DOI:10.13193/j.issn.1673-7717.2026.05.031

辛夷的研究进展及其质量标志物(Q-Marker)预测分析

任翔,王连睿,王华雨,宋亚刚,苗明三
(河南中医药大学豫药全产业链研发河南省协同创新中心,河南 郑州 450046)

摘要:辛夷作为我国"八大宛药"之一,具有悠久的药用历史,用于治疗鼻炎、鼻窦炎、感冒、头痛等与呼吸系统相关的疾病,其主要化学成分包括挥发油类、木脂素类、生物碱类及有机酸等,具有显著的抗炎、抗菌、抗病毒、镇痛、抗氧化及免疫调节等药理作用。现代研究表明,辛夷的药效成分对多种疾病的防治具有重要作用。基于中药质量标志物(Quality marker,Q-Marker)概念,从主要活性成分、植物亲缘学、产地与采收时节差异、传统药性与药效、化学成分溯源性及复方配伍几个方面对辛夷的质量标志物进行分析预测,以期为建立科学有效的辛夷的质量控制体系提供依据。

关键词:辛夷;化学成分;药理作用;质量标志物
中图分类号:R282.71 **文献标志码**:A **文章编号**:1673-7717(2026)05-0164-08

Research Progress of Xinyi(Magnoliae Flos) and Prediction Analysis of Quality Markers(Q-Markers)

REN Xiang,WANG Lianrui,WANG Huayu,SONG Yagang,MIAO Mingsan
(Collaborative Innovation Center of Research and Development on the Whole Industry Chain of Yu-Yao,Henan University of Chinese Medicine,Zhengzhou 450046,Henan,China)

Abstract:Xinyi(Magnoliae Flos),as one of Chinese Eight Great Nanyang Medicines,has a long history of medicinal use and is widely applied in the treatment of rhinitis,sinusitis,colds,headaches and other respiratory-related diseases. Its primary chemical components include volatile oils,lignans,alkaloids and flavonoids,which exhibit significant pharmacological activities such as anti-inflammatory,antibacterial,antiviral,analgesic,antioxidant and immunomodulatory effects. Modern research indicates that these bioactive compounds in Xinyi(Magnoliae Flos) play crucial roles in preventing and treating various diseases. Based on the concept of quality markers(Q-Markers) in traditional Chinese medicine,this study analyzed and predicted the Q-Markers of Xinyi(Magnoliae Flos) from several perspectives,including its main active ingredients,plant phylogenetics,differences in geographical origin and harvesting season,traditional medicinal properties,chemical traceability and compatibility in compound formulas. The aim is to provide a scientific basis for establishing an effective and systematic quality control framework for Xinyi(Magnoliae Flos).

Keywords:Xinyi(Magnoliae Flos);chemical composition;pharmacological action;quality markers

辛夷为木兰科植物望春花 *Magnolia biondii* Pamp.、玉兰 *Magnolia denudata* Desr. 或武当玉兰 *Magnolia sprengeri* Pamp. 的干燥花蕾,又名木兰、紫玉兰[1];最早记载于《神农本草经》中,其性偏温,味辛;主要作用于肺、胃二经,具有散风寒、通鼻窍的功效;可用于治疗风寒头痛、鼻塞流涕、鼻鼽鼻渊等症状。现代药理研究表明,辛夷具有抗炎、抗过敏、抗氧化、抗菌、调节中枢神经等药理作用[2]。《中华人民共和国药典》2020年版对辛夷含量的测定主要依据挥发油中的木兰脂素含量,但这种方法无法全面、系统地控制辛夷的质量。因此,为了保证辛夷在临床上的有效性和安全性,需要建立一个有效、安全、系统的质量标准控制体系。本文通过查阅近年来辛夷的相关文献,对其化学成分、药理作用进行系统总结分析,在刘昌孝院士提出的中药质量标志物(Quality marker,Q-Marker)概念的基础上,从主要活性成分、植物亲缘学、产地与采收时节差异、传统药性与药效、化学成分溯源性、复方配伍几个方面对辛夷的Q-Marker进行预测分析,以期为辛夷的质量控制及临床应用提供参考依据。

基金项目:国家自然科学基金面上项目(82274119);河南省重大专项(221100310400);河南省科学技术厅重点科技计划项目(232301420019);河南省国际合作重点项目(231111521200);河南省中医药科学研究专项(2024ZYZD15)

作者简介:任翔(2000-),男,河南滑县人,硕士在读,研究方向:中药药理学。
通讯作者:苗明三(1965-),男,河南卫辉人,教授,博士研究生导师,博士,研究方向:中药学教学与研究。E-mail:miaomingsan@163.com。

表 1 辛夷中的挥发油类化合物

序号	英文名称	中文名称	分子式	参考文献
1	(+)-Piresil-4-O-β-D-glucopyraside	松脂醇-4-O-β-D-吡喃葡萄糖苷	$C_{26}H_{32}O_{11}$	[3-5]
2	Fenchone	小茴香酮	$C_{10}H_{16}O$	[3,6]
3	Fargesone B	望春花酮 B	$C_{21}H_{24}O_6$	[3,7-8]
4	Magnone A		$C_{22}H_{26}O_7$	[3,7-8]
5	Magnone B		$C_{23}H_{28}O_8$	[3,7-8]
6	Yangambin	鹅掌楸树脂酚 B 二甲醚	$C_{24}H_{30}O_8$	[3,9-10]
7	β-caryophyllene	β-石竹烯	$C_{15}H_{24}$	[3,6,11-20]
8	γ-terpinene	γ-松油烯	$C_{10}H_{16}$	[3,6,12-13,17-18,20]
9	(1R)-(-)-thuj-3-ene	α-侧柏烯	$C_{10}H_{16}$	[3,6]
10	(E,E)-Farnesol	(E,E)-金合欢醇	$C_{15}H_{26}O$	[3]
11	2′-Rhamnoechinacoside	2′-鼠李糖松果菊苷	$C_{41}H_{56}O_{24}$	[3-5]
12	3-Carene	3-蒈烯	$C_{10}H_{16}$	[3,6]
13	4-Carene	4-蒈烯	$C_{10}H_{16}$	[3,6,18]
14	Alloaromadendrene	香树烯	$C_{15}H_{24}$	[3,19]
15	Aromadendrene	香橙烯	$C_{15}H_{24}$	[3]
16	Bornyl acetate	乙酸龙脑酯	$C_{12}H_{20}O_2$	[3,13,16,20-22]
17	Camphene	莰烯	$C_{10}H_{16}$	[3,6,11,13-15,17,20,22-25]
18	Caryophyllene Oxide	氧化石竹烯	$C_{15}H_{24}O$	[3,6,12,14-15,17,25]
19	cis-Geraniol	顺香叶醇	$C_{10}H_{18}O$	[3]
20	Citronellol	香茅醇	$C_{10}H_{20}O$	[3,6,11,14,18,25]
21	Cubenol	荜澄茄油烯醇	$C_{15}H_{26}O$	[3,6]
22	D-Camphor	右旋樟脑	$C_{10}H_{16}O$	[3,26]
23	Denudatin A/Burchellin		$C_{20}H_{20}O_5$	[3,7-8]
24	Denudatin B		$C_{21}H_{24}O_5$	[3,7-8]
25	Desrhamnosyl isoacteoside	木通苯乙醇苷	$C_{23}H_{26}O_{11}$	[3-5]
26	Dipentene	D-柠檬烯	$C_{10}H_{16}$	[3,12,15,20,23,27]
27	Elemol	榄香醇	$C_{15}H_{26}O$	[3,13,15,19]
28	Epieudesmin	辛夷烯酮	$C_{22}H_{26}O_6$	[3,7-8,28-29]
29	Epizonarene		$C_{15}H_{24}$	[3]
30	Espatulenol	桉油烯醇	$C_{15}H_{24}O$	[3,11]
31	Eucalyptol	桉树脑	$C_{10}H_{16}$	[3,17,20]
32	Farnesyl acetate	(E,E)-金合欢醇乙酸酯	$C_{17}H_{28}O_2$	[3]
33	Germacrene D	吉马烯 D	$C_{15}H_{24}$	[3,6,12,22]
34	Linalool	芳樟醇	$C_{10}H_{18}O$	[3,6,11-14,16-19,22,24-26]
35	Magnoloside A	木兰苷 A	$C_{29}H_{36}O_{15}$	[3-5]
36	Magnoloside B	木兰苷 B	$C_{35}H_{46}O_{20}$	[3-5]
37	Magnoloside C	木兰苷 C	$C_{41}H_{56}O_{25}$	[3-5]
38	Magnoloside D	木兰苷 D	$C_{29}H_{36}O_{15}$	[3-5]
39	m-Cymene	间异丙基甲苯	$C_{10}H_{14}$	[3]
40	Nerolidol	橙花叔醇	$C_{15}H_{26}O$	[3,6,11,14-15]
41	Palmitic acid	十六烷酸	$C_{16}H_{32}O_2$	[3,6]
42	p-Cymene	4-异丙基甲苯	$C_{10}H_{14}$	[3,14]
43	pinene	蒎烯	$C_{10}H_{16}$	[3,11,14,18,22,25-26]
44	Pinocarvone	香芹酮	$C_{10}H_{14}O$	[3]
45	Pinores inoldiglucoside	松脂醇二葡萄糖苷	$C_{32}H_{42}O_{16}$	[3]
46	Poliumoside/Ligupurpuroside A	金石蚕苷	$C_{35}H_{46}O_{19}$	[3-5]
47	Rose oxide	玫瑰醚	$C_{10}H_{18}O$	[3,6,16]
48	Rosifoliol	八氢四甲基萘甲醇	$C_{15}H_{26}O$	[3]
49	Sabinene	香桧烯	$C_{10}H_{16}$	[3,6,13-14,17,22,24,30-31]
50	t-muurolol	T-依兰油醇	$C_{15}H_{26}O$	[3,10,22]
51	Terpinen-4-ol	4-萜烯醇	$C_{10}H_{18}O$	[3,6,12,14,19,22,24-25]
52	Terpinolene	萜品油烯	$C_{10}H_{16}$	[3,6,11-16,23-25]
53	trans-Geraniol	反香叶醇	$C_{10}H_{18}O$	[3]
54	Valencene	巴伦西亚橘烯	$C_{15}H_{24}$	[3]
55	Ylangene	依兰烯	$C_{15}H_{24}$	[3]
56	α-Bergamotene	α-香柠檬烯	$C_{15}H_{24}$	[3]
57	α-cadinene	α-杜松烯	$C_{15}H_{24}$	[3,6,12]
58	α-Cadinol	α-杜松醇	$C_{15}H_{26}O$	[3,6,10-14,16-17,20,22,25,26]
59	α-Calacorene	α-二去氢菖蒲烯	$C_{15}H_{20}$	[3,19]
60	α-Cubebene	α-荜澄茄油烯	$C_{15}H_{24}$	[3,13-15]
61	α-Gurjunene	α-古芸烯	$C_{15}H_{24}$	[3,6,14]
62	α-Humulene	α-葎草烯	$C_{15}H_{24}$	[3]
63	α-isomethylionone	α-异甲基紫罗兰酮	$C_{14}H_{22}O$	[3]
64	α-Longipinene	α-长叶蒎烯	$C_{15}H_{24}$	[3,17]
65	α-Patchoulene	α-绿叶烯	$C_{15}H_{24}$	[3]
66	α-Phellandrene	α-水芹烯	$C_{10}H_{16}$	[3,6,14-15,18,20,23,25]
67	α-Pinene	α-蒎烯	$C_{15}H_{24}$	[3,6,11,13-15,17-18,20,23,25-27,32]
68	α-Terpinene	α-萜品烯	$C_{10}H_{16}$	[3,14]
69	α-Terpineol	α-松油醇	$C_{10}H_{18}O$	[3,6,11,13,15-20,23,26,33]
70	α-Terpinyl acetate	α-乙酸松油酯	$C_{12}H_{20}O_2$	[3]
71	β-(Z)-Ocimene	(Z)-3,7-二甲基-1,3,6-十八烷三烯	$C_{10}H_{16}$	[3,14]
72	β-Cadinene	β-杜松烯	$C_{15}H_{24}$	[3,6,11]
73	β-cubebene	β-荜澄茄油烯	$C_{15}H_{24}$	[3,6]
74	β-elemene	β-榄香烯	$C_{15}H_{24}$	[3,6,11,13,15,17,19]
75	β-Farnesene	β-金合欢烯	$C_{15}H_{24}$	[3,11,18]
76	β-Gurjunene	β-古芸烯	$C_{15}H_{24}$	[3]
77	β-Myrcene	β-月桂烯	$C_{10}H_{16}$	[3,20,26]
78	β-Phellandrene	β-水芹烯	$C_{10}H_{16}$	[3,6,14-15,26]
79	β-Pinene	β-蒎烯	$C_{10}H_{16}$	[3,6,11,13,15-17,22-24,26,30-32]

续表 1 辛夷中的挥发油类化合物

序号	英文名称	中文名称	分子式	参考文献
80	β-selinene	β-瑟林烯	$C_{15}H_{24}$	[3]
81	β-terpinene	β-萜品烯	$C_{10}H_{16}$	[3]
82	β-terpineol	β-松油醇	$C_{10}H_{18}O$	[3,12,18,19,24]
83	γ-cadinene	γ-杜松烯	$C_{15}H_{24}$	[3,6,12,26]
84	γ-Elemene	γ-榄香烯	$C_{15}H_{24}$	[3]
85	γ-Pyronene	γ-吡喃酮	$C_5H_4O_2$	[3]
86	δ-Terpinene	δ-萜品烯	$C_{10}H_{16}$	[3]
87	(+)-piperitol	薄荷醇	$C_{20}H_{20}O_6$	[6,10]
88	Camphor	樟脑	$C_{10}H_{16}O$	[6,11,13-15,17-18,20,22,24-25,32]
89	δ-cadinene	δ-杜松烯	$C_{15}H_{24}$	[6,12,14-15,26]
90	β-sitosterol	β-谷甾醇	$C_{29}H_{50}O$	[10]

1 化学成分

辛夷的化学成分极多,主要包括挥发油类、木脂素类、生物碱类、有机酸类、多糖类、矿物质和氨基酸等,现对其进行阐述。

1.1 挥发油类化合物 挥发油类化合物是辛夷的重要成分,具有抗炎和抗菌等多种药理作用,是辛夷的关键药效成分,具体的化学成分见表 1。

1.2 木脂素类化合物 木脂素类化合物在辛夷中具有重要地位,这类化合物以其抗炎和抗氧化活性著称,广泛存在于木兰属植物中;常见的代表包括木兰脂素、丁香脂素等,具体化学成分见表 2。

表 2 辛夷中的木脂素类化合物

序号	英文名称	中文名称	分子式	参考文献
1	(-)-Syringaresinol	丁香脂素	$C_{22}H_{26}O_8$	[29,34]
2	(+)-Sylvatesmin	连翘脂素	$C_{21}H_{24}O_6$	[29]
3	Aschantin	刚果苹澄茄脂素	$C_{22}H_{24}O_7$	[7,10,29,35]
4	conicaoside		$C_{27}H_{36}O_{12}$	[29,34]
5	Epieudesmin	辛夷烯酮	$C_{22}H_{26}O_6$	[3,7,8,28-29]
6	epimagnolin	表木兰脂素	$C_{23}H_{28}O_7$	[29]
7	eucommin A	杜仲脂素 A	$C_{27}H_{34}O_{12}$	[10,29]
8	Eudesmin	桉脂素	$C_{22}H_{26}O_6$	[29,34]
9	Fargesin	辛夷脂素	$C_{21}H_{22}O_6$	[10,34,36-37]
10	fargesol		$C_{22}H_{28}O_7$	[34]
11	Kobusin	去甲槟榔碱	$C_{21}H_{22}O_6$	[10,28,29]
12	Lariciresinol 4-O-β-D-glucopyranoside	落叶松脂醇-4′-O-β-D-葡萄糖苷	$C_{26}H_{34}O_{11}$	[29]
13	Magnolin	木兰脂素	$C_{23}H_{28}O_7$	[29,34,36-39]
14	Terpineol	松油醇	$C_{10}H_{18}O$	[14,25,34]
15	Pinoresinol diMethyl ether	松脂素二甲醚	$C_{22}H_{26}O_6$	[36-39]

1.3 生物碱类化合物 辛夷中的生物碱类化合物,如柳叶木兰碱和木兰箭毒碱,展现出明显的神经调节和抗过敏特性,这些成分对中枢神经系统的作用尤其值得关注,具体化学成分见表 3。

1.4 多糖类化合物 多糖类化合物在辛夷相关的成分研究中较少提及,但其生物活性不可忽视,特别是在免疫调节和抗炎方面,常见的有松脂醇二葡萄糖苷和鼠李糖松果菊苷等,具体化学成分见表 4。

1.5 有机酸类及衍生物 辛夷中的有机酸类成分,如柠檬酸和绿原酸,展现出抗氧化和抗菌特性,尤其在预防炎症反应中起到关键作用,显著增强了辛夷的药用价值,具体化学成分见表 5。

表 3 辛夷中的生物碱类化合物

序号	英文名称	中文名称	分子式	参考文献
1	Salicifoline	柳叶木兰碱	$C_{12}H_{20}NO_2^+$	[43]
2	Magnocurarine	木兰箭毒碱	$C_{19}H_{24}NO_3^+$	[43]
3	Sanjoinine K	乌药碱	$C_{17}H_{19}NO_3$	[4,35,40-43]
4	Tembetarine	藤泊它碱	$C_{20}H_{26}NO_4^+$	[4,35,40-43]
5	Magnoflorine	木兰花碱	$C_{20}H_{24}NO_4^+$	[38-39,43]
6	Armepavine	亚美罂粟碱	$C_{19}H_{23}NO_3$	[4,35,40-43]
7	Kobusin	去甲槟榔碱	$C_{21}H_{22}O_6$	[10,28-29]

表 4 辛夷中的多糖类化合物

序号	英文名称	中文名称	分子式	参考文献
1	Pinores inoldiglucoside	松脂醇二葡萄糖苷	$C_{32}H_{42}O_{16}$	[3,43]
2	2′-Rhamnoechinacoside	2′-鼠李糖松果菊苷	$C_{41}H_{56}O_{24}$	[3-5,43]
3	Isolariciresinol9′-O-β-D-glucoside	落叶松脂醇 4′-O-葡萄糖	$C_{26}H_{34}O_{11}$	[43]
4	(+)-Piresil-4-O-β-D-glucopyraside	松脂醇-4-O-β-D-吡喃葡萄糖苷	$C_{26}H_{32}O_{11}$	[3,43]
5	Nicotiflorin	山柰酚-3-O-芸香糖苷	$C_{27}H_{30}O_{15}$	[43]
6	Isorhamnetin3-O-neohesperidine	异鼠李素-3-O-新橙皮糖苷	$C_{28}H_{32}O_{16}$	[43]
7	glochidioboside	(7S,8R)-二氢脱氢二松果醇的葡萄糖苷	$C_{26}H_{34}O_{11}$	[10]
8	3,4-dimethoxyphenyl-β-D-glucopyranoside	3,4-二甲氧基苯基-BETA-D-葡萄糖苷	$C_{14}H_{20}O_8$	[10]
9	Lariciresinol 4-O-β-D-glucopyranoside	落叶松脂醇-4′-O-β-D-葡萄糖苷	$C_{26}H_{34}O_{11}$	[29]
10	4-O-β-D-glucopyranosyl vanillc acid	香草酸-4-O-β-D-葡萄糖苷	$C_{14}H_{18}O_9$	[44]
11	tachinoside	3-甲氧基-4-羟基苯-1-O-β-D-葡萄糖苷	$C_{13}H_{18}O_8$	[44]
12	3,4,5-trimethoxyphenyl-β-D-glucopyranoside	3,4,5-三甲氧基苯-1-O-β-D-葡萄糖苷	$C_{15}H_{22}O_9$	[44]
13	benzyl-O-β-D-glucopyraoside	苄基-O-β-D-葡萄糖苷	$C_{13}H_{18}O_6$	[44]

1.6 其他 辛夷除了上述的化学成分外,还含有矿物质元素、氨基酸等成分。辛夷的矿物质元素包括钙、镁、锌、锰等,这些元素可能与其免疫调节和抗氧化功能等药理作用有关[45]。有研究指出,辛夷含有谷氨酸、脯氨酸等氨基酸,这些成分在植物应激反应和代谢调节中起着重要作用[46]。

2 药理作用

辛夷有着悠久的药用历史,在传统临床上主要被用于治疗因风寒引起的头痛、鼻塞、鼻渊(鼻窦炎),以及流浊涕等症状。在现代研究中,辛夷被发现具有抗炎、抗过敏、抗氧化、干预糖

尿病、免疫调节等作用。

表 5 辛夷中的有机酸类及衍生物

序号	英文名称	中文名称	分子式	参考文献
1	Bornyl acetate	乙酸龙脑酯	$C_{12}H_{20}O_2$	[3, 13, 16, 20-22]
2	Citric acid	柠檬酸	$C_6H_8O_7$	[43]
3	Neochlorogenic acid	新绿原酸	$C_{16}H_{18}O_9$	[43]
4	Chlorogenic acid	绿原酸	$C_{16}H_{18}O_9$	[43]
5	Cryptochlorogenic acid	隐绿原酸	$C_{16}H_{18}O_9$	[43]
6	Caffeic acid	咖啡酸	$C_9H_8O_4$	[43]
7	Azelaic acid	壬二酸	$C_9H_{16}O_4$	[43]
8	L-Bornyl Acetate	左旋乙酸冰片酯	$C_{12}H_{20}O_2$	[14,18-19,25]
9	Terpinyl acetate	乙酸松油酯	$C_{12}H_{20}O_2$	[13-14,16,19,25]
10	cyclopropanecarboxylic acid	环丙烷甲酸	$C_4H_6O_2$	[13,16]
11	farnesylacetate	乙酸金合欢酯	$C_{17}H_{28}O_2$	[13]
12	Geranyl acetate	乙酸香叶酯	$C_{12}H_{20}O_2$	[18]
13	2-Hydroxyethyl acrylate	丙烯酸羟乙酯	$C_5H_8O_3$	[23]
14	(1R-cis)-2-methyl-5-(1-methylvinyl) cyclohex-2-en-1-yl acetate	顺-2-甲基-5-(1-甲基乙烯基)-2-环己烯-1-醇乙酸酯	$C_{12}H_{18}O_2$	[19]
15	(-)-bornyl ferulate	(-)-龙脑阿魏酸酯	$C_{20}H_{26}O_4$	[10]
16	(+)-dehydroabietic acid	(+)-脱氢枞酸	$C_{20}H_{28}O_2$	[10]
17	benzeneformic acid	苯甲酸	$C_7H_6O_2$	[10]
18	p-hydroxybenzoic acid	对羟基苯甲酸	$C_7H_6O_3$	[10]
19	linoleic acid	亚麻酸	$C_{18}H_{32}O_2$	[10]
20	Palmitic acid	十六烷酸	$C_{16}H_{32}O_2$	[3,6]
21	Lauryl methacrylate	甲基丙烯酸月桂酯	$C_{16}H_{30}O_2$	[22]
22	hexadecanoic acid	棕榈酸	$C_{16}H_{32}O_2$	[22]
23	Butyl acetate	乙酸丁酯	$C_6H_{12}O_2$	[26]
24	α-Terpinyl acetate	α-乙酸松油酯	$C_{12}H_{20}O_2$	[3]
25	Farnesyl acetate	(E,E)-金合欢醇乙酸酯	$C_{17}H_{28}O_2$	[3]

2.1 抗炎 通过动物体外实验，刘琨琨等[47]发现，辛夷挥发油能够降低大鼠体外胸腔白细胞花生四烯酸-5-脂加氧酶(Arachidonate-5-lipoxygenase，5-LO)的活性，并减少白细胞 5-LO 代谢产物白三烯 B4(Leukotriene B4，LTB4)和 5-羟基二十碳四烯酸(5-Hydroxyeicosatetraenoic Acid，5-HETE)的合成水平。这表明辛夷挥发油的抗炎作用可能与抑制 5-LO 活性，降低 LTB4 与 5-HETE 合成水平，减少致炎代谢产物的生成有关。管政等[48]通过辛夷挥发油连续给药灌胃五天，并通过荧光法测定白细胞介素(Interleukin，IL)-12 和 γ-干扰素(Interferon-γ，IFN-γ)水平，证实了辛夷挥发油能够调节外周血组胺含量，从而缓解炎症反应。GIL T Y 等[49]发现辛夷可抑制促炎介质环氧合酶 2、诱导型一氧化氮合酶、肿瘤坏死因子-α(Tumor necrosis factor-α，TNF-α)和 IL-6 的基因表达和蛋白产生，且抑制了内毒素诱导的小鼠单核巨噬细胞白血病细胞(Mouse leukemia cells of monocyte macrophage，RAW264.7)促炎介质的产生。通过以 TNF-α 和 IFN-γ 混合物刺激的永生化人角质形成细胞(Human Immortalized Epidermal Cells，HaCaT)和 2，4-二硝基氯苯刺激的 NC/Nga 小鼠为异位性皮炎模型分别进行体外和体内实验，GIL T Y 等[50]发现辛夷通过抑制促炎性信号通路来达到抗炎作用。

2.2 抗过敏 现代研究[2]表明，辛夷的抗过敏作用主要用于抗过敏性鼻炎、抗过敏性哮喘，具有显著的抗过敏作用。张行[10]通过对从辛夷中分离得到的化学成分进行抗过敏活性筛选，发现其中多种成分均可抑制肥大细胞 β-hex 的释放，对肥大细胞脱颗粒有一定的抑制作用。管政等[48]发现辛夷挥发油成分可有助于维持 Th1(T helper 1 cell，辅助型 T 细胞 1)和 Th2(T helper 2 cell，辅助型 T 细胞 2)的动态平衡，从而有效缓解过敏性鼻炎的症状。JUERGENS L J 等[51]发现辛夷挥发油中的桉叶油醇可以降低 TNF-α、IL-1β、IL-4 和 IL-5 的浓度，从而有效地扩张支气管，以达到抗过敏性哮喘的作用。

2.3 抗氧化 JUNG Y S 等[52]发现辛夷提取物对小鼠海马神经元细胞氧化应激具有神经保护作用，其机制可能与其抗氧化活性有关。HAM J R 等[53]通过利用辛夷乙醇提取物在脂多糖刺激下的 RAW 264.7 巨噬细胞和体外抗氧化实验，发现辛夷乙醇提取物在脂多糖刺激的巨噬细胞中表现出抗氧化活性。辛夷挥发油中的萜烯类和萜醛类成分具有显著的抗氧化特性，能够有效减少活性氧引起的脂质过氧化反应[12]。此外，这些成分还能增强抗氧化酶(如谷胱甘肽、超氧化物歧化酶、过氧化氢酶)的活性，从而有助于改善缺血性脑梗死的症状。

2.4 干预糖尿病 CHOI S S 等[54]发现辛夷中的辛夷脂素通过 PI3K-AKT 通路增加大鼠骨骼肌成肌细胞中的基础葡萄糖摄取和葡萄糖转运子蛋白 4(Glucosetransporter4，GLUT 4)易位，从而达到抗糖尿病作用。KIM E K 等[55]通过动物实验发现，辛夷提取物能够有效保护胰岛 β 细胞免受细胞因子毒性，这通过大鼠胰岛 β 细胞瘤细胞(Rat islet cell tumor cell，RINm5F 细胞)活力的增强和在分离的大鼠胰岛中胰岛素对葡萄糖的分泌反应得以保持而得以证明。此外在用辛夷提取物预孵育的 RINm5F 细胞和胰岛中细胞因子诱导的一氧化氮生成以及诱导性一氧化碳合酶(Inducible nitric oxide synthase，iNOS)mRNA 和蛋白质表达显著降低。辛夷提取物在体外和体内抑制 iNOS 基因表达的分子机制似乎涉及对核因子 κB(Nuclear factor kappa-B，NF-κB)激活的抑制。这些结果揭示了辛夷提取物对于预防 1 型糖尿病进展的潜在治疗价值。

2.5 免疫调节 KIM H J 等[56]通过发现辛夷中的己烷组分能够显著抑制 Jurkat T 淋巴细胞中钙库操纵性钙离子内流(Store-operated calcium entry，SOCE)和 IL-2 细胞因子的产生。可能为抑制炎症免疫反应的潜在策略。CHEN C H 等[57]通过动物实验发现，辛夷精油能够抑制 2，4-二硝基-1-氟苯(2，4-dinitrofluorobenzene，DNFB)诱导的接触性超敏反应，且能够抑制 DNFB 诱导小鼠耳内 T 细胞的浸润。通过 DC 生物测定证实，辛夷精油基本上抑制脂多糖诱导的树突状细胞中细胞因子产生，证实了辛夷精油在体内和体外均有免疫抑制作用。

2.6 其他 KIM H J 等[58]发现辛夷乙醇提取物及其化学成分洛苷抑制跨膜蛋白 16A(Anoamin1，ANO1)过表达的人胚胎肾细胞 293(Human Embryonic Kidney 293 Cells，HEK293T 细胞)

中的 ANO1 活性，且能特异性抑制钙离子激活的氯电流。确定了辛夷乙醇提取物缓解过敏性鼻炎的新机制。根据相关研究[59]，辛夷挥发油中的活性成分，包括萜类、酚类、醇类和酮类等，均展现出广谱抗菌的特性。

3 辛夷的质量标志物(quality marker，Q-Marker)预测分析

Q-Marker 是刘昌孝院士在 2016 年提出的中药质量控制新概念。它指的是中药材及其产品(如中药饮片、煎剂、提取物和成药制剂等)中固有的或在加工制备过程中形成的，与中药的功能属性密切相关的化学物质。这些物质被用作反映中药安全性和有效性的关键指标进行质量控制[60]。本文基于 Q-Marker 概念对辛夷的质量标志物进行分析，旨在为建立科学完善的辛夷质量控制体系提供参考依据。

3.1 基于植物亲缘学的 Q-Marker 预测分析 辛夷为木兰科植物望春花 *Magnolia biondii* Pamp.、玉兰 *Magnolia denudata* Desv. 或武当玉兰 *Magnolia sprengeri* Pamp. 的干燥花蕾。木兰属主要分布于亚洲东南部温带及热带，我国约有 31 种，主要分布于西南部、秦岭以南至华东、东北[61]。木兰属中共有的化学成分主要包括挥发油、木脂素类化合物和生物碱类化合物等[62]。辛夷药材来源丰富，不同品种所含挥发油的化学成分不同，且含量差异也较大。通过对望春花花蕾、玉兰花花蕾及武当玉兰花蕾的挥发油成分进行分析研究发现，其中质量分数在 1% 以上的共有成分主要为蒎烯、4-萜烯醇和 β-石竹烯，与此同时发现胡椒酮、α-蒎烯、(2Z,6E)-金合欢醇为望春花花蕾挥发油的特有成分，甲基丁香酚、β-柏木烯为玉兰花蕾挥发油的特有成分，甲基庚烯酮、对甲基苯异丙醇为武当玉兰花蕾挥发油的特有成分。而同为木兰属的厚朴中挥发油成分主要包括桉叶油醇、聚伞花素。木脂素类化合物主要包括厚朴酚以及和厚朴酚，生物碱中主要包括厚朴碱、木兰花碱和木兰箭毒碱[63-65]。基于辛夷自身所含有主要成分与厚朴进行对比联系，可将 α-蒎烯、4-萜烯醇、β-石竹烯、(2Z,6E)-金合欢醇、甲基丁香酚、β-柏木烯、甲基庚烯酮、对甲基苯异丙醇、桉叶油醇、聚伞花素、木兰花碱和木兰箭毒碱作为辛夷 Q-Marker 筛选的重要对象。

3.2 基于产地差异的 Q-Marker 预测分析 中药材的成分含量与其产地及采收时节密切相关，药材的产地和采收期等自身因素对中药成分含量有着显著影响[66]。不同产地的同一种中药材，其生长环境、气候条件、土壤类型等都会对药材的成分含量产生影响。李振雨等[39]通过超高液相色谱法建立辛夷药材指纹图谱，结果表明河南产区辛夷木兰脂素和松脂素二甲醚含量最高，湖北产区辛夷木兰花碱含量最高。杨琼梁等[67]通过分析比较市售湖南、广西两个不同产地辛夷种挥发油的化学成分，其中湖南产地主要成分为桉油精、香叶基芳樟醇、α-松油醇、τ-杜松醇、β-松油醇、广西产地主要成分为桉油精、柑橘柠烯、香叶基芳樟醇、α-松油醇、β-蒎烯、α-水芹烯。万楷杨等[17]通过结合主成分分析法评价道地产区与非道地产区辛夷的化学组分，发现在 α-蒎烯、香桧烯这两个成分上，河南、湖北的样品含量要高于其他产地；在桉树脑、α-松油醇成分上，河南、安徽的样品含量要高于其他产地；在 β-蒎烯成分上，湖北、安徽的样品含量高于其他产地。王杰敏等[68]通过比较河南南召产 5 个采收期辛夷的挥发油成分进行比较，发现第四采收期(2 月份)中 γ-依兰油烯、别香橙烯、2-茨醇、樟脑相对含量最大，与挥发油含量变化趋势基本一致，且第四采收期抗氧化抑菌能力最强。综合来看，在辛夷挥发油的总成分上，河南省的质量较优，且 2 月份采收品中挥发油成分抗炎抑菌作用较强。综上所述，可将木兰脂素、松脂素二甲醚、α-蒎烯、β-蒎烯、香桧烯、桉树脑、α-松油醇、樟脑等作为辛夷的 Q-Marker 筛选的重要对象。

3.3 基于传统药性的 Q-Marker 预测分析 中药药性理论是中医与中药紧密结合的桥梁和纽带，它揭示了中药与化学药物不同的特性，即中药通过多种成分、多条途径及多个靶点的协同作用，展现出独特的整体生物学效应[69]。辛夷味辛、性温，归肺、胃经。具有发散风寒、通鼻窍、止痛等功效。张廷等[70]通过对 64 种常见的辛味药物进行研究发现，辛味药物中挥发油和萜类成分的含量显著高于其他化学成分，并且这两类成分之间存在较大的相关性。根据传统五味理论，辛味药具有发散行气、温中散寒、润燥横行等作用[71]。现阶段研究发现能够调节瞬时受体电位离子通道(Transient receptor potential，TRP)离子通道的天然成分很多都来自辛味中药，例如能够激活瞬时受体电位香草酸亚型 1(Transient receptor potential vanilloid 1，TRPV1)离子通道的辣椒素、吴茱萸碱、肉桂醛等，能够激活 T 瞬时受体电位阳离子通道 M 亚型 8(Transient receptor potential cation channel subfamily M member 8，RPM8)离子通道的薄荷醇[72]，以及能够激活瞬时受体电位香草酸亚型 3(Transient receptor potential vanilloid 3，TRPV3)离子通道的樟脑等[73]。综上所述，薄荷醇、樟脑可作为辛夷 Q-Marker 的重要参考。

3.4 基于现代药效的 Q-Marker 预测分析 现代中医药研究的核心领域之一是中药的药效物质基础。中药的质量在很大程度上取决于其药效成分[74]。其中，辛夷挥发油成分是其产生药效的主要物质基础，也是其特殊香味的来源。NAM S Y 等[75]通过 α-蒎烯干预过敏性鼻炎模型小鼠，发现小鼠鼻黏膜组织中 TNF-α、细胞间黏附分子 1、巨噬细胞炎症蛋白 2 以及免疫球蛋白 E 的表达水平降低，体内嗜酸性粒细胞和肥大细胞的数量减少。辛夷挥发油成分桉叶油醇能通过抑制 TNF-α、IL-1β、IL-4 和 IL-5 水平，来发挥扩张支气管的作用[51]。NIE J Y 等[76]研究发现，辛夷挥发油中，α-松油醇对 1,1-二苯基-2-三硝基苯肼自由基的清除能力较强，清除率为 84.1%；δ-杜松烯对 2,2′-联氮-双-3-乙基苯并噻唑啉-6-磺酸自由基的清除能力较强，清除率为 89.1%；α-水芹烯对羟基自由基的清除能力最强，清除率为 54.1%。综上所述，α-蒎烯、桉叶油醇、α-松油醇、δ-杜松烯、α-水芹烯可考虑作为辛夷的 Q-Marker 参考范围。

3.5 基于化学成分溯源性的 Q-Marker 预测分析 入血成分及其代谢产物是中药发挥最终效果的关键活性组分，它们能够更深入地揭示中药的药理基础和作用机理，因此成为确立质量指标的重要依据[77]。杨光[3]通过对辛夷中 7 种木脂素成分进行药代动力学研究发现，SD 大鼠体内桉脂素、木兰脂素和表木

兰脂素均体现出比较明显的非线性动力学特征。张志武[78]通过对 SD 大鼠灌胃和尾静脉注射给予辛夷脂素后的药代动力学情况进行研究,发现口服后血药浓度 - 时间曲线出现双峰现象,但尾静脉注射给药后却未出现,认为可能与辛夷脂素为脂溶性药物有关。综上所述,可以考虑将桉脂素、木兰脂素、表木兰脂素、辛夷脂素纳入辛夷 Q - Marker 的参考范围。

3.6 基于复方配伍的 Q - Marker 预测分析 中药复方在中医理论的指导下,根据“升降浮沉”“七情和合”“君臣佐使”“四气五味”等配伍原则,形成了复杂的配伍体系[79]。通过配伍,使中药之间相互作用,从而触发一系列的生化反应,从而发挥增效和减毒等作用。配伍环境在 Q - Marker 研究中具有举足轻重的地位,是质量研究回归到中医理论的关键要素[80]。防风 - 辛夷药对具有治疗变异性鼻炎的作用,李宇思等[81]基于网络药理学对药物活性成分进行筛选,发现防风、辛夷中色原酮、5 - O - 甲维阿斯米醇、欧前胡素、木兰脂素、Galgravin 可能是其治疗变异性鼻炎的关键有效成分。苍耳子 - 辛夷药对是临床上常用的经典药对,具有治疗鼻渊、鼻炎等功效。陈敏等[82]通过网络药理学分析,发现苍耳子 - 辛夷中共有 10 个活性成分及 79 个治疗靶点,其中 24 - 乙基 - 4 - 胆甾烯 - 3 - 酮、B - 谷甾醇、豆甾醇、Mandenol、芦荟大黄素、玉兰脂素 B 等活性成分能直接或间接作用于肿瘤坏死因子(Tumor necrosis factor,TNF)、IL - 4 等相关炎症因子,介导体内炎症反应,控制鼻窦炎感染症状。基于此,可考虑将木兰脂素、B - 谷甾醇作为辛夷 Q - Marker 的参考范围。

3.7 基于化学成分可测性的 Q - Marker 预测分析 化学成分的可测定性是构建中药质量评估体系的关键先决条件与核心组成部分[83]。卢晓莹等[43]通过超高效液相色谱串联质谱技术对辛夷标准汤剂进行化学成分分析,共鉴别出 56 个化合物,其中主要为以松脂素二甲醚、木兰脂素为代表的骈双呋喃型木脂素和以木兰箭毒碱、木兰花碱为代表的异奎宁类生物碱。邢婉琪等[11]通过超临界流体萃取法获得辛夷提取物并使用气相色谱质谱法进行成分分析,共检测出 34 种化合物,其中金合欢醇、桉叶油醇、左旋 - β - 蒎烯、A - 毕橙茄醇、β - 杜松烯的相对含量均超过 5%。综上所述,可将松脂素二甲醚、木兰脂素、木兰箭毒碱、木兰花碱、金合欢醇、桉叶油醇等纳入辛夷 Q - Marker 的参考依据。

4 讨论

辛夷作为我国的传统中药,具有悠久的药用历史,其临床应用广泛,特别是在治疗呼吸系统相关疾病中疗效显著。然而现有研究主要集中于辛夷部分活性成分的药理研究,尤其是挥发油类和木脂素类成分的研究分析较为深入,针对辛夷整体化学成分的系统性研究尚显不足。在最新版《中华人民共和国药典》中,对辛夷质量的评价主要依赖于对其挥发油中木兰脂素含量的测定。这种基于单一化学成分的检测方法,虽然在一定程度上反映了辛夷的部分特性,但难以全面、系统地评估辛夷的整体质量。鉴于近年来对辛夷活性成分研究的不断深入,构建一个综合考量辛夷多维度质量特征的控制体系显得尤为迫切和重要。现代药理研究表明,辛夷具有多样的药理活性,目前辛夷被证实具有显著的抗炎、抗过敏、抗氧化、钙离子通道抑制、抗糖尿病、免疫调节作用,但目前的研究多集中在其部分活性成分,如挥发油和黄酮类物质。这些研究为理解辛夷的药效提供了基础,但整体上对辛夷多种成分及其相互之间作用机制的全面研究还不足。

本文基于刘昌孝院士提出的 Q - Marker 概念,系统总结了辛夷的成分和药理作用,并从植物亲缘学、产地与采收时节差异、传统药性及现代药效、复方配伍、化学成分可测性及溯源性等多个方面,对可作为辛夷质量标志物的成分进行了深入的文献分析,最终推测 α - 蒎烯、α - 松油醇、α - 水芹烯、β - 蒎烯、β - 谷甾醇、δ - 杜松烯、香桧烯、薄荷醇、金合欢醇、樟脑、桉树脑等辛夷挥发油类成分,以及木兰脂素、表木兰脂素、辛夷脂素、松脂素二甲醚、桉脂素等木脂素类成分作为辛夷的候选 Q - Marker,为建立系统科学的辛夷质量控制体系提供参考依据。为保障辛夷的用药安全和提高临床治疗效果,建议后续对上述成分进行更深入的研究,以明确辛夷的有效化学成分及其药理作用机制。

在对相关成分进行研究的同时,对其质量标准的系统建立也至关重要。为此建议建立多成分联合检测标准,将挥发油、木脂素、生物碱、多糖、有机酸等多种活性成分纳入检测范围,从而提高质量控制的全面性和准确性。同时,不同产地和采收时节的辛夷药材化学成分差异明显,强化不同产地和采收时节的质量控制也是必要的。例如,依据不同地区辛夷中关键成分(如 α - 蒎烯、木兰脂素、桉叶油醇等)的含量差异,设定特定区域和采收期的质量标准,有助于确保道地药材的优质性和稳定性。其次,辛夷的活性成分与植物亲缘学、产地及采收时节等因素密切相关,且其药效物质基础多样,包括挥发油、木脂素、生物碱、多糖类和有机酸类等成分。这些成分协同作用,产生抗炎、抗菌、抗过敏、抗氧化等多种药理效应。然而,辛夷各成分之间的相互作用机制仍未得到充分研究。因此,未来研究应进一步探讨不同成分之间的协同作用机制,并加强对 Q - Marker 的深入研究和应用。

参考文献

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020: 189.
[2] 李心如, 徐发红, 范奇盼, 等. 辛夷挥发油提取方法及辛夷化学成分、药理作用研究进展[J]. 中国野生植物资源, 2023, 42(12): 84 - 89.
[3] 杨光. 基于物质基础表征与新型化学模式识别方法的辛夷质量控制与药物动力学研究[D]. 上海: 第二军医大学, 2017.
[4] 赵慧, 严颖, 邹立思, 等. 基于 UFLC - Triple TOF - MS/MS 技术分析厚朴化学成分[J]. 中国药学杂志, 2017, 52(20): 1824 - 1831.
[5] SRINROCH C, SAHAKITPICHAN P, CHIMNOI N, et al. Flavonol triglycosides from magnolia utilis[J]. Phytochem Lett, 2019, 29: 57 - 60.
[6] 胡静, 付志博, 桑情妮, 等. 辛夷、辛夷仁和辛夷外苞片中挥发性成分的比较[J]. 中草药, 2019, 50(7): 1555 - 1561.
[7] 刘宗红. 辛夷中化合物的提取与分离研究[D]. 大连: 辽宁师范

大学, 2012.
[8] SUN Y, YU Z Y, DUAN W J, et al. Isolation and purification of seven lignans from Magnolia sprengeri by high - speed counter - current chromatography[J]. J Chromatogr B, 2011, 879(31): 3775 - 3779.
[9] PARK R, PARK E J, CHO Y Y, et al. Tetrahydrofurofuranoid lignans, eudesmin, fargesin, epimagnolin A, magnolin, and yangambin inhibit UDP - glucuronosyltransferase 1A1 and 1A3 activities in human liver microsomes[J]. Pharmaceutics, 2021, 13(2): 187.
[10] 张行. 辛夷化学成分及其抗过敏活性研究[D]. 上海: 上海中医药大学, 2019.
[11] 邢婉琪, 张鸿燕, 苟文韬, 等. 河南平顶山产辛夷超临界萃取物的 GC - MS 分析[J]. 亚太传统医药, 2023, 19(4): 32 - 36.
[12] 张婷婷, 郭夏丽, 黄学勇, 等. 辛夷挥发油 GC - MS 分析及其抗氧化、抗菌活性[J]. 食品科学, 2016, 37(10): 144 - 150.
[13] 刘鹏飞, 魏跃伟, 魏鹏程, 等. 不同方法提取辛夷挥发油化学成分与热失重分析的比较[J]. 现代食品科技, 2014(2): 164, 170 - 176.
[14] 王甜甜, 陈玲, 李心怡, 等. 辛夷药材及嫁接品种挥发油的 GC - MS 鉴别研究[J]. 中华中医药杂志, 2019, 34(2): 787 - 790.
[15] 赵东方, 赵东欣. 朱砂玉兰及其变种辛夷挥发油的化学成分比较分析[J]. 化学研究, 2017, 28(3): 359 - 363.
[16] 魏鹏程, 赵铭钦, 刘鹏飞, 等. 不同蒸馏方法提取辛夷挥发油的比较分析[J]. 现代食品科技, 2013, 29(2): 358 - 361.
[17] 万楷杨, 李秋芳. 不同产地望春花药材中挥发油的化学成分分析[J]. 亚太传统医药, 2020, 16(2): 63 - 68.
[18] 杜庆波, 周步军, 于冈, 等. 微波辅助提取辛夷挥发油工艺研究及成分分析[J]. 科学咨询(科技 · 管理), 2021(32): 13 - 15.
[19] 向甜甜, 边康鑫, 陈玲至, 等. GC - MS 对白玉兰花瓣挥发油成分的分析[J]. 湖北农业科学, 2019, 58(13): 106 - 110.
[20] 张博, 韩禄, 唐一梅, 等. GC - MS 法分析柴胡、辛夷及配伍药对挥发油成分[J]. 化学工程师, 2018, 32(12): 72 - 75.
[21] 张坚, 孙培龙, 徐双阳, 等. 白玉兰精油的化学成分[J]. 精细化工, 2006, 23(4): 372 - 374, 396.
[22] 胡明丽. 两种玉兰花蕾油细胞形态发生与挥发油产量和成分关系的研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2018.
[23] 李俊妮. 近红外光谱技术在辛夷的综合性质量评价中的应用研究[D]. 广州: 广东药科大学, 2020.
[24] 韩蔓, 江汉美, 卢金清, 等. HS - SPME - GC - MS 分析辛夷与其混用品的挥发性成分[J]. 湖北农业科学, 2020, 59(2): 149 - 152.
[25] 王甜甜. 辛夷药材的化学特征及提取物的品质研究[D]. 成都: 成都中医药大学, 2018.
[26] 张晓燕, 龚苏晓, 王磊, 等. 六经头痛片中辛夷和细辛 GC 指纹图谱研究[J]. 中草药, 2017, 48(20): 4203 - 4207.
[27] 邱琴, 刘廷礼, 崔兆杰, 等. GC - MS 法测定辛夷挥发油成分[J]. 中药材, 2001, 24(4): 269 - 270.
[28] 梅枝意, 罗会畏, 邹大江, 等. 玉兰花蕾骈双四氢呋喃型木脂素成分研究[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2014, 48(4): 525 - 527, 543.
[29] 冯卫生, 何玉环, 郑晓珂, 等. 望春玉兰花蕾中木脂素类化学成分的研究[J]. 中国中药杂志, 2018, 43(5): 970 - 976.
[30] 杨健, 徐植灵, 潘炯光, 等. 辛夷挥发油的成分分析[J]. 中国中药杂志, 1998, 23(5): 295 - 298.
[31] 司民真,李家旺,杨永安,等. 不同种类新鲜辛夷油细胞原位显微拉曼光谱研究[J]. 中华中医药杂志, 2022, 37(4): 2331 - 2334.
[32] 骆绪美, 程明伟, 胡一民, 等. 海螺望春花药用化学成分试验检测初报[J]. 安徽林业科技, 2018, 44(6): 3 - 5, 14.
[33] 马逾英, 马羚, 詹珂. 不同来源及加工方法的辛夷挥发油气相色谱 - 质谱联用分析[J]. 四川中医, 2005, 23(7): 17 - 18.
[34] 杨雁芸, 张艳丽, 何玉环, 等. UPLC - MS/MS 法同时测定辛夷中 12 种木脂素[J]. 中成药, 2019, 41(5): 1069 - 1073.
[35] TRINGALI C, SPATAFORA C, CALÌ V, et al. Antifeedant constituents from fagara macrophylla[J]. Fitoterapia, 2001, 72(5): 538 - 543.
[36] 吴琦, 陈洪岩, 陈乃江. 辛夷 UPLC 指纹图谱及化学模式识别研究[J]. 中国药师, 2021, 24(8): 566 - 571.
[37] 智雪枝, 张博, 田兰, 等. 一测多评法同时测定辛夷配方颗粒中 4 种成分[J]. 中成药, 2021, 43(2): 332 - 336.
[38] 李振雨, 吕渭升, 何民友, 等. 辛夷配方颗粒 UPLC 指纹图谱及含量测定研究[J]. 中国中医药信息杂志, 2022, 29(12): 112 - 117.
[39] 李振雨, 何嘉莹, 童培珍, 等. 基于 UPLC 指纹图谱和多成分定量的辛夷药材产地差异性研究[J]. 中草药, 2021, 52(1): 234 - 240.
[40] YAN R Y, WANG W H, GUO J, et al. Studies on the alkaloids of the bark of Magnolia officinalis: isolation and on - line analysis by HPLC - ESI - MS(n)[J]. Molecules, 2013, 18(7): 7739 - 7750.
[41] 陈芳群, 王海子. 湖北木兰水溶性生物碱的研究[J]. 中草药, 1981, 12(9): 5 - 7.
[42] 张艳, 周严严, 高文雅, 等. 基于 UHPLC - LTQ - Orbitrap - MS/MS 技术的小儿豉翘清热颗粒化学成分鉴定及网络药理学研究[J]. 中国中药杂志, 2021, 46(23): 6163 - 6177.
[43] 卢晓莹, 梁月仪, 吕渭升, 等. 辛夷标准汤剂化学成分分析: 基于 UPLC - QE - Orbitrap - MS/MS 技术[J]. 亚太传统医药, 2023, 19(9): 50 - 58.
[44] 冯卫生, 王建超, 何玉环, 等. 辛夷化学成分的研究[J]. 中国药学杂志, 2015, 50(24): 2103 - 2106.
[45] ZHANG X, QIAN F, TAN J J, et al. Bioassay - guided isolation of bisepoxylignans from the flower buds of Magnolia biondii Pamp and their antiallergic effects[J]. RSC Adv, 2017, 7(54): 34236 - 34243.
[46] DONG S S, LIU M, LIU Y, et al. The genome of Magnolia biondii Pamp. provides insights into the evolution of Magnoliales and biosynthesis of terpenoids[J]. Hortic Res, 2021, 8(1): 38.
[47] 刘琨琨, 曾南, 汤奇, 等. 辛夷挥发油体外干预大鼠胸腔炎性白细胞 5 - LO 活性的研究[J]. 中药药理与临床, 2011, 27(1): 52 - 53.
[48] 管政, 马小卓, 吕圭源, 等. 辛夷挥发油对变应性鼻炎大鼠 IL - 12、IFN - γ 及组胺的影响[J]. 中药药理与临床, 2011, 27

(2): 70 - 72.
[49] GIL T Y, JIN B R, CHA Y Y, et al. Magnoliae flos downregulated lipopolysaccharide - induced inflammatory responses *via* NF - κB/ERK - JNK MAPK/STAT3 pathways[J]. Mediators Inflamm, 2022, 2022: 6281892.
[50] GIL T Y, JIN B R, PARK Y J, et al. Effects of magnoliae flos on atopic dermatitis - like inflammation evaluated *via* extracellular signal - regulated kinase or signal transducers and activators of transcription 1/3 signalling pathways[J]. Acta Derm Venereol, 2023, 103: 11593.
[51] JUERGENS L J, WORTH H, JUERGENS U R. New perspectives for mucolytic, anti - inflammatory and adjunctive therapy with 1, 8 - cineole in COPD and asthma: review on the new therapeutic approach[J]. Adv Ther, 2020, 37(5): 1737 - 1753.
[52] JUNG Y S, WEON J B, YANG W S, et al. Neuroprotective effects of Magnoliae Flos extract in mouse hippocampal neuronal cells[J]. Sci Rep, 2018, 8(1): 9693.
[53] HAM J R, YUN K W, LEE M K. Anti - inflammatory and antioxidant *in vitro* activities of magnoliae flos ethanol extract[J]. Prev Nutr Food Sci, 2021, 26(4): 485 - 491.
[54] CHOI S S, CHA B Y, CHOI B K, et al. Fargesin, a component of Flos Magnoliae, stimulates glucose uptake in L6 myotubes[J]. J Nat Med, 2013, 67(2): 320 - 326.
[55] KIM E K, SONG M Y, KIM I S, et al. Beneficial effect of Flos magnoliae extract on multiple low dose streptozotocin - induced type 1 diabetes development and cytokine - induced beta - cell damage[J]. Int J Mol Med, 2008, 22(4): 481 - 488.
[56] KIM H J, WOO J, NAM Y R, et al. Flos magnoliae and its constituent linoleic acid suppress T lymphocyte activation *via* store - operated calcium entry[J]. Am J Chin Med, 2019, 47(7): 1627 - 1641.
[57] CHEN C H, CHEN H C, CHANG W T, et al. Magnoliae flos essential oil as an immunosuppressant in dendritic cell activation and contact hypersensitivity responses[J]. Am J Chin Med, 2020, 48(3): 597 - 613.
[58] KIM H J, NAM Y R, NAM J H. Flos magnoliae inhibits chloride secretion *via* ANO1 inhibition in calu - 3 cells[J]. Am J Chin Med, 2018, 46(5): 1079 - 1092.
[59] SUN Y Y, CAI X J, CAO J X, et al. Effects of 1, 8 - cineole on carbohydrate metabolism related cell structure changes of salmonella[J]. Front Microbiol, 2018, 9: 1078.
[60] 刘昌孝. 中药质量标志物(Q - Marker)研究发展的 5 年回顾[J]. 中草药, 2021, 52(9): 2511 - 2518.
[61] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志 - 第四十五卷, 第三分册 - 被子植物门 双子叶植物纲 卫矛科[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
[62] 蔡海敏, 范伟, 王旭东. 木兰属植物化学成分及其药理作用研究进展[J]. 中国药房, 2011, 22(39): 3735 - 3738.
[63] 卓越. 厚朴化学成分及其调节血糖活性初步研究[D]. 北京: 中国中医科学院, 2015.
[64] 张明发, 沈雅琴. 和厚朴酚及厚朴酚抗肝癌、胆囊癌和胰腺癌的药理作用及机制研究进展[J]. 药物评价研究, 2022, 45(5): 1003 - 1009.
[65] 盛永成, 王晶, 张世洋, 等. 厚朴药理研究进展[J]. 成都中医药大学学报, 2018, 41(2): 109 - 114.
[66] 李聪, 黄诗雨, 陈丽华, 等. 药材部位、产地及采收期对中药挥发油成分的差异性分析[J]. 中草药, 2020, 51(20): 5395 - 5404.
[67] 杨琼梁, 欧阳婷, 杨仁义, 等. 市售不同产地辛夷中挥发油成分分析及木兰脂素的含量测定[J]. 湖南中医药大学学报, 2016, 36(10): 39 - 44.
[68] 王杰敏, 郭浩川, 赵梦薇, 等. 不同采收期辛夷挥发油 GC - MS 分析及其抗氧化、抗菌活性[J]. 药物分析杂志, 2024, 44(9): 1475 - 1484.
[69] 谌攀, 吴博文, 张鹏, 等. 基于生物网络的中医药学原理探索[J]. 科学通报, 2024, 69(1): 17 - 29.
[70] 张廷, 崔瑛, 申玲玲, 等. 中药药性复杂性与药性物质研究的思考[J]. 中华中医药杂志, 2013, 28(3): 585 - 587.
[71] 彭亚倩, 唐辉, 韩彦琪, 等. 中药五味药性理论的现代研究进展[J]. 药物评价研究, 2023, 46(9): 2014 - 2023.
[72] DHAKA A, VISWANATH V, PATAPOUTIAN A. Trp ion channels and temperature sensation[J]. Annu Rev Neurosci, 2006, 29: 135 - 161.
[73] MOQRICH A, HWANG S W, EARLEY T J, et al. Impaired thermosensation in mice lacking TRPV3, a heat and camphor sensor in the skin[J]. Science, 2005, 307(5714): 1468 - 1472.
[74] 武雨含, 李敏, 刘豪, 等. 中药药效物质辨析技术: 现状与未来[J]. 中国科学(生命科学), 2022, 52(6): 943 - 956.
[75] NAM S Y, CHUNG C K, SEO J H, et al. The therapeutic efficacy of α - pinene in an experimental mouse model of allergic rhinitis[J]. Int Immunopharmacol, 2014, 23(1): 273 - 282.
[76] NIE J Y, LI R, JIANG Z T, et al. Screening and evaluation of radical scavenging active compounds in the essential oil from Magnolia biondii Pamp by electronic nose coupled with chemical methodology[J]. Ind Crops Prod, 2020, 144: 112060.
[77] 祁昱彤, 张淼, 刘建勋, 等. 中药地黄的现代研究进展及其质量标志物(Q - marker)预测分析[J]. 中华中医药学刊, 2023, 41(12): 176 - 184.
[78] 张志武. 辛夷脂素及其制剂的药代动力学和组织分布研究[D]. 西安: 第四军医大学, 2016.
[79] 李海英, 贺鹏, 贺玉婷, 等. 中药复方配伍研究的关键问题及超分子化学解决对策[J]. 中草药, 2019, 50(12): 2757 - 2762.
[80] 张铁军, 白钢, 刘昌孝. 中药质量标志物的概念、核心理论与研究方法[J]. 药学学报, 2019, 54(2): 186 - 196.
[81] 李宇思, 谢慧, 刘艳, 等. 基于网络药理学探讨防风 - 辛夷药对治疗变应性鼻炎的作用机制[J]. 中医眼耳鼻喉杂志, 2020, 10(4): 185 - 190.
[82] 陈敏, 赵晶晶. 基于网络药理学探究苍耳子 - 辛夷配伍治疗鼻窦炎作用机制[J]. 现代医学, 2022, 50(8): 1055 - 1060.
[83] 李星辰, 尹丽燕, 蔡红, 等. 温郁金化学成分、药理作用、临床应用的研究进展及其质量标志物的预测分析[J]. 中国中药杂志, 2023, 48(20): 5419 - 5437.