14]
65	2 <i>S</i> ,3 <i>S</i> ,4 <i>S</i> -trihydroxypentanoic acid	<i>N. caerulea</i>	[5]
66	vanillic acid	<i>N. mexicana</i>	[8]

67	ellagic acid	<i>N. candida</i>	[14]
68	brevifolin	<i>N. candida</i>	[15]
69	methyl brevifolincarboxylate	<i>N. candida</i>	[15]
70	4-Methoxy-3,5-dihydroxybenzoic acid	<i>N. mexicana</i>	[8]
71	corilagin	<i>N. stellata</i>	[15]
72	isostrictiniin	<i>N. candida</i>	[15]
73	geraniin	<i>N. tetragona</i>	[15,16]
74	1,2,3,4,6-penta- <i>O</i> -galloyl- β -D-glucose	<i>N. tetragona</i>	[15,17]

2.2 其它

从 *N. odorata* 中分离得到两个木脂素类化合物 nymphaeoside A (75), icariside E (76), 从 *N. gracilis* 中分离得到两个齐墩果烷型三萜皂苷类化合物 methyl-oleanolate-3-*O*- β -D-glucopyranoside (77), and 28-*O*- β -D-glucopyranosyl-oleanolate (78)。此外, 睡莲属植物中还含有多糖类、生物碱(去甲乌药碱, 79), 以及 Nymphayol (25, 26-dinorcholest-5-en-3 β -ol, 80), isosalipurposide (81), β -sitosterol (82), β -sitosterol palmitate (83), 24-methylenecholesterol palmitate (84), 4 α -methyl-5 α -ergosta-7, 24 (28)-diene-3 β , 4 β -diol (85), β -谷甾醇 (86) 和豆甾醇 (87) 等化合物^[18-21]。

3 药理作用

3.1 抗菌作用

N. hybrida 中的五倍子鞣酸和鞣花酸具有明显的抗菌作用^[22], 进一步研究显示该植物所含的黄酮醇苷类化合物也具有显著的抗炎、抗菌和止痛作用^[23]。Kurihara 等^[24]从 *N. tetragona* 中分离得到了一种可以抗鱼病原菌的可水解鞣质老鹤草素。*N. odorata* 中的三个黄酮类化合物 afzelin, quercetin 3-*O*- α -L-rhamnopyranoside 和 myricetin 3-*O*- β -D-galactopyranoside 具有较为显著的脂肪酸合成酶抑制作用(IC₅₀分别为 45、50、25 μ g/mL)^[25]。Yildirim 等通过生物活性筛选发现白睡莲 *N. alba* 具有显著的抗菌和抗肿瘤活性^[26]。

3.2 抗炎作用

柔毛睡莲花 *N. pubescens* 水提取物可通过抑制 iNOS 的表达显著抑制脂多糖刺激巨噬细胞 NO 的产生(IC₅₀ = 75.5 μ g/mL), 500 mg/kg 的剂量还能显著降低角叉菜胶诱导的足肿胀^[27]。在四氯化碳诱导的化学性肝损伤模型中, 该药材提取物能明显降低 ALT、AST 和胆红素的含量, 恢复 SOD 和 GSH

的活性^[28]。Hsu 报道了从黄睡莲 *N. mexicana* 中分离纯化得到的 7 个黄酮及酚酸类成分对 LPS 诱导小鼠巨噬细胞 RAW264.7 产生的 NO、MCP-1 和 TNF- α 具有显著的抑制作用, 同时对 iNOS、COX-2 和 phospho-EPK 也具有明显的抑制作用^[29]。据《印度草药学》记载^[30], 睡莲花 *N. satellite* 是治疗肝炎的传统药物, 该植物提取物对四氯化碳引起的肝损伤有较好的保护作用。雪白睡莲花提取物可明显降低卡介苗联合脂多糖诱导原代肝细胞引发的 AST、ALT 和 NO 的增高, 显示了明显的保肝作用^[31]。经红睡莲多糖 NR-PS 处理后, 鼠骨髓造血细胞的未成熟细胞中的 CD80/86 和 MHC class II 的表达明显增加, TH1 细胞因子 IL-12 和 TNF- γ 显著增加, IL-10 显著减少, 结果说明了 NR-PS 是影响未分化细胞成熟和功能的免疫调节剂^[32]。

3.3 神经保护作用

在古埃及和印第安文明中, 睡莲花作为麻醉药在宗教仪式中使用^[33]。清华大学杜力军课题组对从雪白睡莲中分离得到的 10 种黄酮单体进行了药理活性研究, 结果发现其中新化合物山奈酚 3-*O*-(2''-*O*-没食子酰基) 芦丁糖苷同时具有在缺血条件下对神经细胞 PC12 的杀伤和对大鼠皮层原代神经元的保护作用, 且这 10 种黄酮类化合物具有较强的抗氧化活性^[4]。也有学者^[34]研究了该属植物的乙醇提取物, 发现该提取物有较好的抗焦虑作用。同时 Delphaut 和 Balansard^[35]对 *N. alba* 根茎提取物用酒石酸酸化后测得其中含有一种生物碱和一种葡萄糖苷, 动物实验表现出温和的镇静和解痉作用, 且无明显的心脏抑制作用, 毒性较小。研究显示, 白睡莲乙醇提取物具有抗焦虑作用^[36]。与溶剂对照组相比较, 白睡莲乙醇提取物(100 and 200 mg/kg, p. o.) 能明显增加小鼠在高架十字迷路开臂的次数与时间($P < 0.05$); 并可使小鼠在明箱停留时间和穿箱次数增加, 较少了静止不动的持续时间; 在旷场试

验(OFT)中,白睡莲乙醇提取物可明显增加小鼠后肢站立次数,水平运动及垂直运动,增强了小鼠的探究兴趣;在新型食物消耗实验中,该提取物还可明显改善焦虑相关的攻击行为。

3.4 降血压和降血糖作用

在印度和尼泊尔,延药睡莲花常用来治疗糖尿病,其提取物对四氧嘧啶诱导的大鼠糖尿病模型有降糖作用。进一步研究表明该植物提取物有明显的肠内葡萄糖苷酶抑制作用,且无急毒或基因毒性,可以用于治疗糖尿病患者的餐后高血压症^[37]。研究显示延药睡莲花提取物有明显的降血糖作用,以300 mg/kg的剂量服用4 h后,能显著降低血糖水平(45%)^[38]。进一步从该部位分离纯化得到的化合物Nymphayol(25,26-dinorcholest-5-en-3 β -ol)具有明显的降血糖作用,同时也能有效增加糖尿病大鼠总胰岛素水平^[39]。在四氧嘧啶诱导的大鼠糖尿病模型中,延药睡莲花提取物能明显降低FBG、TL、TC、TG、FFA和LDL的水平,同时也能显著增加HDL、血清胰岛素的水平^[40,41]。延药睡莲叶乙醇提取物也能显著降低四氧嘧啶引起的血糖升高,同时也影响血清胆固醇和甘油三酯水平^[42]。延药睡莲花提取物降血糖作用可能的机制是刺激 β -细胞、增加胰岛素的分泌和激活胰岛素受体^[43]。Khan N等^[44,45]研究了睡莲花*N. alba*提取物对Fe-NTA诱导的肾氧化压,高渗透压和肾癌小鼠的预防作用,发现该提取物是潜在的产生这些作用的化学阻滞剂。Odintsova等^[46]研究发现*N. alba*的全草提取物对诱发动物脑垂体分泌失调性高血压有明显的调节作用,可有效阻止血压大幅上升,并且毒性较低。

3.5 抗辐射作用

γ -射线照射可引发DNA损伤和处于增殖期干细胞和外周免疫细胞的凋亡,继而破坏肠腺和淋巴系统。从*N. tetragona*中分离得到的老鹤草素能通过提高增殖、减轻DNA损伤、减少凋亡基因P53和Bax的表达以及增加抗凋亡基因Bcl-2抑制放射敏感性脾细胞的凋亡;老鹤草素能明显减少 γ -射线照射下小鼠脾细胞和肠腺细胞的凋亡^[16]。老鹤草素还能显著减少 γ -射线所引起中国仓鼠肺成纤维细胞中活性氧水平,并能使减少的SOD得到恢复,保护 γ -射线导致的细胞成分及细胞膜的损坏^[47]。而Huang等^[48]研究发现睡莲属植物中的1,2,3,4,6-penta-O-galloyl- β -D-glucose(PGG)对正常剂量量的免疫细胞有保护作用,能显著提高脾细胞的增殖、

减少凋亡基因P53的表达以及增加抗凋亡基因Bcl-2抑制放射敏感性脾细胞的凋亡。这些化合物有望成为抗辐射的药物。

3.6 其它作用

Saleem等^[49]研究了巴基斯坦产睡莲花的抗氧化活性,结果显示该药材的总酚类成分有着较好的抗氧化能力,并且明显优于 α -生育酚。睡莲花*N. rubra*乙醇提取物具有显著的驱虫活性^[50]。

4 结语

近年来的药理作用研究多集中于该属植物的粗提物和少数化合物上,对其传统的治疗应用也有所验证,但对多种药理作用及临床应用的物质基础并没有得到系统阐明。如雪白睡莲花在在祖卡木颗粒、炎消迪娜尔糖浆等抗炎抗病毒维吾尔药复方制剂中广泛使用,并且是这些制剂发挥抗炎抗病毒的主要药物,但发挥作用的成分仍不清楚。因此,有必要将化学成分与生物活性研究紧密结合起来,以系统阐明该属植物的药效物质基础,为其资源的综合开发应用提供基础数据。

参考文献

- 1 Chinese Pharmacopoeia Commission of Sanitary Ministry of People's Republic of China. Chinese Pharmacopoeia, Uigur Pharmacopoeia Fascicule (中华人民共和国卫生部药品标准维吾尔药分册). Xinjiang: Xinjiang Science and Technology Publisher, 1999; 111.
- 2 Liu YM (刘勇民). Pharmacography of uighur, part one (维吾尔药志上册). Urumuqi: Xinjiang Science & Technology & Hygiene Publishing House, 1999; 119.
- 3 Jambor J, Skrzypczak L. Flavonoids from the flowers of *Nymphaea alba*. Acta Societatis Botanicorum Poloniae, 1991, 60: 119-125.
- 4 Liu RN (刘瑞凝), et al. *Nymphaea candida* flavonols: Antioxidation and ischemic injury effect on neurons. World Sci Tech/Mode: Trad Chin Med Materia Med (世界科学技术中药现代化), 2006, 8(5): 33-36.
- 5 Agnihotri VK, et al. Antioxidant constituents of *Nymphaea caerulea* flowers. Phytochemistry, 2008, 69: 2061-2066.
- 6 Zhang ZZ, et al. Phenolic compounds from *Nymphaea odorata*. J Nat Prod, 2003, 66: 548-550.
- 7 Zhu ML, et al. Relationship between the composition of flavonoids and flower colors variation in tropical water lily (*Nymphaea*) cultivars. PLoS One, 2012, 7: e34335.
- 8 Hsu CL, et al. Anti-inflammatory effects of phenolic compounds isolated from the flowers of *Nymphaea mexicana* Zucc. Food Funct, 2013, 4: 1216-1222.

- 9 Torgils F, *et al.* Myricetin 3-rhamnosyl (1→6) galactoside from *Nymphaea X marllacea*. *Phytochemistry*, 1998, 49, 7: 1997-2000.
- 10 Saeed AA, Hussieny HA. Flavonoids of *Nymphaea hybrida* Tach. V. and biological evaluation. *Egypt J Pharm Sci*, 1996, 37:573-584.
- 11 Torgils F, *et al.* Flavonoids from blue flowers of *Nymphaea caerulea*. *Phytochemistry*, 1999, 51:1133-1137.
- 12 Silvia M, *et al.* Comparative phytochemical analysis of four Mexican *Nymphaea* species. *Phytochemistry*, 2005, 66:921-927.
- 13 Fossen T, Andersen OM. Delphinidin 3'-galloylgalactosides from blue flowers of *Nymphaea caerulea*. *Phytochemistry*, 1999, 50:1185-1188.
- 14 Kizu HT. Phenolic constituents from the flowers of *Nymphaea stellata*. *Nature Med*, 2003, 57:118-119.
- 15 Zhao J(赵军), *et al.* Studies on phenolic compounds from buds of *Nymphaea candida* Presl. *Nat Prod Res Dev*(天然产物研究与开发), 2013, 25:916-918.
- 16 Bing SJ, *et al.* Geraniin down regulates gamma radiation-induced apoptosis by suppressing DNA damage. *Food Chem Toxicol*, 2013, 57:147-153.
- 17 Bing SJ, *et al.* 1, 2, 3, 4, 6-penta-O-galloyl-beta-D-glucose protects splenocytes against radiation-induced apoptosis in murine splenocytes. *Biol Pharm Bull*, 2010, 33:1122-1127.
- 18 Hoque MD, Mozamme HA. Studies on polysaccharides from *Nymphaea stellata*, Willd. Part II. Alkali soluble polysaccharides from flowers. *Bangladesh J Scie Industl Res*, 1997, 32: 519-522.
- 19 Mukherjee KS, *et al.* Chemical examination of *Nymphaea stellata* Willd. *J Indian Chem Soc*, 1986, 63:530-531.
- 20 Subash-Babu P, *et al.* Partial regeneration of beta-cells in the islets of Langerhans by Nymphayol a sterol isolated from *Nymphaea stellata* (Willd.) flowers. *Bioorg Med Chem*, 2009, 17:2864-2870.
- 21 Agnihotri VK, *et al.* Antioxidant constituents of *Nymphaea caerulea* flowers. *Phytochemistry*, 2008, 69:2061-2066.
- 22 Saeed A, Hamdy AA. Phenolic acids from *Nymphaea hybrida* Tach. V. and antimicrobial activity. *Egypt J Pharm Sci*, 1996, 37:629-633.
- 23 Jambor J, Skrzypczak L. Flavonoids from the flowers of *Nymphaea alba*. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 1991, 60: 119-125.
- 24 Kurihara H, *et al.* Geraniin, a hydrolyzable tannin from *Nymphaea tetragona* Georgi (Nymphaeaceae). *Biosci, Biotech, Biochem*, 1993, 57:1570-1571.
- 25 Zhang ZZ, *et al.* Phenolic compounds from *Nymphaea odorata*. *J Nat Prod*, 2003, 66:548-550.
- 26 Yildirim AB, *et al.* Turker AU. In vitro antibacterial and anti-tumor activities of some medicinal plant extracts, growing in Turkey. *Asian Pac J Trop Med*, 2013, 6:616-624.
- 27 Singh N, *et al.* Pharmacological study on *Nymphaea stellata*. Nilkamal. *J Resi Indian Med Yoga Homoe*, 1977, 12:53-57.
- 28 Debnath S, *et al.* Inhibitory effect of *Nymphaea pubescens* Willd. flower extract on carrageenan-induced inflammation and CCl4-induced hepatotoxicity in rats. *Food Chem Toxicol*, 2013, 59C:485-491.
- 29 Hsu CL, *et al.* Anti-inflammatory effects of phenolic compounds isolated from the flowers of *Nymphaea mexicana* Zucc. *Food Funct*, 2013, 4:1216-1222.
- 30 Bhandarkar MR, Khan A. Antihepatotoxic effect of *Nymphaea stellata* willd. against carbon tetrachloride-induced hepatic damage in albino rats. *J Ethnopharmacol*, 2004, 91:61-64.
- 31 Zhao J, *et al.* Antioxidant and preventive effects of extract from *Nymphaea Candida* flower on in vitro immunological liver injury of rat primary hepatocyte cultures. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2011:497673.
- 32 Cheng JH, *et al.* Immunomodulating Activity of *Nymphaea rubra* Roxb. Extracts: activation of rat dendritic cells and improvement of the T(H)1 Immune response. *Int J Mol Sci*, 2012, 13:10722-10735.
- 33 Emboden WA. Transcultural use of narcotic water lilies in ancient Egyptian and Maya drug ritual. *J Ethnopharmacol*, 1981, 3:39-83.
- 34 Thippesamy BS, *et al.* Anxiolytic activity *Nymphaea alba* Linn. In mice as experimental modes of anxiety. *Indian J Pharm*, 2011, 43:50-55.
- 35 Delphaut J, Balansard J. Pharmacodynamic properties of white water-lily, *Nymphaea* (Castalia) *alba*. *Comptes Rendus des Seances de la Societe de Biologie et de Ses Filiales*, 1941, 135:1665-1667.
- 36 Thippeswamy BS, *et al.* Anxiolytic activity of *Nymphaea alba* Linn. in mice as experimental models of anxiety. *Indian J Pharmacol*, 2011, 1:50-55.
- 37 Huang YN, *et al.* Intestinal alpha-glucosidase inhibitory activity and toxicological evaluation of *Nymphaea stellata* flowers extract. *J Ethnopharmacol*, 2010, 131:306-312.
- 38 Rajagopal K, *et al.* Hypoglycemic and antihyperglycemic activity of *Nymphaea stellata* flowers in normal and alloxan diabetic rats. *Pharm Biol*, 2008, 46:654-659.
- 39 Subash-Babu P, *et al.* Partial regeneration of beta-cells in the islets of Langerhans by Nymphayol a sterol isolated from *Nymphaea stellata* (Willd.) flowers. *Bioorg Med Chem*, 2009, 17:2864-2870.
- 40 Rajagopal K, Sasikala K. Antihyperglycaemic and antihyperlipidaemic effects of *Nymphaea stellata* in alloxan-induced diabetic rats. *Singapore Med J*, 2008, 49:137-141.
- 41 Rajagopal K, Sasikala K. Antidiabetic activity of hydro-ethanolic extracts of *Nymphaea Stellata* flowers in normal and alloxan induced diabetic rats. *Afr J Pharm Pharmacol*, 2008: 173-178.