DOI:10.13193/j.issn.1673-7717.2026.04.008

半夏研究进展及质量标志物预测分析

刘敏杰,陈苗苗,李少刚,叶兆伟,曹倩,李晋鹏,李尽哲,陈琼
(信阳农林学院药学院,河南 信阳 464000)

摘要:半夏富含生物碱、有机酸、挥发油、氨基酸及甾醇等多种化学成分。其传统功效为燥湿化痰、降逆止呕、消痞散结;现代研究揭示,半夏还具有抗肿瘤、抗炎、抗菌及抗癫痫等药理活性,但亦存在黏膜刺激、肝肾毒性及妊娠毒性等不良反应。鉴于其"有毒"的特性,半夏需经炮制后方可内服。系统综述了半夏的化学成分、药理作用及毒性,并在此基础上引入中药质量标志物(Q-Marker)的核心概念,从植物亲缘学与化学成分特有性、传统药性、炮制过程化学成分转化、成分可测性及配伍环境下的表达组分等维度,对半夏的潜在质量标志物进行预测分析,旨在为构建其科学、全面的质量标准提供理论依据。

关键词:半夏;化学成分;药理作用;毒性;质量标志物
中图分类号:R284.1;R285.5 **文献标志码**:A **文章编号**:1673-7717(2026)04-0034-07

Research Progress and Quality Marker Prediction Analysis of Banxia(Pinelliae Rhizoma)

LIU Minjie, CHEN Miaomiao, LI Shaogang, YE Zhaowei, CAO Qian, LI Jinpeng, LI Jinzhe, CHEN Qiong
(College of Pharmacy, Xinyang Agriculture and Forestry University, Xinyang 464000, Henan, China)

Abstract: Banxia(Pinelliae Rhizoma) contains various chemical components such as alkaloids, organic acids, volatile oils, amino acids and sterols. Traditionally, it is known for its effects of drying dampness and resolving phlegm, descending counterflow to stop vomiting, and dispersing masses and nodules. Modern research has revealed that Banxia(Pinelliae Rhizoma) also possesses pharmacological activities, including antitumor, anti-inflammatory, antibacterial and antiepileptic effects. However, it is associated with adverse reactions such as mucosal irritation, hepatorenal toxicity and embryotoxicity. Due to its "toxic" nature, Banxia(Pinelliae Rhizoma) must be processed before oral administration. This article systematically reviewed the chemical composition, pharmacological effects and toxicity of Banxia(Pinelliae Rhizoma). Furthermore, it introduced the core concept of the quality marker(Q-marker) of traditional Chinese medicine. Based on this, potential Q-markers of Banxia(Pinelliae Rhizoma) were predicted and analyzed from multiple perspectives, including plant phylogeny and chemical specificity, traditional medicinal properties, chemical transformations during processing, component measurability and compositional expression in compatibility environments. The aim was to provide a theoretical foundation for establishing a scientific and comprehensive quality standard for Banxia(Pinelliae Rhizoma).

Keywords: Banxia(Pinelliae Rhizoma); chemical constituents; pharmacological effects; toxicity; quality markers

半夏来源于天南星科多年生草本植物半夏 *Pinellia ternata*(Thunb.)Breit.的干燥块茎[1]。它在我国分布广泛,常见于长江流域、东北及南部地区的田边、荒地、草坡、玉米地或疏林下[2-3]。半夏味辛,性温,有毒,归脾、胃、肺经。其药用价值极高,在《伤寒论》中即有大量记载其功效与方剂的应用[4-5]。现代研究表明,半夏的化学成分复杂,主要包含生物碱、有机酸、挥发油、甾醇、氨基酸、黄酮类、半夏蛋白、鞣质及多种微量元素等[6]。其传统功效为燥湿化痰、降逆止呕、消痞散结[7];现代药理研究则揭示其具有镇咳、止吐、抗炎、抗溃疡、抗惊厥、镇静催眠、降血脂和抗肿瘤等多种活性[8-9]。然而,其毒性亦不容忽视,主要表现为黏膜刺激性、肝肾毒性及妊娠毒性[10]。2020年版《中华人民共和国药典》所载的半夏质量标准主要涵盖性状、鉴别及薄层色谱鉴定等项目。目前,关于半夏药理作用与化学成分的研究仍缺乏与其药效和毒性直接相关的专属性评价。为此,本文系统检索了中国知网、万方数据、维普网、百度学术及PubMed等数据库中的最新文献,综述了其在生药学鉴定、化学成分、药理作用及毒性方面的

基金项目:国家自然科学基金项目(12305399);河南省重点研发专项(241111311400);河南省科技计划项目(212102110415);河南省高等学校重点科研项目(24B180013,24B180014);信阳农林学院学术骨干项目(信农教〔2023〕18号)
作者简介:刘敏杰(1980-),女,河南息县人,高级实验师,学士,研究方向:天然产物与开发。
通讯作者:李尽哲(1982-),男,河南南阳人,教授,硕士,研究方向:食药用真菌生产及深加工。E-mail:xynz1688@163.com。
陈琼(1964-),女,河南息县人,教授,学士,研究方向:中药制药新剂型与新技术。E-mail:599299467@qq.com。

研究进展,并在此基础上引入质量标志物(Q-Marker)的概念[11],从多个维度对半夏的潜在质量标志物进行预测分析,以期为建立更能反映其内在品质的质量标准提供科学依据。

1 半夏生物学特征

半夏之名最早见于《礼记·月令》:"鹿角解,蝉始鸣,半夏生,木堇荣。"半夏作为中药的记载最早见于东汉时期《神农本草经》[12]。半夏为多年生草本植物,株高15~30 cm。其叶形随苗龄变化,幼苗时常为卵状心形单叶,成熟植株则常见三小叶复叶,小叶片椭圆形或披针形,有短柄,叶脉为羽状网脉,侧脉在近边缘处联合,叶柄下部内侧面生有白色卵形珠芽[13];5~7月间开花,肉穗花序,花葶高出于叶,长约30 cm,佛焰苞下部绿色,内部黑紫色,上部片状,呈椭圆形,肉穗花序基部一侧与佛焰苞贴生,上生雄蕊,花序轴先端附属物延伸呈鼠尾状[14]。半夏药用部位为干燥块茎,采挖时间一般在夏、秋两季茎叶枯萎后。药材呈类球形,有的稍偏斜,直径1~1.5 cm,表面白色或浅黄色,顶端有凹陷的茎痕,周围密布棕色点状根痕,下面钝圆,较光滑。生品质坚实,易破碎,断面洁白,富粉性,气微,味辛辣、麻舌而刺喉[15]。

2 化学成分

半夏中化学成分主要有生物碱、有机酸、挥发油、氨基酸、甾醇、黄酮等。

2.1 生物碱类 半夏中含有多种生物碱类成分,其含量与组成受产地、采收时期、种间变异及炮制方法等多种因素影响而存在显著差异[16]。王静等[17]采用UHPLC-Q-Orbitrap HRMS技术从半夏中鉴定出37种生物碱类成分,翟兴英等[18]利用UPLC-Q-TOF-MS/MS技术则检测到7种,充分反映了半夏生物碱成分的复杂性。半夏中主要生物碱类成分见表1。

2.2 有机酸类 半夏块茎中含有大量脂肪酸。张科卫等[23]采用气相色谱-质谱联用法分析半夏的甲醇提取物,发现其中不饱和脂肪酸含量占49.15%,以人体必需脂肪酸——亚油酸为主;饱和脂肪酸则以棕榈酸为主。该研究共鉴定出15种饱和脂肪酸和4种不饱和脂肪酸。此外,有机酸也是半夏中的重要成分。孙全等[24]采用一测多评法测定了半夏中4种有机酸的含量。半夏中主要有机酸类化合物见表2。

2.3 挥发油类 中药挥发油是一类可随水蒸气蒸馏出来、具有特殊香味和挥发性的油状液体的总称[30]。半夏中的挥发油成分及得率受提取工艺影响显著[31-32]。分析表明,其挥发油以萜类化合物(包括单萜、倍半萜)及其含氧衍生物(如醇、醛、酮、酯)为主要组成部分,同时含有烷烃、炔烃及少量杂环化合物等。半夏中主要挥发油成分见表3。

2.4 氨基酸类 氨基酸是由碱性氨基和酸性羧基组成的有机化合物,是蛋白质的基本组成单位。不同研究因检测方法与目标不同,所报道的半夏中氨基酸种类也存在差异。翟兴英等[38]采用UPLC-Q-TOF-MS/MS技术进行非靶向分析,初步鉴定出11种氨基酸类成分;而张浩波等[39]使用专属性更强的氨基酸分析仪进行检测,则共检测出18种氨基酸,其中包含8种人体必需氨基酸。半夏中主要氨基酸类成分见表4。

表1 半夏中含有的主要生物碱成分

编号	名称	文献	编号	名称	文献
1	L-麻黄碱	[16]	20	葫芦巴碱	[16]
2	胆碱	[16]	21	乌苷	[16]
3	胸苷	[16]	22	肌苷	[16]
4	尿苷	[16]	23	腺苷	[16]
5	小檗碱	[17]	24	去甲哈尔满碱	[17]
6	麻黄碱	[17]	25	丝胶树碱	[18]
7	腺嘌呤	[18]	26	2-戊基吡啶	[18]
8	(2R,3S,4S,6S)-2-(羟甲基)-6-(2-羟基十三烷基)-3,4-哌啶二醇	[18]	27	N-苯亚甲基异甲胺	[18]
9	N-乙基苯胺	[18]	28	尿嘧啶	[19]
10	4-甲氧基喹啉-2-酮	[19]	29	尿囊素	[19]
11	N-苯甲酰基-L-苯丙胺醇	[19]	30	环(甘-丙)二肽	[19]
12	胸腺嘧啶	[19]	31	N-[9-(5-methoxypyridin-2-yl)methyl-9H-purin-6-yl]acetamide	[20]
13	9-[(5-methoxypyridin-2-yl)methyl]-9H-purin-6-amine	[20]	32	4-[(2-2,5-dioxopyrrolidin-1-yl)ethyl]phenyl acetate	[20]
14	环-(苯丙氨酸-酪氨酸)	[21]	33	环-(亮氨酸-酪氨酸)	[21]
15	环-(缬氨酸-酪氨酸)	[21]	34	环(脯氨酸-缬氨酸)二肽	[21]
16	环(脯氨酸-亮氨酸)二肽	[21]	35	(-)-pohakulin pohakuline	[21]
17	N-[1-(苯基乙酰基)-L-脯氨酰]甘氨酸乙酯	[21]	36	环脯氨酸	[21]
18	尿嘧啶脱氧核苷	[21]	37	亮氨酸-异亮氨酸	[21]
19	15b-β-羟基16α-羟基5-N-acetylardeemin	[22]			

表2 半夏中含有的主要有机酸成分

编号	名称	文献	编号	名称	文献
1	A-亚麻酸	[9]	20	B-亚麻酸	[9]
2	9-氧代壬酸	[23]	21	十五烷酸	[23]
3	8-十八碳烯酸	[23]	22	十六烷酸	[23]
4	油酸	[23]	23	7-十六碳烯酸	[23]
5	硬脂酸	[23]	24	十七烷酸	[23]
6	亚油酸	[23]	25	11-二十碳烯酸	[23]
7	花生酸	[23]	26	10,13-二十碳二烯酸	[23]
8	山酸	[23]	27	草酸	[24]
9	柠檬酸	[24]	28	苹果酸	[24]
10	琥珀酸	[24]	29	9-十六碳烯酸	[29]
11	酒石酸	[25]	30	二十五烷	[25]
12	16-hydroxyhexadec-13-enoic acid	[26]	31	benzenetridecanoic acid	[26]
13	尿黑酸	[27]	32	原儿茶酸	[27]
14	咖啡酸	[28]	33	正十六碳酸-1-甘油酯	[28]
15	大黄酚	[28]	34	soyacerebrosideI	[28]
16	香草酸	[28]	35	soyacerebrosideII	[28]
17	对羟基桂皮酸	[28]	36	姜烯酚	[28]
18	阿魏酸	[28]	37	姜酚	[28]
19	邻二羟基苯酚	[28]	38	对二羟基苯酚	[28]

表3 半夏中含有的主要挥发油成分

编号	名称	文献	编号	名称	文献
1	4-羟基-4甲基-2-戊酮	[33]	40	十六烷酸甲酯	[33]
2	十二甲基环己硅氧烷	[33]	41	邻苯二甲酸二丁酯	[33]
3	十四甲基环七硅氧烷	[33]	42	γ-榄香烯	[33]
4	2,6二叔丁基对甲酚	[33]	43	反-10,顺-12-十八碳二烯酸甲酯	[33]
5	邻苯二甲酸异丁基辛酯	[33]	44	β-荜茇	[34]
6	苍术酮	[34]	45	甲基丁香酚	[34]
7	δ-卡地烯	[35]	46	3-乙酰氨基-5-甲基异恶唑	[35]
8	丁基乙烯基醚	[35]	47	2-氯丙烯酸-甲酯	[35]
9	3-甲基-二十烷	[35]	48	1,5-正戊二醇	[35]
10	十六碳烯二酸	[35]	49	棕榈酸乙酯	[35]
11	2-乙烯基丁烯醛	[36]	50	香橙烯	[36]
12	正十二烷	[36]	51	长叶薄荷酮	[36]
13	α-榄香烯	[36]	52	金合欢烷	[36]
14	3,4,4α-5,6,8α-六氢-4α,8二甲基-2-异丙基烷基萘烯酮	[36]	53	1,1,7,7α-四甲基苯丙烷并八氢萘烯	[36]
15	1-甲基亚黄酰基癸烷	[36]	54	2-(二乙氧基甲基)咪唑	[36]
16	2,6-二叔丁基-2-甲基酚	[36]	55	异胡薄荷醇	[36]
17	1-三噻烷基-2-丙酮	[36]	56	5-戊基吡喃-2-酮	[36]
18	2,4-二甲基呋喃	[36]	57	2,6,10-三甲基十四碳烷	[36]
19	异氰酸-1-萘酯	[36]	58	2-戊硫基苯骈噻吩	[36]
20	红没药烯	[36]	59	甲基菲	[36]
21	1-异丙基-4-甲撑-7-甲基八氢萘烯	[36]	60	1-甲基-4-(1-甲基乙烯基)环己烯	[36]
22	苯甲醛	[36]	61	香茅醛	[36]
23	2-甲基哌嗪	[36]	62	柠檬醛	[36]
24	茴香脑	[36]	63	β-绿叶烯	[36]
25	β-桉叶油醇	[36]	64	2,5-二甲基十四烷	[36]
26	9-十七烷醇	[36]	65	2-甲基壬烷	[36]
27	1-辛烯	[36]	66	2-乙基丁酸烯丙酯	[36]
28	β-榄香烯	[36]	67	1-十二烷基烯醇乙酸酯	[36]
29	戊醛肟	[36]	68	6-甲基2-庚酮	[36]
30	5-甲基-2-氧代-2,3-二氢呋喃	[36]	69	2-戊基呋喃	[36]
31	1,1,7-三甲基-4-甲撑环丙烷并全氢萘	[36]	70	八氢-4α,5-二甲基-3-异丙基萘	[36]
32	四氢异恶唑	[36]	71	3-壬炔	[36]
33	2-戊基呋喃	[36]	72	2,5-二甲基正十四碳烷	[36]
34	2-甲氧基二氢呋喃	[36]	73	3-壬酮	[36]
35	偶氮环己酮	[36]	74	顺-4-癸烯醛	[36]
36	1,2-苯二甲酸二丁酯	[36]	75	丁基苯	[36]
37	糠醛	[37]	76	1-甲基亚黄酰基癸烷	[37]
38	2-十一烷酮	[37]	77	β-绿叶烯	[37]
39	茴香酸	[37]			

2.5 甾醇类 甾醇类是半夏的主要化学成分之一。目前已鉴定出的甾醇类化合物以β-谷甾醇和胡萝卜苷为主。研究表明,采用高效液相色谱法可以有效地分离并定量测定半夏中的β-谷甾醇[40]。半夏中主要的甾醇类化合物见表5。

2.6 其他 目前已从半夏中检测出22种苯丙素类(如E-对-香豆醇,3,4-二羟基肉桂醇等)、12种黄酮类(如二氢黄酮、异黄酮、野黄芩苷等)及9种脑苷类成分;同时,还含有蛋白质类(如半夏蛋白、半夏胰蛋白酶抑制剂等[43])、多种无机元素[44-45](Zn、Cr、Fe、Mn等)、蒽醌类(如大黄酚),以及环木质素苷A和淀粉等成分[46]。

表4 半夏中主要氨基酸种类

编号	名称	文献	编号	名称	文献
1	天门冬氨酸	[39]	10	脯氨酸	[39]
2	苏氨酸	[39]	11	亮氨酸	[39]
3	丝氨酸	[39]	12	异亮氨酸	[39]
4	谷氨酸	[39]	13	络氨酸	[39]
5	甘氨酸	[39]	14	苯丙氨酸	[39]
6	丙氨酸	[39]	15	组氨酸	[39]
7	蛋氨酸	[39]	16	赖氨酸	[39]
8	缬氨酸	[39]	17	精氨酸	[39]
9	色氨酸	[39]	18	胱氨酸	[39]

表5 半夏中主要甾醇类化合物

编号	化合物名称	文献	编号	化合物名称	文献
1	β-谷甾醇	[41]	8	豆甾醇	[41]
2	胡萝甾醇	[41]	9	β-胡萝卜苷	[41]
3	菜油甾醇	[41]	10	3-羟基-5,24-二烯-豆甾醇	[41]
4	3-羟基-5,22-二烯-豆甾醇	[41]	11	豆甾-4-烯-3-酮	[41]
5	环阿尔延醇	[42]	12	豆甾-4-烯-3	[42]
6	5α,8α-桥二氧麦角甾-6,22-双烯-3-醇	[42]	13	胡萝卜苷棕榈酸酯[3-O-(6′-O-棕榈酰基-β-吡喃葡萄糖基)豆甾-5-烯]	[42]
7	芸苔甾醇	[42]			

3 药理作用

3.1 呼吸系统作用 半夏的传统功效为燥湿化痰,现代药理学研究证实,其生品及炮制品均具有镇咳祛痰作用。闫文莉[47]通过比较分析指出,在各种炮制品中,法半夏的止咳效果更为显著。杨冰月等[48]的研究进一步揭示了其作用物质基础,发现半夏及其炮制品总有机酸的HPLC指纹图谱中,第4、6、12号色谱峰(其中6号峰被鉴定为琥珀酸)所代表的成分与止咳作用密切相关,且总有机酸对浓氨水诱导的小鼠咳嗽具有显著抑制作用。此外,薛凡[49]发现半夏水煎液能改善小鼠主支气管黏膜增生及炎性细胞浸润,显著降低炎症因子白介素(IL)-6、IL-8水平;其作用机制可能是通过阻断p38-MAPK和NF-κB炎症信号通路的激活来实现的,该研究中起主要作用的成分为肽类和有机酸。在更深层的机制探索中,TAO X B等[50]研究发现,半夏能显著缓解寒痰模型动物的气道炎症、黏液分泌过度和气道高反应性,这一效应与调节Th1/Th2细胞因子平衡,并涉及PKC、EGFR、MAPK以及PI3K/AKT等多条信号通路,从而抑制过敏性气道炎症有关。

3.2 神经系统作用 癫痫是一种由大脑神经元突发性异常放电导致的短暂性脑功能障碍慢性疾病。在中医临床中,半夏常用于治疗顽固性痰热型癫痫。研究证实半夏总生物碱(PTA)是其抗癫痫的活性成分之一[51-52]。具体而言,PTA对毛果芸香碱(PILO)诱导的癫痫模型具有治疗作用,其机制包括:改善空间工作记忆障碍,显著抑制海马硬化和苔藓纤维发芽,并显著降低海马结构中mBDNF、proBDNF及TrkB的蛋白表达

水平[53]。

帕金森病是一种常见的神经系统退行性疾病。研究显示，半夏对其也具有治疗潜力。周芳[54]发现，半夏总生物碱能通过上调中脑黑质区热休克蛋白70（HSP70）的表达，改善帕金森病模型大鼠的学习记忆能力。段凯等[55]的研究进一步证实，半夏总生物碱能改善模型大鼠的大脑皮质等区域，增强其学习记忆能力和机体的抗氧化能力。

3.3 抗肿瘤作用 半夏及其多种活性成分（如生物碱、脂溶性成分、多糖、有机酸及半夏蛋白等）表现出广泛的抗肿瘤活性，对肺癌、食管癌、胃癌、直肠癌、宫颈癌等均具有一定治疗作用。网络药理学研究表明，半夏治疗肺癌的潜在靶点参与了包括ROS反应、与蛋白磷酸酶2A（PP2A）结合、氧化应激反应在内的多种生物过程，且这些靶点在相互作用网络中的关联度较高[56]。WANG Y M等[57]研究发现，半夏的脂溶性提取物（PE）能够恢复肿瘤微环境中宫颈癌组织内受损树突状细胞的功能，从而有效诱导抗肿瘤的细胞毒性T淋巴细胞（CTL）反应。王菲等[58]则证实，半夏中的豆甾醇和黄芩苷等潜在抗癌成分，通过作用于EGFR、AKT1等关键靶点，调控癌症相关信号通路来发挥抗癌作用。此外，范汉东等[59]从新鲜半夏块茎中分离纯化出一种具有抗肿瘤活性的蛋白（APPT），该蛋白能通过抑制肿瘤细胞DNA合成的起始阶段，进而阻止其增殖。

3.4 其他作用 此外，研究表明半夏还具有镇吐、抗胃溃疡、抗菌、抗氧化、抗病毒及抗生育等广泛的药理活性[60-61]。

4 半夏的毒性成分及毒性机理

半夏含有多种有毒成分，因此2020版《中华人民共和国药典》明确规定其内服需经炮制，生品多供外用[1]，其主要毒性物质包括草酸钙针晶、凝集素蛋白及部分生物碱。

4.1 刺激性及炎症毒性 生半夏的刺激性毒性主要源于其草酸钙针晶与表面附着的凝集素蛋白构成的针晶复合物[62]。针晶可刺破黏膜或组织，同时凝集素蛋白随之进入，与巨噬细胞膜上的TNFR1、TLR4等受体结合，诱导氧化应激，并激活下游MAPK、NF-κB及NLRP3炎症信号通路，导致大量炎症因子释放，引发强烈的炎症级联反应[63]。

4.2 肝肾毒性 半夏的毒性成分（如凝集素蛋白）可造成肝肾功能损伤[64]。研究表明，内服高剂量半夏水提液可导致急性肝损伤，表现为血清谷草转氨酶水平升高，肝组织出现水肿、脂肪变性甚至点状坏死[65]。生半夏（2.275 g/kg）连续给药14 d可导致小鼠体质量增长减缓，并引起多部位肾小管上皮细胞水肿、变性，肾毒性显著增加，严重时可致肾脏代偿性增大甚至死亡[42]。

4.3 生殖与胚胎毒性 生半夏混悬液具有显著的母体毒性及胚胎毒性。以6 g/kg剂量给药，可导致30%小鼠在一周内死亡，孕鼠体质量增长减缓，胎仔体质量较轻，并出现骨化不全及出血点等畸形[66]。另有研究在小鼠妊娠致畸敏感期（第6.5～15.5天）给予生半夏粉（2.275 g/kg），10 d后可见孕鼠心、肾组织出现明显病变，妊娠第18.5天时孕鼠体质量及胎盘重量较低，胎仔身长也显著下降[67-68]。

4.4 神经与急性毒性 半夏中的某些生物碱对中枢及周围神经系统有抑制作用，可引起小鼠呼吸抑制、抽搐、腹泻、呕吐、烦躁及流泪等急性毒性症状[69]。

4.5 减毒炮制方法 为降低毒性，半夏主要用白矾制、姜制，以及辅以甘草等方法进行炮制[70-71]。

5 半夏质量标志物（Q-Marker）的预测分析

半夏含有多种活性成分，是其发挥多靶点药理作用的物质基础。这些成分的类型与含量受基原、产地、生长环境和炮制方法等多种因素影响，在不同中药配伍环境下，其体内的化学物质组成及药效也会发生相应变化。在半夏的生产加工中，常以琥珀酸含量作为其品质的评判标准。然而，2020年版《中华人民共和国药典》尚未对半夏的主要化学成分及毒性成分含量建立系统的标准控制，难以全面反映其内在质量与临床价值。刘昌孝院士[11]提出的中药质量标志物（Q-Marker）核心概念及其基于“五原则”的候选成分筛选策略，为完善中药质量控制体系提供了新的思路。本节将依据Q-Marker理论，对半夏潜在的Q-Marker进行预测分析。

5.1 基于植物亲缘学及化学成分特有性的Q-Marker预测分析 药用植物亲缘学通过研究物种间的遗传关系、化学成分与药效的关联性，为中药质量标准化研究提供了重要思路[72]。半夏为天南星科半夏属植物的干燥块茎，该属在我国有10余种，其中半夏、掌叶半夏（虎掌）、滴水珠、盾叶半夏及石蜘蛛等具有明确的药用价值[73]。现代研究表明，半夏属植物普遍含有生物碱、挥发油、氨基酸及芳香族类化合物，这些成分与其“燥湿化痰、降逆止呕、消痞散结”的传统功效密切相关[74-75]。在各类成分中，生物碱与挥发油被认为是其主要活性成分类别。生物碱具有多种已被报道的药理活性[76-77]；挥发油作为一类结构多样的次生代谢产物，也表现出抗肿瘤、抗炎、抗菌等多方面的生物活性[78]。甄子萱等[79]研究发现，不同产地的掌叶半夏中葫芦巴碱等生物碱含量存在显著差异。

综上所述，生物碱和挥发油不仅是半夏属特征性的活性成分，其组成和含量也与药效稳定性直接相关。因此，将这两类成分中的特征性指标作为半夏Q-Marker的候选对象进行深入研究，具有充分的合理性。

5.2 基于传统药性的Q-Marker预测分析 四气五味与归经理论是中药临床配伍应用的核心依据。半夏味辛，性温，有毒。辛味“能散、能行”，具有发散、行气、行血的作用；温性则能祛寒补虚，这与半夏燥湿化痰、消痞散结的功效高度吻合。其药性趋势以升浮为主，兼有沉降之性，主要归于肺、脾、胃经[80]。

研究表明，辛味中药通常富含挥发油、生物碱和苷类成分。从中医理论看“肺主气，司呼吸”，半夏入肺经，具有镇咳功效，其中琥珀酸等有机酸与其他活性成分协同，能显著延长小鼠咳嗽潜伏期并减少咳嗽次数[81-82]。同时，半夏“降逆止呕”的功效与其入脾胃经相关，其止呕作用的物质基础可能与特定的生物碱成分有关。

综上所述，基于中药药性及归经理论的分析，可将挥发油（体现辛散之性）和生物碱（与止呕等归经功效相关）作为半夏质量标志物筛选的重要参考类别，并将琥珀酸等与核心功效直接相关的成分作为潜在的Q-Marker候选化合物进行深入研究。

5.3 基于炮制前后化学成分变化的Q-Marker预测分析 半夏因生品有毒，临床多使用其炮制品，常用辅料包括白矾、生姜、甘草等。2020年版《中华人民共和国药典》收录了清半夏、

姜半夏与法半夏等主要炮制品[1]。炮制是半夏减毒存效或改变药效的关键环节,其本质是引起化学成分的显著变化。

研究发现,炮制后各炮制品中挥发油组分会发生显著增减,这是其毒性降低的重要原因之一[83]。更为精细的分析表明,生半夏与不同炮制品间的化学成分差异具有特异性:与法半夏相比,生半夏在甘草酸、甘草次酸、甘草素及酰胺类成分上差异最为显著;与姜半夏相比,差异主要体现在黄酮类、核苷类及氨基酸类成分;而生半夏与清半夏之间则鉴定出18个明确的差异成分[84]。此外,李辰荃等[85]通过HPLC分析证实,炮制对半夏中核苷类成分的含量具有显著影响。

综上所述,炮制过程中含量发生显著变化的甘草酸、甘草次酸、甘草素、酰胺类、黄酮类、核苷类、氨基酸类等成分是表征炮制工艺,反映药效物质基础变化的关键指标,可作为半夏Q-Marker的重点候选对象。

5.4 基于化学成分可测性的Q-Marker预测分析 化学成分的可测性是确立中药质量标志物(Q-Marker)的基本前提。目前,应用于半夏化学成分分析的现代技术包括中红外光谱、高效液相色谱及气相色谱-质谱联用等,这些技术为半夏化学成分的定性、定量分析及特征图谱的构建奠定了方法学基础[86]。

在成分分离鉴定方面,郭浩楠等[40]从生半夏醇提物中分离得到16个化合物,其中14个为新发现的半夏成分,涵盖黄酮、生物碱、氨基酸及有机酸等多个类别。谢安琪等[87]则从半夏乙酸乙酯部位鉴定出26种化合物,包括环二肽等结构。

在特定成分的定量分析上,研究多聚焦于与药效相关的成分。李彦杰[88]综合运用多种色谱与质谱技术,成功从法半夏中分离并测定了鸟苷、尿苷、腺苷、甘草苷及甘草素等成分的含量与纯度。石琨群等[89]采用HPLC结合多元统计分析,明确指出鸟苷、腺苷、尿苷、胸苷及尿嘧啶等核苷类成分是区分半夏及其不同炮制品的关键差异成分。

在毒性成分监控方面,吕悦等[28]建立了UPLC-MS/MS方法,同时测定了半夏生品及炮制品中多种潜在毒性成分(如葫芦巴碱、胆碱等)的含量,为半夏的安全性评价提供了依据。

综上所述,通过现代分析技术已实现准确定性和定量测定的成分,如多种核苷类、有机酸类、黄酮类及部分生物碱,因其良好的可测性,可作为半夏Q-Marker的优选候选。

5.5 基于不同配伍中表达组分的Q-Marker预测分析 中药主要通过复方形式应用于临床,半夏在不同配伍环境中发挥的疗效是其药效物质的最终体现。因此,从经典方剂和有效药对中寻找与功效相关的半夏成分,是预测其质量标志物(Q-Marker)的重要途径。

《伤寒论》中的半夏泻心汤是治疗脾胃痞满的代表方剂。王若玲等[90]研究初步确定了该方的质量标志物,包括小檗碱、黄芩苷、甘草酸、6-姜辣素、β-谷甾醇等。在此复方背景下,β-谷甾醇可作为源自半夏的潜在Q-Marker候选成分进行考察。此外,甘遂半夏汤[91]、经过合理配伍优化的半夏-附子药对[92-93]、桔梗-姜半夏配伍[94]、白术-半夏-茯苓组合[95]以及半夏-昆布药对[96]等,均在临床或药理研究中显示出明确疗效。

综上所述,基于复方配伍理论,将那些在复方研究中被证实源于半夏且与整体功效密切相关的化学成分(如β-谷甾醇),以及在上述有效药对研究中提示的半夏特征性成分(如生物碱、有机酸等),作为半夏Q-Marker的重点考察对象,具有充分的合理性。

6 小结

半夏在我国入药历史悠久,资源丰富,具有广阔的发展前景。其主要含有生物碱、有机酸、挥发油、氨基酸、甾醇等化学成分,表现出镇咳祛痰、抗肿瘤、止呕等多种药理活性,但同时其草酸钙针晶、凝集素蛋白及部分生物碱也带来了黏膜刺激、肝肾毒性及生殖毒性等不良反应。

本研究基于中药质量标志物(Q-Marker)的核心概念,从植物亲缘学、传统药性、炮制机制、成分可测性及复方配伍等多维度对半夏的Q-Marker进行了系统预测分析。结果表明,生物碱类(如葫芦巴碱、胆碱)、有机酸类(如琥珀酸)、核苷类(如鸟苷、腺苷)以及甾醇类(如β-谷甾醇)是关联半夏药效与毒性的关键化学组分。

综上所述,初步建议将上述核心成分类别及其中的代表性成分作为半夏质量标志物的重点候选对象,为构建其"效-毒"关联的质量控制体系、安全有效地开发利用半夏药用资源奠定科学基础。

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.
[2] 王婉怡,朱志军,李航飞,等. 半夏化学成分、药理作用研究进展及其质量标志物预测分析[J]. 辽宁中医药大学学报,2024,26(3):203-215.
[3] 王海燕,李金平,周斌,等. 不同采样点息半夏质量对比研究[J]. 湖北农业科学,2020,59(8):126-129.
[4] 赵丽,张成,潘倩倩,等. 半夏的化学成分和药理活性的研究[J]. 广州化工,2022,50(08):15-17,26.
[5] 李陆杰. 经典名方中半夏的本草考证[D]. 南京:南京中医药大学,2020.
[6] 张国玉,熊继东,魏家艳,等. 半夏化学成分和药理作用的研究进展及其质量标志物预测分析[J]. 华西药学杂志,2024,39(1):110-115.
[7] 钟赣生. 中药学[M]. 北京:中国中医药出版社,2013:298-299.
[8] 杨欣,李亚辉,潘思佳,等. 基于PI3K/Akt信号通路筛选附子-半夏抗肿瘤的活性成分及关键靶点[J]. 中国实验方剂学杂志,2019,25(10):170-179.
[9] 左军,牟景光,胡晓阳. 半夏化学成分及现代药理作用研究进展[J]. 辽宁中医药大学学报,2019,21(9):26-29.
[10] 龚道锋,王甫成,纪东汉,等. 中药半夏化学成分及其药理,毒理活性研究进展[J]. 长江大学学报(自然科学版),2015,12(18):77-79.
[11] 刘昌孝,陈士林,肖小河,等. 中药质量标志物(Q-Marker):中药产品质量控制的新概念[J]. 中草药,2016,47(9):1443-1457.
[12] 陈宇佳,王中琦,许亮,等. 半夏的本草考证[J]. 中国中医药现代远程教育,2023,21(9):58-60.
[13] 赵佳琛,王艺涵,金艳,等. 经典名方中半夏与天南星的本草考证[J]. 中国现代中药,2020,22(8):1361-1380.
[14] 黄和平,聂久胜,黄鹏,等. 中国半夏属药用资源研究概况[J].

中国现代中药,2014,16(3):258 - 261.
[15] 董成明,谷巍. 药用植物栽培书[M]. 上海:上海科学技术出版社,2020:179.
[16] 刘永红,郭建宏,刘文婷,等. 药用植物半夏生物碱类成分研究进展[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2015,43(9):171 - 177.
[17] 王静,崔洁,刘子怡,等. 基于 UHPLC - Q - Orbitrap 高分辨质谱联用快速鉴定半夏中的化学成分[J]. 分析试验室,2024,43(5):711 - 718.
[18] 翟兴英,张凌,李冰涛,等. 采用 UPLC - Q - TOF - MS/MS 分析半夏药材中的化学成分[J]. 中国实验方剂学杂志,2019,25(7):173 - 183.
[19] 胡一丹,俞立. 半夏生物碱类化学成分研究[J]. 中国处方药,2022,20(1):32 - 34.
[20] DU J,DING J,MU Z Q,et al. Three new alkaloids isolated from the stem tuber of Pinellia pedatisecta[J]. Chin J Nat Med,2018,16(2):139 - 142.
[21] 王依明,王秋红. 半夏的化学成分、药理作用及毒性研究进展[J]. 中国药房,2020,31(21):2676 - 2682.
[22] WANG M L,CHEN R,SUN F J,et al. Three alkaloids and one polyketide from Aspergillus cristatus harbored in Pinellia ternate tubers[J]. Tetrahedron Lett,2021,68:152914.
[23] 张科卫,吴皓,武露凌. 半夏药材中脂肪酸成分的研究[J]. 南京中医药大学学报(自然科学版),2002(5):291 - 292.
[24] 孙全,张景勋,傅亚,等. RP - HPLC 法同时测定半夏药材中 4 种有机酸的含量[J]. 药物分析杂志,2015,35(6):1062 - 1066.
[25] XUE T,XIONG Y J,SHI J,et al. UHPLC - MS - based metabolomic approach for the quality evaluation of Pinellia ternata tubers grown in shaded environments[J]. J Nat Med,2021,75(4):1050 - 1057.
[26] 吴皓,张科卫,李伟,等. 半夏的化学成分研究[J]. 中草药,2003(7):20 - 21.
[27] 吕悦,张颖慧,孙宇婷,等. 基于 UPLC - MS/MS 同时定量分析半夏不同炮制品中 8 种潜在毒性成分[J]. 安徽农业科学,2023,51(3):192 - 196,245.
[28] 周亚丽,杨萍,李喜香,等. 半夏化学成分与药理作用研究进展及其质量标志物(Q - Marker)预测[J]. 中草药,2024,55(14):4939 - 4952.
[29] 李哲,玄静,赵振华,等. 半夏化学成分及其药理活性研究进展[J]. 辽宁中医药大学学报,2021,23(11):154 - 158.
[30] 杨虹,俞桂新,王峥涛,等. 半夏的化学成分研究[J]. 中国药学杂志,2007(2):99 - 101.
[31] 陈忠莹,张定堃,张小飞,等. 2020 年版《中国药典》一部含挥发油类中药固体制剂的分类及其挥发油质量控制分析[J]. 中成药,2023,45(7):2275 - 2280.
[32] 彭加兵,严安定,陈昆鹏,等. 不同方法提取颖半夏挥发油化学成分的气相色谱 - 质谱联用法分析[J]. 中国药业,2019,28(9):25 - 27.
[33] IWASA M,IWASAKI T,ONO T,et al. Chemical composition and major odor - active compounds of essential oil from PINELLIA TUBER(dried rhizome of pinellia ternata) as crude drug[J]. J Oleo Sci,2014,63(2):127 - 135.
[34] 徐丹洋,钱洁,孙成静,等. 基于指纹图谱及多化学成分分析的生半夏及其炮制品质量研究[J]. 药品评价,2023,20(11):1318 - 1324.
[35] 王锐,倪京满,马蓉. 中药半夏挥发油成分的研究[J]. 中国药学杂志,1995(8):457 - 459.
[36] 李东梅,张思维,高向娜,等. 半夏主要化学成分及检测方法研究进展[J]. 甘肃科技纵横,2023,52(1):37 - 41.
[37] WU Y Y,HUANG X X,ZHANG M Y,et al. Chemical constituents from the tubers of Pinellia ternata(Araceae) and their chemotaxonomic interest[J]. Biochem Syst Ecol,2015,62:236 - 240.
[38] 翟兴英,曹浩时,巫志辉,等. 半夏属药用植物化学成分的研究进展[J]. 江西中医药大学学报,2023,35(6):123 - 127,132.
[39] 张浩波,陈晖,彭晓霞,等. 不同加工方法对半夏中氨基酸含量的影响[J]. 湖南农业科学,2016(6):68 - 70
[40] 郭浩楠,李花花,姜苗苗,等. 生半夏化学成分的研究[J]. 中国药学杂志,2024,59(3):235 - 240.
[41] ZHAI X Y,ZHANG L,LI B T,et al. Discrimination of toxic ingredient between raw and processed Pinellia ternata by UPLC/Q - TOF - MS/MS with principal component analysis and T - test[J]. Chin Herb Med,2019,11(2):200 - 208.
[42] BAI J,QI J B,YANG L,et al. A comprehensive review on ethnopharmacological,phytochemical,pharmacological and toxicological evaluation,and quality control of Pinellia ternata (Thunb.) Breit[J]. J Ethnopharmacol,2022,298: 115650.
[43] 罗强,梁晓宇,刘鑫,等. 半夏化学成分及药理作用研究进展[J]. 特产研究,2020,42(5):54 - 60.
[44] 张君毅. 不同地区半夏无机元素含量分析[J]. 江西农业学报,2010,22(9):129 - 131.
[45] 耿晓桐,刘琦,花娇娇,等. 半夏化学成分及药理作用研究进展[J]. 山西化工,2023,43(9):53 - 54,61.
[46] PENG W,LI N,JIANG E C,et al. A review of traditional and current processing methods used to decrease the toxicity of the rhizome of Pinellia ternata in traditional Chinese medicine[J]. J Ethnopharmacol,2022,299: 115696.
[47] 闫文莉. 半夏生品及其炮制品的有效成分和功效的差异性比较[J]. 临床研究,2019,27(6):147 - 148.
[48] 杨冰月,李敏,任敏,等. 基于灰色关联度分析法对半夏及其炮制品总有机酸止咳作用的谱 - 效关系研究[J]. 中草药,2016,47(13):2301 - 2307.
[49] 薛凡. 半夏水煎液治疗呼吸道炎症的效应物质基础研究[D]. 南京:南京中医药大学,2022.
[50] TAO X B,LIU H B,XIA J,et al. Processed product(Pinelliae Rhizoma Praeparatum) of Pinellia ternata(Thunb.) Breit. Alleviates the allergic airway inflammation of cold phlegm *via* regulation of PKC/EGFR/MAPK/PI3K - AKT signaling pathway[J]. J Ethnopharmacol,2022,295:115449.
[51] CHENG Y X,WANG M Z,CHEN J J,et al. Synergistic eff ect of pinellia total alkaloids and uncaria total alkaloids on anticonvulsant action in mice and rats[J]. Journal of Chinese Pharmaceutical Sciences,2007,(2):139 - 145.
[52] GU Y T,MA Y G,WANG M Z,et al. The eff ect of pinellia total alkaloids on the amino acid concentration and the GABAA receptor expression in hippocampus region of epileptic rats[J]. Journal of Chinese Pharmaceutical Sciences,2009(3):252 - 256.
[53] 邓楚欣,于征淼,林培政,等. 半夏生物总碱对癫痫大鼠行为学、脑组织病理学及 BDNF/Trk - B 表达的影响[J]. 吉林中医药,

2021,41(12):1652 - 1656.
[54] 周芳,刁波,段凯,等. 半夏总生物碱对帕金森病大鼠学习记忆功能的影响及其机制的初步探讨[J]. 中国临床神经外科杂志,2011,16(7):413 - 416.
[55] 段凯,唐瑛. 半夏总生物碱对帕金森病大鼠的学习记忆及氧化应激反应的影响[J]. 中国实验动物学报,2012,20(2):49 - 53.
[56] LI C Y,LU H X,JIANG X H,et al. Network pharmacology study of Citrus reticulata and Pinellia ternata in the treatment of non - small cell lung cancer[J]. Cell Mol Biol(Noisy - le - grand),2022,67(4):10 - 17.
[57] WANG Y M,LU C,HUANG H X,et al. A lipid - soluble extract of Pinellia pedatisecta Schott orchestrates intratumoral dendritic cell - driven immune activation through SOCS1 signaling in cervical cancer[J]. J Ethnopharmacol,2021,267:112837.
[58] 王菲,吴和珍,袁冲. 基于网络药理学的半夏抗癌活性成分及作用机制研究[J]. 湖北中医药大学学报,2021,23(4):117 - 121.
[59] 范汉东,王雪,蔡永君,等. 半夏中一种抗癌蛋白的纯化及其抗癌活性研究[J]. 湖北大学学报(自然科学版),2012,34(1):105 - 109.
[60] 张明发,沈雅琴. 半夏提取物抗菌抗炎及其抗肿瘤药理作用研究进展[J]. 抗感染药学,2017,14(6):1089 - 1094.
[61] 张楠,郭春延,薛晶晶,等. 半夏生物碱提取方法及抗氧化性研究[J]. 实验技术与管理,2019,36(8):61 - 64.
[62] LEE J Y,PARK N H,LEE W,et al. Comprehensive chemical profiling of Pinellia species tuber and processed Pinellia tuber by gas chromatography - mass spectrometry and liquid chromatography - atmospheric pressure chemical ionization - tandem mass spectrometry[J]. J Chromatogr A,2016,1471:164 - 177.
[63] 申成松. 半夏毒性成分及其减毒炮制[J]. 光明中医,2021,36(22):3909 - 3911.
[64] 钟凌云. 半夏刺激性毒性成分、炮制减毒机理及工艺研究[D]. 南京:南京中医药大学,2007.
[65] 王洁,王梅. 中药半夏毒性的本草学考证[J]. 中国民间疗法,2019,27(22):104 - 106.
[66] 徐建亚. 生半夏胚胎发育毒性及其复方配伍减毒作用的蛋白质组学分析[D]. 南京:南京师范大学,2017.
[67] 徐建亚,谢辉辉,单进军,等. 生半夏姜制或煎煮对小鼠妊娠及胚胎发育的影响[J]. 南京中医药大学学报,2013,29(3):255 - 258.
[68] 龚梅芳,邹季. 三种炮制半夏对妊娠小白鼠致畸作用的再研究[J]. 北京中医,1990(1):36 - 37.
[69] 龚彦胜,鲍志烨,黄幼异,等. 不同酸处理方式对半夏总生物碱含量和急性毒性影响的比较研究[J]. 中国药物警戒,2011,8(1):1 - 5.
[70] 杨馥嘉,陈静,李海东,等. 半夏的毒性成分及减毒炮制方法的研究进展[J]. 饲料工业,2023,44(7):94 - 98.
[71] 靳晓琪,黄传奇,张耕. 半夏的毒性物质基础及其炮制解毒机制[J]. 时珍国医国药,2019,30(7):1717 - 1720.
[72] 肖培根,李旻辉,郝大程,等. 药用植物亲缘学理论创新与应用实践[J]. 中国现代中药,2021,23(09):1499 - 1505.
[73] 欧阳钟鸣,赵静,彭正松,等. 中国半夏属植物亲缘关系的 SRAP 分析[J]. 植物科学学报,2012,30(2):116 - 121.
[74] 李超,申国玺,项丽玲,等. 不同产地半夏主要药理作用分析[J]. 安徽农业科学,2024,52(9):147 - 151.
[75] 陈美倩,夏令,罗睿. 不同半夏属植物光合作用相关生理特征研究[J]. 贵州大学学报(自然科学版),2021,38(5):20 - 24,39.
[76] TIAN C,ZHANG Z Y,HUANG Y,et al. Functional characterization of the Pinellia ternata cytoplasmic class Ⅱ small heat shock protein gene PtsHSP17.2 *via* promoter analysis and overexpression in tobacco[J]. Plant Physiol Biochem,2022,177:1 - 9.
[77] 王乐,李重阳,贾宗平,等. 麻黄碱检测方法研究进展[J]. 云南警官学院学报,2017(6):32 - 39.
[78] 秦聪聪,杜沁圆,展照双,等. 莪术挥发油化学成分及其药理作用研究[J]. 中国中医基础医学杂志,2024,30(1):108 - 116.
[79] 甄子萱,葛淑俊. 不同产地掌叶半夏中 4 种核苷类成分和葫芦巴碱测定[J]. 中药材,2017,40(12):2820 - 2823
[80] 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.
[81] 孙坤坤,王加锋. 辛味药药性理论及归经应用[J]. 山东中医药大学学报,2021,45(4):458 - 461.
[82] 赵丽,徐加兵,陈晓兰,等. 半夏地上、地下部分活性成分分析及镇咳作用比较[J]. 中国药房,2023,34(11):1337 - 1342.
[83] 陈丽君,李翠娟,巩振东,等. 半夏临床用量及毒性分析[J]. 山东中医杂志,2020,39(3):298 - 301.
[84] 石琨群,熊玥,钱香,等. 基于 UPLC - Q - TOF - MS/MS 和网络药理学的半夏炮制前后差异性物质基础及功效分析[J]. 南京中医药大学学报,2024,40(2):45 - 58.
[85] 李辰荃,郭朝晖,靳婉君,等. 炮制前后半夏多种核苷类成分变化研究[J]. 中药材,2023,46(7):1664 - 1668.
[86] 朱晓春,夏振江,沈庆红,等. 半夏炮制方法及其现代研究进展[J]. 上海中医药杂志,2023,57(7):81 - 87.
[87] 谢安琪,池军,张伟进,等. 半夏乙酸乙酯部位化学成分及抗炎活性研究[J]. 天然产物研究与开发,2024,36(8):1339 - 1349.
[88] 李彦杰. 天麻和法半夏中有效成分的筛选分离及生物活性研究[D]. 长春:长春师范大学,2023.
[89] 石琨群,王珏,刘欢欢,等. 半夏及其炮制品 7 种主要核苷类成分差异性分析[J]. 中国医院药学杂志,2023,43(11):1232 - 1238.
[90] 王若玲,霍静娴,张辉兰,等. 半夏泻心汤化学成分、药理作用的研究进展及质量标志物的预测[J]. 世界中医药,2024,19(5):719 - 726.
[91] 王晨琳,许二平. 甘遂半夏汤探微[J]. 中医学报,2021,36(7):1375 - 1377.
[92] 邓雅沛,李柳宁. 乌头(附子)半夏配伍治疗癌性疼痛思路探析[J]. 四川中医,2022,40(11):28 - 31.
[93] 杨杰,彭启伦,郭步伐,等. 半夏 - 附子药对拮抗冠心病分子机制研究[J]. 现代中医药,2022,42(2):54 - 62.
[94] 王悦,张玥,孔令婉,等. 桔梗 - 姜半夏配伍促进小鼠 NK 细胞在肺脏募集并抑制肿瘤肺脏转移[J]. 中国药理学通报,2024,40(1):199 - 200.
[95] 王吉荣,史小飞,种育晖,等. 基于网络药理学与分子对接技术对白术 - 半夏 - 茯苓配伍治疗胰腺癌作用机制的研究[J]. 药学实践与服务,2023,41(10):616 - 624.
[96] 周一婷,卢雨蓓. 廖志峰教授运用昆布 - 半夏化痰药对治疗原发性肝癌的网络理学研究[J]. 中医临床研究,2023,15(20):69 - 73.