DOI:10.13193/j.issn.1673-7717.2026.01.046

余甘子化学成分、药理活性及质量控制研究进展

李芳玉,赵飞亚,陶爱恩
(丽江文化旅游学院医学院,云南 丽江 674199)

摘要:余甘子具有"润肺化痰,生津止渴,清热利咽"等功效,其主要活性成分为酚酸类和鞣制类。然而,研究发现余甘子受产地、采收时期、品种等多种因素影响,所含化学成分的含量、种类、有效成分的传递性等都存在较大差异,历版药典仅以没食子酸作为质量控制和评价指标,缺乏专属性和特异性,不易于产地识别和质量评价。研究主要系统总结近年来余甘子的化学成分、药理活性及质量控制研究进展,可为其质量评价方法构建提供思路。结果发现其在治疗高血压、慢性咽炎、衰老、抗强致癌物等方面具有显著的临床疗效;化学成分多样主要含有酚酸类、鞣质类、萜烯类、黄酮类等化合物;具有抗氧化、抗癌、降血脂、保肝、抗菌等多种药理活性。但针对余甘子的质量控制研究,目前较为局限。应进一步围绕功用和临床针对不同功用探讨不同的活性物质基础,明确活性指标构建余甘子的质量控制方法。

关键词:余甘子;化学成分;药理活性;质量控制
中图分类号:R284.1 **文献标志码**:A **文章编号**:1673-7717(2026)01-0237-12

Research Progress on Functional Application, Chemical Composition, Pharmacological Activity and Quality Control of Yuganzi (Phyllanthi Fructus)

LI Fangyu, ZHAO Feiya, TAO Aien
(Medical School of Lijiang Culture and Tourism College, Lijiang 674199, Yunnan, China)

Abstract: Yuganzi (Phyllanthi Fructus) has the effects of moistening lung and resolving phlegm, generating fluids and quenching thirst, clearing heat and promoting swallowing. Its main active ingredients are phenolic acids and tannins. However, the research has found that Yuganzi (Phyllanthi Fructus) is influenced by various factors such as place of origin, harvesting period and variety, resulting in significant differences in the contents, types and transmission of effective ingredients. The listed pharmacopoeia only uses gallic acid as a quality control and evaluation indicator, lacking specificity and specificity, making it difficult to identify and evaluate the place of origin. This study mainly systematically summarized the functional applications, chemical components, pharmacological activities and quality control research progress of Yuganzi (Phyllanthi Fructus) in recent years, which can provide ideas for the construction of its quality evaluation methods. It is found that it has significant clinical efficacy in the treatment of hypertension, chronic pharyngitis, aging and strong carcinogens. The chemical composition is diverse, mainly containing compounds such as phenolic acids, tannins, terpenes, flavonoids, etc. It has various pharmacological activities such as antioxidant, anti-cancer, lipid-lowering, hepatoprotective and antibacterial effects. However, the research on quality control of Yuganzi (Phyllanthi Fructus) is currently limited. In the future, it is necessary to further explore the different active substance bases based on different functions and clinical applications, and clarify the quality control methods for constructing Yuganzi (Phyllanthi Fructus) based on active indicators.

Keywords: Yuganzi (Phyllanthi Fructus); chemical composition; pharmacological activity; quality control

余甘子 *Phyllanthus emblica*,是大戟科叶下珠属的一种多年生落叶小乔木或灌木,主要分布于热带、南亚热带地区。因其鲜果初食酸涩,食后回味甘甜,故称为余甘子[1]。现代西医研究表明,余甘子有抗病毒、抗炎、抗肿瘤、抗氧化、抗癌、护肝等功效,对高血压病、糖尿病等疾病具有预防和治疗作用,是极具特色的西南地区药食同源品种与经济作物,在食品及药品领域的开发应用十分广泛[2]。余甘子含有多酚、黄酮、多糖、有机酸、萜类等多种具有药用价值的化学成分以及钾、镁、铁、锌等无机元素[3]。针对余甘子的质量控制,目前《中华人民共和国药典》(2020年版一部)仅以没食子酸作为余甘子的含量测定指标,不具备特异性和专属性。受产地、采收时期、品种、产地加工方式、贮藏、提取工艺和炮制方法等多种因素影响,所含化学成分的含量、种类、有效成分的传递性等都存在较大差异,同

基金项目:云南省科技厅基础研究计划面上项目(202101AT070001,202301AT070898);云南省大学生创新创业训练计划项目(SC20201332804,SC20211332803,SC202213328004);丽江市科技计划项目(2022LJSHFZ010)
作者简介:李芳玉(1996-),女(彝族),云南丽江人,助教,硕士,研究方向:中药品质评价。
通讯作者:陶爱恩(1991-),男,云南曲靖人,讲师,硕士,研究方向:民族资源开发与利用。E-mail:2515073996@qq.com。

时其鞣质等成分的不稳定性加大了这种差异,因而进一步影响其疗效[4]。因此,对余甘子有效成分的质量控制是保证药材质量的关键。目前已有学者立足于余甘子的特性对质量标志物进行了预测分析,把多酚类、黄酮类、有机酸等作为质量标志物。但因余甘子结构复杂,化学成分较多,以几类主要活性物质作为余甘子含量测定的质量标志物具有一定的不科学性,并且尚未见有关学者系统地对余甘子功能应用、化学成分、药理活性及质量控制进行系统的整理和分析。鉴于此,本研究从功能应用、化学成分和药理作用等几个方面对余甘子的研究现状进行综述,以期为其质量控制及相关标准的制定提供科学依据。

1 余甘子的功能应用

余甘子早在汉末《异物志》记载:"油柑盐蒸之,尤美,可多食"。唐代《唐本草》中记载:"润肺化痰,生津止渴,清热利咽,治感冒发烧,烦热口渴,高血压,咽痛,咳嗽,白喉"。《滇南本草》中有这样的记载:"能解春热,利痰,生津止渴,酒积滞,解鱼毒,有奇效"。《中华人民共和国药典》也记载:"余甘子能生津、止咳、消食健脾、清热镇血。主治咳嗽、咽喉疼痛、口渴、消化不良、血热血瘀、腹胀等"。通过功用考证,余甘子在中医上主要用于生津止渴、高血压、延年长生、轻身、肝胆病、白喉等疾病。通过考察余甘子及其制剂的临床应用,研究发现其在治疗高血压、术后口干症、慢性咽炎、衰老、抗强致癌物、乙型肝炎、血管性头痛、咳嗽变异性哮喘、风湿性关节炎、消化性溃疡、糖尿病、风湿性心脏病、痛风性关节炎、骨关节炎、偏头痛等方面具有显著的临床疗效,结果详见表 1。

表 1 余甘子及其制剂的临床应用

疾病	余甘子及其制剂
高血压病	二十五味余甘子[5]、余甘子[6]
术后口干症	余甘子[7]
慢性咽炎	余甘子[8]、复方余甘子含片[9]
抗衰老	余甘子[10]
抗强致癌物	余甘子汁[11]
乙型肝炎	余甘子冲剂[12]、藏药二十五味松石丸[13]
血管性头痛	余甘子[14]
咳嗽变异性哮喘	余甘子[15]
风湿性关节炎	余甘子与如意珍宝丸相联合[16]、余甘子与如意珍宝丸相联合[17]、余甘子与二十五味驴血丸联合[18]
消化性溃疡	余甘子与十七味寒水石丸相联合[19]
糖尿病	藏药十八味诃子利尿丸[20]
风湿性心脏病	余甘子与三十五味沉香丸相联合[21]
痛风性关节炎	余甘子与如意珍宝丸相联合[22]
骨关节炎	余甘子与如意珍宝丸相联合[23]
偏头痛	余甘子与如意珍宝丸相联合[24]
亚急性湿疹	余甘子与青鹏膏剂相联合[25]
腰椎间盘突出症	余甘子与青鹏膏剂相联合[26]
淤积性皮炎、溃疡	余甘子与青鹏膏剂联合[27]
脑出血后遗症	余甘子与二十五味珍珠丸联合[28-29]
脑血栓后遗症	余甘子与二十五味珍珠丸联合[30]
慢性胆囊炎	余甘子与二十五味松石丸联合[31]
慢性浅表性胃炎	余甘子与二十五味大汤丸联合[32]
胃溃疡出血	余甘子与二十五味大汤散联合[33]
淤积性皮炎、湿疹	余甘子与青鹏软膏联合[34]

2 化学成分

目前,已从该属植物民族药物资源中分离纯化得到多种化学成分,主要包括多酚类、黄酮类、黄醇类、萜类等化合物,涉及 252 余种化合物。其主要活性成分详见图 1。

2.1 余甘子含多酚类化合物 余甘子中的多酚类化合物含量丰富,以鞣制类和酚酸类化合物为主,具有治疗消化不良、糖尿病、高血压、肺炎、肝细胞损伤等多种疾病,鞣制类主要以柯里拉京、原诃子酸、诃子鞣质等(1~89),涉及有 89 个鞣制类化合物。酚酸及酚类化合物主要有黏酸、没食子酸、鞣花酸等,含量丰富,共计有 63 个酚酸及酚类化合物(90~153)。结果见表 2。

2.2 余甘子含黄酮类化合物 余甘子含有多种黄酮类、黄烷醇类化合物,是天然的抗氧化剂,具有抗肿瘤、延缓衰老、增强心血管功能的功效,主要有槲皮素、杨梅素、儿茶素等(154~205)。结果见表 2。

2.3 余甘子含萜类化合物 余甘子具有独特的抗菌、抗病毒活性、抗虫作用,其含有大量的萜类(206~235),主要以齐墩果酸、白桦醇、30-羟基羽扇豆醇等为主。结果见表 2。

2.4 其他 除以上主要化合物外,余甘子中还含有很多物质(240~252)。余甘子所含化合物种类多样,成分复杂,作用机制多样,具有珍贵的药用价值。结果见表 2。

3 药理作用

余甘子具有抗氧化、抗衰老、防脱发、抗肿瘤、抗炎、抗菌、抗缺血再灌注损伤、降血糖、抗病毒、降血脂、抗肝损伤等功能。

3.1 抗氧化和衰老 余甘子是一种具有潜在应用前景的天然抗氧药。李伟等[67]表明 70% 余甘子乙醇浸提物对机体氧化损害均有良好的保护效果。对自由基清除活性物质为多酚物质、异鞣云实素、槲皮素、丹宁酸等。此外,余甘子提取液具有明显的延长线虫生命和促进其过氧化物酶活力的作用。周义波[68]表明余甘子对线虫存活有显著的改善,且对应激损害具有较强的防护能力,也对超氧化物歧化酶(SOD)的表达有显著促进作用。崔炳权等[69]研究发现余甘子对机体组织 SOD、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-px)的活力均有明显地促进和抑制丙二醛(MAD)和脂质蛋白(LPF)的水平,并能明显改善机体的老化效应。因此,余甘子在抗氧化和衰老具有开发价值。其作用机制见插页XXXI图 2。

3.2 防脱发活性 人体内的睾酮在 5α-还原酶的作用下还原成二氢睾酮,其含量过高是导致雄激素性脱发的首要原因。吴启等[70]表明余甘子具有弹性蛋白酶抑制作用,能抑制 5α-还原酶和 β-半乳糖苷酶活性、促进毛乳头细胞(HFDPC)细胞增殖、增强 HFDPC 的毛发诱导能力以及促进离体人毛囊生长的功效。王林[71]研究表明余甘子的浸提液能明显地刺激成纤维的增殖,是透明质酸(HA)酶、胶原酶、酪氨酸酶抑制剂;生产黑素的抑制剂,弹性酶抑制剂以及梅拉德(Maillard)的应答抑制剂,可作为防脱发剂开发。其作用机制见插页XXXI图 3。

3.3 抗肿瘤活性 余甘子中的酚类化合物具有显著的抗肿瘤活性。罗兰等[72]研究发现,余甘子醇萃取液可显著抑制人胃癌(AGS)细胞并使其凋亡;马美等[73]的实验结果显示,余甘子三阴性乳腺癌 MDA-MB-231 的体外增殖有明显的抑制作用,G1/S 期的细胞周期被阻断。赵海娟等[74]的实验表明,余甘子 鞣质能显著地抑制人纤维肉瘤细胞(HT1080)的增殖,

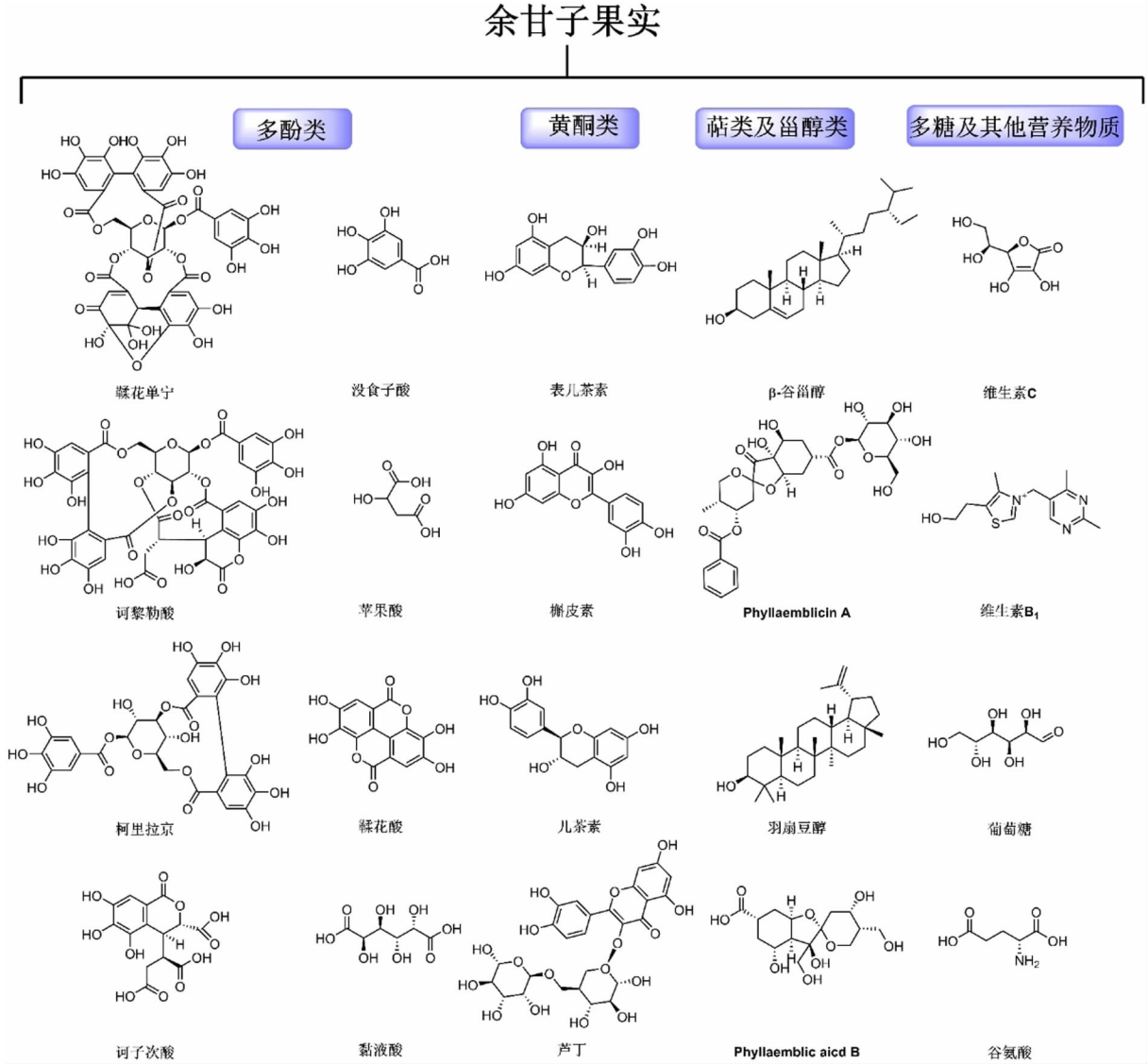


图 1 余甘子主要活性成分

表 2 余甘子所含化合物信息

分类	编号	化合物	参考文献	分类	编号	化合物	参考文献
鞣制类					17	MLT-4	[37]
	1	柯里拉京	[35]		18	1-O-没食子酰基-β-D-葡萄糖	[38]
	2	异柯里拉京	[36]		19	1β,4-二-O-没食子酰基葡萄糖	[38]
	3	诃子宁	[37]		20	3,6-二没食子酰基葡萄糖	[38]
	4	夫罗星鞣质	[37]		21	1-O-二没食子酰基-D-葡萄糖	[38]
	5	tuberonic acid glucoside	[37]		22	1β,6-二-O-二没食子酰基-D-葡萄糖	[38]
	6	phyllanemblinin A	[37]		23	1,2,3,6-四-O-没食子酰基-D-葡萄糖	[38]
	7	phyllanemblinin B	[37]		24	1,2,4,6-四-O-没食子酰基-β-D-葡萄糖	[38]
	8	phyllanemblinin C	[37]		25	1,2,3,4,6-五-O-没食子酰基-β-D-葡萄糖	[38]
	9	phyllanemblinin D	[37]		26	isostrictiniin	[39]
	10	phyllanemblinin E	[37]		27	长梗马铃素	[40]
	11	phyllanemblinin F	[37]		28	野桐西宁	[41]
	12	核果木素 A	[37]		29	异野桐西宁	[41]
	13	原诃子酸	[37]		30	老鹳草素	[42]
	14	terchebin	[37]		31	诃子鞣质	[39]
	15	2,3-(S)-六羟基联苯-D-葡萄糖	[37]		32	诃子酸	[39]
	16	MLT-1	[37]		33	杜英鞣质	[43]

续表2 余甘子所含化合物信息

分类	编号	化合物	参考文献
	34	石榴叶鞣质	[41]
	35	核实木素	[41]
	36	石榴皮葡萄糖酸	[42]
	37	embilcanin A	[42]
	38	embilcanin B	[42]
	39	葡萄糖没食子鞣质	[44]
	40	3,6-二没食子酰葡萄糖	[44]
	41	余甘子酸	[44]
	42	余甘子酚	[44]
	43	诃子次酸	[45]
	44	诃子裂酸	[46]
	45	诃子拉宁	[46]
	46	叶下珠里宁A	[46]
	47	叶下珠里宁B	[46]
	48	3,4,3′-三氧甲基鞣花酸	[47]
	49	羽扇豆烷-20(29)-烯-3β,16β-二醇	[47]
	50	3-甲氧基鞣花酸-4′-O-α-L-吡喃鼠李糖苷	[47]
	51	3,3′-二甲氧基鞣花酸-4′-O-α-L-吡喃鼠李糖苷	[47]
	52	3,4,3′-三甲氧基鞣花酸-4′-O-β-D-吡喃葡萄糖苷	[47]
	53	epicatechin-(2β→7,4β→8)-gallocatechin	[48]
	54	phyllemtannin	[48]
	55	epicatechin-(4β→8)-epigallo-catechin-3-O-gallate	[48]
	56	epicatechin-(4β→8)-gallocatechin	[48]
	57	3-O-methylellagicacid-4′-O-α-L-rha-mnopyanoside	[48]
	58	2-(2-methylbutyryl)-phloroglucinol-1-O-β-D-glucopyranoside	[48]
	59	gallic acid-3-O-β-D-glucose	[48]
	60	2-(2-methylbutyryl)-phloroglucinol-1-O-3-(6″-O-β-D-apiofuranosyl)-β-D-glucopyranoside	[48]
	61	gallic acid-3-O-(6′-O-galloyl)-β-D-glucose	[48]
	62	3,4,6-tri-O-galloyl-β-D-glucose	[48]
	63	2,3-(S)-hexahydroxy-diphen-oyl-D-glucose	[48]
	64	薯蓣酸葡萄糖苷	[48]
	65	1(β),4-di-O-galloyglucose	[48]
	66	1-O-digalloyl-β-D-glucose	[49]
	67	1-O-galloyl-β-D-glucose	[49]
	68	1,6-di-O-galloyl-β-D-glucose	[49]
	69	新诃黎勒酸	[49]
	70	putranjivain A	[49]
	71	putranjivain B	[49]
	72	punicafolin	[49]
	73	鹅耳枥鞣质	[49]
	74	mallonin	[49]
	75	原翠雀定B-1	[50]
	76	原翠雀定B-2	[50]
	77	isostrictiniin	[50]
	78	methyl chebulagate	[51]
	79	dimethyl neochebulagate	[51]
	80	4-O-甲基鞣花酸-3′-α-鼠李糖苷	[52]
	81	3,3′-二甲氧基鞣花酸-4′-O-α-L-吡喃鼠李糖苷	[47]
	82	2-苯乙基-D-芸香苷	[53]
	83	2-苯乙醇-β-D-葡萄糖苷	[53]
	84	(7R,8S)-4,7,9,90-tetrahydroxy-3,30-dimethoxy-8-O-40-neolignan 7-O-β-D-glucopyranosides	[53]
	85	(7R,8R)-4,7,9,90-tetrahydroxy-3,30-dimethoxy-8-O-40-neolignan 7-O-β-D-glucopyranosides	[53]
	86	1-O-没食子酰基-β-D-葡萄糖苷	[41]
	87	1,6-二-O-没食子酰基-β-D-葡萄糖苷	[39]
	88	3,6-二-O-没食子酰基-D-葡萄糖	[39]
	89	1,2,3,6-四-O-没食子酰基-β-D-葡萄糖	[41]
酚酸类及酚类			
	90	粘酸1,4-内酯-5-O-没食子酸酯	[37]
	91	粘酸1,4-内酯-6-甲酯-5-O-没食子酸酯	[37]
	92	粘酸1,4-内酯-3-O-没食子酸酯	[37]
	93	粘酸1,4-内酯-3,5-二-O-没食子酸酯	[37]
	94	没食子酸	[37]
	95	2,6-二甲氧基-4-(2-羟乙基)苯酚1-O-β-D-吡喃葡萄糖苷	[37]
	96	邻苯三酚	[37]
	97	粘酸	[37]
	98	L-苹果酸2-O-没食子酸酯	[37]
	99	2-羧甲基苯酚-1-O-β-D-吡喃葡萄糖苷	[37]
	100	鞣花酸	[37]
	101	3-乙氧基-4,5-二羟基苯甲酸	[37]
	102	原儿茶酸	[37]
	103	粘酸二甲酯2-O-没食子酸酯	[37]
	104	粘酸-1-甲酯2-O-没食子酸酯	[37]
	105	粘酸-2-O-没食子酸酯	[37]
	106	粘酸-6-甲酯-2-O-没食子酸酯	[37]
	107	粘酸1,4-内酯-2-O-没食子酸酯	[37]
	108	粘酸1,4-内酯-6-甲酯-2-O-没食子酸酯	[37]
	109	3-乙基没食子酸	[39]
	110	葡糖倍苷	[54]
	111	粘酸二甲酯2-O-没食子酸酯	[55]
	112	粘酸1,4-内酯5-O-没食子酸酯	[55]
	113	粘酸1,4-甲基内酯2-O-没食子酸酯	[55]
	114	粘酸1,4-甲基内酯5-O-没食子酸酯	[55]
	115	粘酸1,4-内酯3,5-di-O-没食子酸酯	[55]
	116	2-(2-methylbutyryl)phloroglucinol 1-O-(6″-O-β-Dapiofuranosyl)-β-D-glucopyranoside	[56]
	117	5-羟甲基糠醛	[56]
	118	桂皮酸	[56]
	119	鞣云实精	[39]
	120	3,4,3′-三氧甲基鞣花酸	[47]
	121	2-呋喃甲酸	[57]
	122	没食子酸酯	[58]
	123	没食子酸乙酯	[57]
	124	丁香酸	[57]
	125	反式肉桂酸	[57]
	126	阿魏酸	[57]
	127	安石榴苷B	[59]
	128	mucic acid-1-methyl ester-6-ethyl ester	[48]
	129	mucic acid-1-methyl ester-2-O-gallate	[48]
	130	mucic acid-6-methyl ester-2-O-gallate	[48]
	131	mucic acid-2-O-gallate	[48]
	132	mucic acid 2,5-di-O-gallate	[48]

续表2 化合物信息

分类	编号	化合物	参考文献
	133	mucic acid dimethyl ester－2－O－gallate	[48]
	134	L－malic acid－2－O－gallate	[48]
	135	mucic acid－1,4－lactone－3－O－gallate	[48]
	136	mucic acid－1,4－lactone－6－methyl ester－2－O－gallate	[48]
	137	mucic acid－1,4－lactone－5－O－gallate	[48]
	138	mucic acid－1,4－lactone－3,5－di－O－gallate	[48]
	139	mucic acid－1,4－lactone－2－O－gallate	[48]
	140	mucic acid 1,4－lactone－6－methyl－ester－5－O－gallate	[48]
	141	mucic acid 2,5－di－O－gallate 1,4－lactone	[48]
	142	1,3,5－trihydroxybenzene－1－O－galloyl－β－D－glucoseide	[48]
	143	3－ethoxy－4,5－dihydroxy－benzoic acid	[48]
	144	2－carboxylmethylphenol－1－O－β－D－glucopyranoside	[48]
	145	2,6－dimethoxy－4－(2－hydroxyethyl)－phenol－1－O－β－D－glucopyranoside	[48]
	146	3,3′－二羟基－4,4′－二丙烯基－2,2′－二羧基联苯	[48]
	147	芳基四磷酸型木质素	[51]
	148	chebulic acid trimethyl ester	[51]
	149	绿原酸	[60]
	150	咖啡酸	[60]
	151	3,4,5－三甲氧基苯甲酸乙酯	[57]
	152	假黄杨素A	[46]
	153	L－苹果酸－2－O－没食子酸酯	[46]
黄酮类			
	154	槲皮素	[57－58]
	155	槲皮素－3－O－葡萄糖苷	[46]
	156	杨梅素	[57]
	157	山柰酚	[57－58]
	158	山柰酚－3－O－葡萄糖苷	[46]
	159	山柰酚－3－O－α－L－鼠李糖	[41]
	160	圣草酚	[46]
	161	柚皮素	[57]
	162	芦丁	[57]
	163	5,7,4－三羟基黄酮醇	[61]
	164	汉黄芩素	[61]
	165	芦丁	[62]
	166	槲皮素－3－O－鼠李糖苷	[62]
	167	槲皮素－3－O－葡萄糖苷	[62]
	168	槲皮素－7－O－葡萄糖苷	[62]
	169	二氢山柰酚	[63]
	170	6″－甲基－3－O－α－鼠李糖山柰酚苷	[63]
	171	6″－乙基－3－O－α－鼠李糖山柰酚苷	[63]
	172	杨梅素－3－O－鼠李糖苷	[63]
	173	柚皮素－7－O－葡萄糖苷	[63]
	174	柚皮素－7－O－(6″－O－没食子酰基)－葡萄糖苷	[63]
	175	(S)－eriodictyol 7－O－(6″－O－trans－p－coumaroyl)－β－D－glucopyranoside	[56]
	176	(S)－eriodictyol 7－O－(6″－O－galloyl)－β－D－glucopyranoside	[56]
	177	5,7,4′－三羟基黄酮	[48]
	178	樱桃苷	[48]
	179	naringenin－7－O－(6″－O－galloyl)－gluceside	[48]
	180	emblirol A	[64]
	181	emblirol	[64]
	182	黄烷醇儿茶素	[64]
	183	儿茶素(+)	[58]
	184	表没食子儿茶素没食子酸(－)	[58]
	185	(+)－没食子酰儿茶素	[46]
	186	(－)－没食子酰儿茶素	[46]
	187	(+)－表没食子酰儿茶素	[46]
	188	(－)－表儿茶素	[46]
	189	(－)－表没食子儿茶素－3－O－没食子酸酯	[62]
	190	(－)－表儿茶素－3－O－没食子酸酯	[62]
	191	(－)－表阿夫儿茶精	[62]
	192	(－)－表没食子儿茶素	[62]
	193	(+)－没食子酸儿茶素	[62]
	194	(－)－表儿茶精	[48]
	195	表阿夫儿茶精	[48]
	196	myricetin－3－O－rhamnoside	[48]
	197	eriodictyol－7－O－gluceside(S)－eriodictyol－7－O－(6″－O－galloyl)－β－D－glucopyranoside	[48]
	198	(－)－epigallocatechin－3－O－gallate	[48]
	199	(－)－epicatechin－3－O－gallate	[48]
	200	2－(2－methylbutyryl)phloroglucinol－1－O－3－(6″－O－β－D－apiofuranosyl)－β－D－glucopyranoside	[48]
	201	naringenin 7－O－β－glucopyranoside	[53]
	202	corchoionoside A	[53]
	203	2－(2－methylbutyryl)phloroglucinol(multifidol)glucosid	[53]
	204	汉黄芩素	[50]
	205	萹蓄苷	[50]
萜类			
	206	齐墩果酸	[57]
	207	phyllaemblic acid	[56]
	208	phyllaemblic acid B	[46]
	209	phyllaemblic acid C	[46]
	210	phyllaemblicin D	[56]
	211	phyllaemblicin A	[46]
	212	phyllaemblicin B	[46]
	213	phyllaemblicin C	[46]
	214	phyllaemblicins A－C	[56]
	215	glochicoccinoside D	[65]
	216	phyllaemblicins H3	[65]
	217	phyllaemblicins H5	[65]
	218	phyllaemblicins H4	[65]
	219	phyllaemblicins H9	[65]
	220	phyllaemblicins H10	[65]
	221	phyllaemblicins H12	[65]
	222	phyllaemblicins H7	[65]
	223	phyllaemblicins H8	[65]
	224	phyllaemblicins H11	[65]
	225	phyllaemblicins H3	[65]
	226	phyllaemblicins H5	[65]
	227	6″－acetyl phyllaemblicin B	[65]
	228	6‴－acetyl phyllaemblicin B	[65]
	229	白桦醇	[64]
	230	30－羟基羽扇豆醇	[48]
	231	羽扇豆烷－20(29)－烯－3β,16β－二醇	[50]
	232	β－白檀酮	[50]

续表 2

分类	编号	化合物	参考文献	分类	编号	化合物	参考文献
	233	白桦脂醇	[50]		242	白飞燕草素	[45]
	234	β-香树脂醇	[50]		243	间双没食子酸	[45]
	235	phyllaemblinol	[66]		244	紫癜素 A	[66]
生物碱类					245	isolariciresinol	[66]
	236	一叶萩碱	[61]		246	penicillide	[66]
	237	phyllantidine	[46]		247	4,9,9′-trihydroxy-3,4′-dimethoxy-8-O-3′-neolignan	[66]
	238	phyllantine	[46]				
	239	2,5-二羧基吡咯	[46]		248	isolariciresinol	[66]
其他			[46]		249	4-ketopinoresinol	[66]
	240	1-(4′-甲氧基-4′-氧代丁基)-1-H-吡咯-2,5-二羧酸	[46]		250	syringarenol	[66]
					251	medioresinol	[66]
	241	木犀草素	[58]		252	lirioresinol	[66]

使 HT1080 细胞的渗透性明显下降,使其浸润能力下降,从而对其纤维肉瘤细胞的转移和浸袭能力产生一定的抑制作用。黄清松等[75]实验表明余甘子能显著地抑制 S-180、H-22 小鼠的肿瘤细胞增殖。各研究表明余甘子具有抗肿瘤的药理作用。其作用机制见插页XXXI图 4。

3.4 抗炎活性 现代药理研究证明,余甘子叶具有抗炎、抗肿瘤、抗肺气肿、抗菌等作用。姜莹莹[76]表明余甘子中圣草酚、山柰酚和野黄芩素均通过抑制 JAK-STAT 信号通路、MAPK 中的 JNK、ERK 信号通路以及激活核因子相关因子 2(Nrf2)/HO-1 抗氧化途径达到抑制炎症因子 NO、白细胞介素-6(IL-6)和白细胞介素-1β(IL-1β)释放的作用。李响等[77]研究表明余甘子提取物高、低剂量组与西药组均可见足爪肿胀体积小、AI 值低、关节病理变化轻以及血清中肿瘤坏死因子-α(TNF-α)含量少,其中高剂量的余甘子对大鼠佐剂关节炎的疗效最为显著。王瑞国等[78]的实验结果显示,余甘子能显著地减轻棉球肉芽肿周边血管的充血,同时可使其干重下降,同时还能显著地降低 TNF-α、L-1β、NO 含量,从而有效地控制棉花肉芽肿的形成。其作用机制见插页XXXI图 5。

3.5 抗菌活性 余甘子抗菌类主要活性物质为余甘子精油、乙醇提取物、乙酸乙酯部位。NAIR A 等[79]结果显示,余甘子甲醇提取物对沙门氏菌、伤寒沙门氏菌有良好的抑菌作用,尤其是对邻苯三酚的抑菌作用。罗兰等[80]的发现表明,余甘子醇和盐提取物对细菌的抑制作用非常好,其抗菌效果最好,以乙酸乙酯部位为最佳。唐春红等[81]的研究结果显示,余甘子 70% 的乙醇浸提物对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、枯草芽孢杆菌、变形杆菌、嗜热脂肪芽孢杆菌具有较好的抑制作用。高伦江等[82]研究显示,1.70% 余甘子乙醇提取物具有较好的抗菌效果,且对金黄色葡萄球菌、变形杆菌、大肠杆菌、枯草杆菌、嗜热脂肪芽孢杆菌具有较好抑制作用。

3.6 抗缺血再灌注损伤活性 缺血再灌注损伤是指对组织造成损伤的主要因素,是恢复血液供应后,过量的自由基攻击这部分重新获得血液供应的组织内的细胞造成的。章江生等[83]表明余甘子提取液可以降低脑缺血再灌注后的脑功能评分、脑梗死面积、提高 SOD 活力、降低丙二醛(MDA)、NO、IL-1β、IL-6、INOS、NF-κB 含量,并通过抗氧化、抑制炎症反应等方面起到了一定的保护作用。王鹏举等[84]研究表明余甘根苷 B 可以显著减轻细胞病变,同时能明显抑制细胞释放心肌酶天冬氨酸氨基转移酶(AST)和乳酸脱氢酶(LDH)的活性;减轻柯萨奇病毒 B3(CVB3)感染造成的心肌组织的损伤,对 CVB3 感染的心肌细胞和 Balb/c 小鼠具有明显的保护作用。其作用机制见插页XXXI图 6。

3.7 降血糖活性 长期服用余甘子可降低胰岛素的作用。周俊旋[85]表明余甘子能显著降低高糖血症大鼠的空腹血糖,高糖血症大鼠餐后血糖显著降低,高糖血症大鼠高糖血症时,主动脉环内皮依赖性血管舒张,并能显著抑制高糖大鼠 PAkt 蛋白的表达,使 C-Myc、CyclinD1 基因 mRNA 的表达有显著的抑制,从而缓解其在高血糖状态下的作用。李明玺等[86]表明余甘子对 LO2 细胞葡萄糖转运蛋白 2(LO2GLUT-2)和过氧化物酶体增殖物激活受体-γ(PPAR-γ)mRNA 的表达有明显的抑制作用,而没食子酸对胰岛 β 细胞的抑制作用也得到了进一步的验证。胡炜[87]表明余甘子对大鼠的空腹血糖有明显的影响,其脂肪、肌醇-3 激酶、蛋白激酶 B、葡萄糖转运蛋白 4mRNA 的水平明显增加,使其在脂肪组织中的表达增加,进而调控胰岛素诱发的 PF-3 激酶/蛋白激酶 B/-4 的信号通路。

3.8 抗病毒活性 余甘子具有抗病毒的作用。孔秀娟等[88]表明余甘子总黄酮对 H1N1 型病毒感染小鼠肺部的抗炎作用明显。隗洋洋[36]表明余甘子异柯里拉京能显著抑制病毒复制、早期和晚期基因的转录和蛋白的积累,从而起到抗病毒的效果。赖志才[89]证明,余甘子多酚对单纯疱疹病毒(HSV)有一定的抑制作用。向阳飞等[90]表明,在余甘子中,1,2,4,6-四-O-没食子酰基-β-D-葡萄糖对 HSV 有一定的抗 HSV 活性,能阻断细胞外单纯疱疹病毒Ⅰ型(HSV-1)的合成,从而抑制病毒 RNA 的合成 DNA 复制合成,从而实现对病毒的控制。

3.9 降血脂活性 长期服用余甘子可调节血脂,范源等[91]表明余甘子中没食子酸的降血脂功效。张艳鹤等[92]表明余甘子鞣质能显著降低大鼠肝脏脂肪损伤程度,减少大鼠血浆中 AST、三酰甘油(TG)、总胆固醇(TC)水平,降低固醇调节元件结合蛋白(SREBP-1)、脂肪酸合成酶(FASN)、乙酰辅酶 A 羧化酶(ACC) mRNA 和蛋白的含量,利用 SREBP-1/FASN/ACC 通路调节脂肪代谢。王绿娅等[93]表明余甘子能显著降低血清胆固醇(TC)和低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)水平,促进高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)增加、降低主动脉及肝脂类物质,从而使斑块面积、内膜厚度与中膜厚度之比显著下降。其作用机制见插页XXXI图 7。

3.10 抗肝损伤活性 余甘子提取物对肝细胞的抗氧化活性

有一定的促进作用,具有防治肝病、改善肝脏病理损害作用。刘晓丽等[94]表明余甘子多酚能使血清MDA、谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST)水平下降,SOD和GSH水平增高,通过抑制Nrf2基因的表达,提高HO-1蛋白的含量,调控Nrf2/HO-1信号通路,抑制酒精性肝脏损伤。杨冰鑫[95]表明余甘子多酚能降低丙二醛、谷胱甘肽(GSH)的含量,增加SOD和GSH的含量,Nrf2/HO-1的信号途径可能对乙醇性肝脏的损害起到一定的抑制作用;朱炜等[96]表明余甘子对非酒精性脂肪肝大鼠血清中ALT、AST及肝组织中的炎性部位有显著的变化,并能显著减少肝内炎症因子(TNF-α、IL-1β、COX-2)表达,减轻肝细胞的炎症反应;李萍等[97]表明余甘子能降低大鼠肝内ALT、AST的活力,对肝脏的损害有明显的缓解作用。其作用机制见插页XXⅦ图8。

3.11 *其他活性* 余甘子除了上述药理作用外,对其他方面的作用也有相关研究,孟祯等[98]表明余甘子多糖对鸡血清新城疫病毒(NDV)特异性抗体、γ-干扰素(INF-γ)和白细胞介素-4(IL-4)含量有明显的改善作用,并能明显地促进外周血淋巴细胞的增殖、T淋巴细胞$CD4^+/CD8^+$的比例,使机体的免疫机能得到增强。施献儿等[99]表明余甘子乙醇提取物能明显减少幽门结扎大鼠胃液分泌和酸度的增强,明显降低胃溃疡指数;张玉蝶等[100]表明余甘子醇提物可以抑制硅肺小鼠肺纤维化,其机制可能与Nrf2-ARE通路的调控有关。姜元欣等[101]表明余甘子粗提物具有良好的抑制口臭作用。崔炳权等[102]研究结果显示,余甘子水提取物对大鼠缺氧、游泳、血液中血红蛋白含量、乳酸脱氢酶活力、肝糖原含量、乳酸、尿素氮含量均有明显改善,具有抗疲劳、抗缺氧的作用。

4 质量评价

余甘子主要活性成分为酚酸类和鞣制类。在《中华人民共和国药典》中,采用没食子酸作为对照品对余甘子进行含量测定,但单一成分难以代表余甘子的复杂体系,不具备特异性和专属性,因此迫切需要构建新的质量评价方法。郝娟等[103]对余甘子粉的质量进行评价,在2020版《中华人民共和国药典》一部的基础上增加了指纹图谱的研究,提高了其质量评价的客观性与专属性。于涛等[54]首次建立了余甘子总酚原料中没食子酸与葡糖倍苷含量同时测定的方法,并进行了方法学考察研究,结果显示其可作为余甘子总酚原料质量控制的方法。李琦等[104]通过HPLC法建立了13批广西不同产地余甘子盐炙前后的指纹图谱。赵生玉等[105]建立了同时测定余甘子中5种成分(没食子酸、没食子儿茶素、表儿茶素、柯里拉京和鞣花酸)含量的方法,为余甘子质量控制提供了参考。唐仕荣等[106]以不同产地的余甘子为原料,建立HPLC指纹图谱,提取33个共有峰,完善了余甘子质量控制的质量标准。此外,已有学者将质量标志物等应用到余甘子的研究中。目前,余甘子的质量控制在一定程度上得到了提高。但由于中药余甘子结构复杂,不同活性物质基础具有不同的药理作用,现研究的质量标志物没食子酸、没食子儿茶素等为代表作为活性物质,不能完整体现出余甘子的复杂体系,因此不同的效用应用不同的活性物质作为质量标志物,可进一步完善余甘子的质量控制。余甘子部分不同活性物质产生的不同效应详见插页XXXⅢ图9。

5 小结与展望

余甘子成分体系复杂,历版《中华人民共和国药典》仅以没食子酸作为指标成分,不具有专属性和特异性,单一指标已远远无法满足质量控制的需求。本研究通过临床循证分析发现余甘子及其制剂在治疗高血压、慢性咽炎、衰老、抗强致癌物等方面具有确切的疗效;并且具有抗衰老、抗肿瘤、抗氧化、抗炎、保肝等作用,其活性物质包括多糖类、酚酸类以及鞣制类等成分。大部分传统功用、临床应用与物质基础均能相互佐证,表明余甘子在上述功用开发上具备潜在的开发价值,尤其在治疗口干症、防脱发剂、抗糖尿病、抗疲劳和衰老等产品的研究上。然而,目前活性物质仅停留在总提取物方面,针对余甘子质量评价和控制方法的研究较少,有必要深入开展研究。同时,通过临床与物质基础综合分析发现,余甘子是多物质、多功用发挥临床效用,相关质量标志物局限于一些主要成分为代表作为活性物质基础,如没食子酸、鞣花酸、柯里拉京等,但是余甘子化学成分复杂,不同的活性物质具有不同的药理作用、临床应用,若仅用一些主要活性物质作为质量标志物难以体现其质量控制。因此,针对此问题余甘子质量标准制定应考虑其特殊质量形成与传递规律,有必要围绕功用和临床,挖掘不同活性标志物,构建"异效异标"的质量评价模式,为合理开发和利用提供一定的数据基础和科学依据。

参考文献

[1] 张雯雯,李坤,徐涓,等. 新品种余甘子盈玉和糯种的果实性状及果实品质的差异性分析[J]. 食品科学,2019,40(2):180-185.
[2] BABURAM S, RAMASAMY S, SHANMUGAM G, et al. Quorum sensing inhibitory potential and molecular docking studies of *Phyllanthus emblica* phytochemicals against *Pseudomonas aeruginosa*[J]. Appl Biochem Biotechnol,2022,194(1):434-444.
[3] 王建超,陈志峰,刘鑫铭,等. 不同品种余甘子果实营养成分分析与评价[J]. 果树学报,2018,35(1):108-117.
[4] 郭林榕,周平,陈志峰. 22份余甘子核心种质资源遗传多样性的SRAP分析[J]. 热带作物学报,2014,35(7):1382-1387.
[5] 薛国丹,蔡希伦. 二十五味余甘子丸联合福辛普利钠治疗原发性高血压的临床研究[J]. 现代药物与临床,2020,35(5):946-949.
[6] 加央姐,江华. 藏药余甘子茶的生产工艺及高血压的临床应用[J]. 中国民族医药杂志,2016,22(6):13-14.
[7] 王东宇. 自制余甘子喷雾剂缓解鼻内镜手术后口干症的临床观察[J]. 云南中医中药杂志,2020,41(6):91-92.
[8] 韩彦彬,彭亮,杨俊峰,等. 余甘清润含片清咽润喉作用的研究[J]. 应用预防医学,2010,16(6):332-335.
[9] 席晓蓉,邢海晶,赵文娟,等. 复方余甘子含片对人唾液分泌型免疫球蛋白A的影响[J]. 中华中医药学刊,2011,29(1):127-128.
[10] 侯开卫,刘凤书,李绍家,等. 余甘果抗衰老作用的研究[J]. 食品科学,1990,11(4):2-5.
[11] 侯开卫,刘凤书,杨臣武,等. 余甘子对强致癌物N-亚硝基化合物在人体内合成的阻断作用[J]. 林业科学研究,1989,2(1):55-58.
[12] 陈章荣. 余甘冲剂治疗乙型肝炎30例疗效观察[J]. 福建中医药,1985,16(1):32.
[13] 王淑惠. 藏药二十五味松石丸治疗乙型肝炎200例疗效观察[J]. 中国民族医药杂志,1999,5(4):10.
[14] 古力米拉·买买提依明,奴尔古丽·达吾提. 经典维药养心达瓦依米西克蜜膏治疗老年患者血管性头痛的临床观察[J]. 医

学信息:医学与计算机应用,2014(1):2.
[15] 仁欠多杰. 藏药十五味龙胆花丸治疗咳嗽变异性哮喘的临床观察[J]. 世界最新医学信息文摘,2018,18(91):169.
[16] 王海斌,赫淑倩,胡清文. 如意珍宝丸治疗风湿性关节痛 300 例临床观察[J]. 中国当代医药,2009,16(19):70-71.
[17] 鲁缘青,张义智. 如意珍宝丸治疗类风湿性关节炎 70 例临床观察[J]. 中国当代医药,2010,17(18):88-89.
[18] 林慧,丁晓娟,陈利锋,等. 二十五味驴血丸治疗类风湿关节炎临床研究[J]. 湖北中医药大学学报,2015,17(2):24-26.
[19] 马青芳. 十七味寒水石丸治疗消化性溃疡 80 例临床观察[J]. 中国民间疗法,2012,20(1):65-66.
[20] 华本加,杨智卓玛. 藏药十八味诃子利尿丸治疗糖尿病的价值[J]. 临床医药文献电子杂志,2019,6(7):149.
[21] 罗藏成立. 藏药三十五味沉香丸治疗风湿性心脏病疗效观察[J]. 中国民族民间医药,2010,19(11):11.
[22] 蔡卫东. 如意珍宝丸治疗痛风性关节炎疗效分析[J]. 现代医院,2015,15(1):58-59.
[23] 王善涛,李丹智,王修丽. 如意珍宝丸治疗骨关节炎 80 例临床观察[J]. 中国医药导报,2010,7(24):82-83.
[24] 张剑平. 如意珍宝丸治疗偏头痛的临床观察[J]. 西部中医药,2017,30(7):68-70.
[25] 孙占学,李曰庆,李元文,等. 青鹏膏剂治疗亚急性湿疹 68 例临床疗效观察[J]. 医学信息(中旬刊),2010(11):3273-3274.
[26] 孙正启,余沪荣,沈国权,等. 青鹏膏剂治疗腰椎间盘突出症 36 例[J]. 陕西中医,2009,30(4):429-430.
[27] 吕玉华,蔡亮,肖红艳. 青鹏膏剂治疗郁积性皮炎溃疡 30 例临床观察[J]. 浙江临床医学,2010,12(11):1.
[28] 丁辉. 藏药二十五味珍珠丸治疗脑出血后遗症的临床疗效[J]. 中国民族医药杂志,2021,27(1):1-2.
[29] 王智森,赵献超,王凯梅,等. 二十五味珍珠丸治疗脑出血后遗症临床疗效观察[J]. 中西医结合研究,2013,5(4):172-175.
[30] 王伟. 藏药二十五味珍珠丸治疗脑血栓后遗症的临床疗效[J]. 中国民族医药杂志,2021,27(3):16-18.
[31] 张成玉,莫庆智. 藏药二十五味松石丸治疗慢性胆囊炎 60 例临床疗效观察[J]. 中国民族医药杂志,2016,22(1):17-18.
[32] 马艳梅,林统德. 二十五味大汤丸治疗慢性浅表性胃炎 60 例临床分析[J]. 青海医药杂志,2008,38(8):90-91.
[33] 告先才让. 二十五味大汤散治疗胃溃疡出血的临床疗效观察[J]. 中国保健营养,2017,27(19):120.
[34] 吴潞明,邹勇莉. 青鹏软膏治疗 41 例老年人湿疹疗效观察[J]. 皮肤病与性病,2012,34(3):182-183.
[35] 孟令志,王佳慧,王甄洁,等. 余甘子多酚纯化工艺研究及组分分析[J]. 食品研究与开发,2022,43(21):147-153.
[36] 隗洋洋. 余甘子提取物异柯里拉京抗 HSV-1 机制初步研究[D]. 广州:暨南大学,2015.
[37] KUMAR S, SINGH A, BAJPAI V, et al. Development of a UHPLC-MS/MS method for the quantitation of bioactive compounds in *Phyllanthus* species and its herbal formulations[J]. J Sep Sci,2017,40(17):3422-3429.
[38] YANG B,LIU P. Composition and biological activities of hydrolyzable tannins of fruits of *Phyllanthus emblica*[J]. J Agric Food Chem,2014,62(3):529-541.
[39] 张兰珍,赵文华,郭亚健,等. 藏药余甘子化学成分研究[J]. 中国中药杂志,2003(10):46-49.
[40] LIU X L,CUI C,ZHAO M M,et al. Identification of phenolics in the fruit of *Emblica* (*Phyllanthus emblica* L.) and their antioxidant activities[J]. Food Chem,2008,109(4):909-915.
[41] 刘晓晖,吕乔,吉雄,等. 余甘子化学成分研究[J]. 中成药,2023,45(2):458-462.
[42] LUO W,ZHAO M M,YANG B,et al. Antioxidant and antiproliferative capacities of phenolics purified from *Phyllanthus emblica* L. fruit[J]. Food Chem,2011,126(1):277-282.
[43] 侯海燕. 中药余甘子抗 HBV 活性成分研究[D]. 北京:中国人民解放军军事医学科学院,2006.
[44] 吴雪辉,谢治芳,黄永芳. 余甘子的化学成分和保健功能作用[J]. 中国野生植物资源,2003,22(6):69-71.
[45] 张倚鸣,陈瑞,王建塔,等. 基于网络药理学的余甘子抗肝炎活性成分及作用机制研究[J]. 广东化工,2020,47(21):56-57.
[46] 王淑慧. 中药余甘子化学成分研究与 GbUGT717L 酶的催化能力研究[D]. 北京:中国中医科学院,2019.
[47] 杨鑫,梁锐君,洪爱华,等. 野生余甘子树皮的化学成分研究[J]. 中草药,2014,45(2):170-174.
[48] 徐义侠. 余甘子化学成分及总酚提取工艺研究[D]. 北京:北京中医药大学,2009.
[49] XU M,ZHU H T,CHENG R R,et al. Antioxidant and hyaluronidase inhibitory activities of diverse phenolics in *Phyllanthus emblica*[J]. Nat Prod Res,2016,30(23):2726-2729.
[50] 周坤,简平,梁文仪,等. 藏药大三果化学成分及药理作用研究进展[J]. 世界科学技术-中医药现代化,2018,20(9):1608-1614.
[51] YANG F,YASEEN A,CHEN B,et al. Chemical constituents from the fruits of *Phyllanthus emblica* L[J]. Biochem Syst Ecol,2020,92:104122.
[52] 赵琴,梁锐君,张玉洁,等. 余甘子根的化学成分研究[J]. 中草药,2013,44(2):133-136.
[53] 周先丽,闫梦麒,周云,等. 余甘子叶的化学成分研究[J]. 中药材,2020,43(5):1119-1122.
[54] 于涛,赵春草,张继全. 余甘子总酚主要成分的含量测定和指纹图谱研究[J]. 上海中医药大学学报,2022,36(3):61-65.
[55] ZHANG Y J,ABE T,TANAKA T,et al. Phyllanemblinins A-F, new ellagitannins from *Phyllanthus emblica*[J]. J Nat Prod,2001,64(12):1527-1532.
[56] 王辉. 余甘子的化学成分和药理作用研究进展[J]. 中国现代中药,2011,13(11):52-56.
[57] 车桐. 余甘子味觉成分研究[D]. 昆明:昆明理工大学,2022.
[58] 关陟昊,单治易,王雪,等. 基于"成分-靶点-通路"的余甘子网络药理学研究[J]. 中华医学图书情报杂志,2021,30(9):13-23.
[59] 吴玲芳,梁文仪,张兰珍. 藏药余甘子主要成分含量测定研究[J]. 世界科学技术-中医药现代化,2020,22(8):2857-2863.
[60] 左晓霜,陈平,张建博,等. RP-HPLC 法测定不同 pH 条件下藏药余甘子干果中柯里拉京、没食子酸、绿原酸、咖啡酸的含量变化[J]. 中国民族医药杂志,2016,22(5):44-48.
[61] 潘慧清,朱平,魏学明,等. 藏药余甘子研究概况[J]. 甘肃中医药大学学报,2019,36(2):84-88.
[62] YANG B,KORTESNIEMI M,LIU P,et al. Analysis of hydrolyzable tannins and other phenolic compounds in emblic leafflower (*Phyllanthus emblica* L.) fruits by high performance liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry[J]. J Agric Food Chem,2012,60(35):8672-8683.
[63] PFUNDSTEIN B,EL DESOUKY S K,HULL W E,et al. Polyphe-

nolic compounds in the fruits of Egyptian medicinal plants (*Terminalia bellerica*, *Terminalia chebula* and *Terminalia horrida*): Characterization, quantitation and determination of antioxidant capacities [J]. Phytochemistry, 2010, 71(10): 1132 - 1148.

[64] NISAR M F, HE J, AHMED A, et al. Chemical components and biological activities of the genus *Phyllanthus*: a review of the recent literature[J]. Molecules, 2018, 23(10): E2567.

[65] LV J J, YU S, XIN Y, et al. Anti - viral and cytotoxic norbisabolane sesquiterpenoid glycosides from *Phyllanthus emblica* and their absolute configurations[J]. Phytochemistry, 2015, 117: 123 - 134.

[66] ZHANG Y, ZHAO L J, GUO X J, et al. Chemical constituents from *Phyllanthus emblica* and the cytoprotective effects on H_2O_2 - induced PC12 cell injuries[J]. Arch Pharmacal Res, 2016, 39(9): 1202 - 1211.

[67] 李伟,张小英,叶嘉宜,等. 余甘子不同溶剂提取物体外抗氧化活性及对 H_2O_2 诱导 RAW264.7 细胞损伤的保护作用[J]. 食品与发酵工业,2020,46(16):62 - 69.

[68] 周义波. 利用秀丽隐杆线虫探究余甘子提取物的抗衰老作用[D]. 长春: 吉林大学,2018.

[69] 崔炳权,林元藻. 余甘子的抗衰老作用研究[J]. 时珍国医国药,2007,18(9): 2100 - 2102.

[70] 吴启,王晓晴,崔挺,等. 余甘子提取物抗衰老和防脱生发功效的研究[J]. 日用化学工业,2021,51(12):1208 - 1214.

[71] 王林. 促进成纤维细胞生长的余甘子提取物[J]. 国外医药·植物药分册,2008,23(6):285.

[72] 罗兰,林久茂,魏丽慧,等. 余甘子醇提物抑制人胃癌株 AGS 细胞增殖和诱导细胞凋亡的作用[J]. 中国现代应用药学,2016,33(8): 989 - 993.

[73] 马美,苏占海,王海燕. 余甘子对三阴性乳腺癌 MDA - MB - 231 细胞增殖的影响及分子机制[J]. 中国高原医学与生物学杂志,2020,41(1):46 - 52.

[74] 赵海娟,龚曼,常青,等. 藏药余甘子鞣质部位对 HT1080 细胞迁移与侵袭能力的影响研究[J]. 中国药物警戒,2014,11(5):264 - 267.

[75] 黄清松,林元藻,李红枝,等. 余甘子抗突变和抗肿瘤作用实验研究[J]. 实用医技杂志,2007,14(25): 3456 - 3457.

[76] 姜莹莹. 余甘子中三种单体对 LPS 诱导的 $RAW_{264.7}$ 巨噬细胞炎症反应的影响及其机制探究[D]. 上海: 华东师范大学,2019.

[77] 李响,张晴晴,李耀东. 余甘子对类风湿性关节炎的影响[J]. 齐鲁工业大学学报(自然科学版),2016,30(3): 20 - 23.

[78] 王瑞国,郑良朴,林久茂,等. 余甘子抗大鼠棉球肉芽肿形成及其机制的实验研究[J]. 福建中医学院学报,2007,17(4): 22 - 24.

[79] NAIR A, BALASARAVANAN T, JADHAV S, et al. Harnessing the antibacterial activity of *Quercus infectoria* and *Phyllanthus emblica* against antibiotic - resistant *Salmonella* Typhi and *Salmonella* Enteritidis of poultry origin[J]. Vet World, 2020, 13(7): 1388 - 1396.

[80] 罗兰,刘佳佳,朱宏阳,等. 余甘子不同提取物对人消化道菌群抑菌作用的对比研究[J]. 中国现代应用药学,2014,31(9): 1045 - 1048.

[81] 唐春红,陈岗,陈冬梅,等. 余甘子果实粗提物的抑菌活性研究[J]. 食品科学,2009,30(7): 106 - 108.

[82] 高伦江,陈岗,唐春红,等. 余甘子有效抑菌成分提取工艺优化[J]. 食品工业科技,2012,33(18): 279 - 281,285.

[83] 章江生,吴婷,唐琪晶,等. 余甘子提取物对大鼠脑缺血再灌注损伤的保护作用及机制[J]. 中草药,2014,45(24): 3590 - 3593.

[84] 王鹏举,彭有梅,张艳,等. 余甘根苷 B 对柯萨奇病毒 B3 感染的心肌细胞及 Balb/c 小鼠的保护作用[J]. 郑州大学学报(医学版),2017,52(3): 263 - 267.

[85] 周俊旋. 余甘子对高糖血症大鼠血管功能障碍的作用及作用机制研究[D]. 武汉: 湖北中医药大学,2019.

[86] 李明玺,黄卫锋,姚亮亮,等. 余甘子提取物降血糖活性及其主要成分研究[J]. 现代食品科技,2017,33(9): 96 - 101.

[87] 胡炜. 余甘子提取物对糖尿病大鼠肌肉和脂肪组织胰岛素信号通路的影响[J]. 中国组织工程研究,2012,16(11): 2007 - 2010.

[88] 孔秀娟,于然,刘建兴,等. 余甘子总黄酮提取物对 H_1N_1 流感病毒感染小鼠肺炎的影响[J]. 中医药导报,2016,22(5): 64 - 65,71.

[89] 赖志才. 余甘子多酚抗单纯疱疹病毒活性及其作用机制初步研究[D]. 广州: 暨南大学,2010.

[90] 向阳飞,裴赢,王一飞. 余甘子多酚体外抗单纯疱疹病毒活性及其作用机制研究[C]//广东省生物医学工程学会. 广东省生物医学工程学会成立 30 周年纪念大会暨广州(国际)生物医学工程学术大会论文集. 广州: 暨南大学生物医药研究开发基地,2010:220 - 221.

[91] 范源,刘竹焕. 余甘子活性成分抗动脉硬化作用的研究进展[J]. 云南中医学院学报,2011,34(2): 67 - 70.

[92] 张艳鹤,郑亚云,芦超,等. 余甘子鞣质对代谢相关脂肪性肝病小鼠脂质代谢及肠道菌群的调节作用[J]. 药物评价研究,2022,45(2): 287 - 293.

[93] 王绿娅,王大全,潘晓冬,等. 余甘子减少高脂血症对兔动脉壁损伤作用的实验研究[J]. 中国中西医结合杂志,2004,24(S1): 12 - 15.

[94] 刘晓丽,杨冰鑫,陈柳青,等. 余甘子多酚对体外酒精性肝损伤的保护作用[J]. 中国食品学报,2021,21(10): 108 - 115.

[95] 杨冰鑫. 余甘子多酚对酒精性肝损伤的保护作用研究[D]. 广州:广东工业大学,2020.

[96] 朱炜,俞宏斌,戴闯,等. 余甘子对大鼠非酒精性脂肪肝疾病中肝损伤和炎症的抑制作用研究[J]. 医学研究杂志,2012,41(2):140 - 143.

[97] 李萍,彭百承,杨政腾,等. 余甘子抗免疫性肝纤维化大鼠的作用(Ⅱ)[J]. 中国实验方剂学杂志,2010,16(8): 139 - 141.

[98] 孟祯,孙梦珂,许永得,等. 余甘子多糖的结构表征及免疫增强作用[J]. 畜牧兽医学报,2021,52(12): 3627 - 3640.

[99] 施献儿,王玉芹. 余甘子对模型大鼠的胃保护作用[J]. 国外医药·植物药分册,2004(3):122.

[100] 张玉蝶,李欣,何晓艳,等. 余甘子醇提物对硅肺小鼠的保护作用及与 Nrf2/ARE 信号通路的相关性[J]. 中国实验方剂学杂志,2023,29(9):129 - 136

[101] 姜元欣,刘伯科,刘小玲. 余甘子抑制口臭活性物质的分离纯化与结构鉴定[J]. 食品与机械,2016,32(10):22 - 26.

[102] 崔炳权,何震宇,杨泽民,等. 余甘子提取物对小鼠免疫功能的影响[J]. 时珍国医国药,2010,21(8): 1920 - 1922.

[103] 郝娟,李忠华,李民生,等. 药食同源余甘子粉的质量评价[J]. 山西医科大学学报,2023,54(6): 834 - 841.

[104] 李琦,裴河欢,李静,等. HPLC 法同时测定余甘子中 5 种成分的含量及主成分、聚类分析[J]. 中国药房,2018,29(11): 1491 - 1495.

[105] 赵生玉,黄浩洲,姜红,等. 基于化学分析与抗氧化活性的余甘子提取工艺效果对比[J]. 中华中医药杂志,2019,34(2): 796 - 800.

[106] 唐仕荣,宋慧,高兆建,等. 不同产地余甘子多酚类成分 HPLC 指纹图谱分析研究[J]. 中国食品添加剂,2018,29(2): 182 - 187.

余甘子化学成分、药理活性及质量控制研究进展

（正文见 237－245 页）

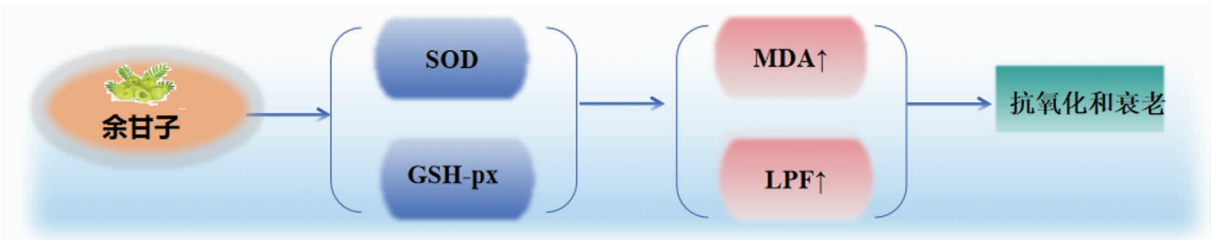


图 2　余甘子抗氧化和衰老作用机制

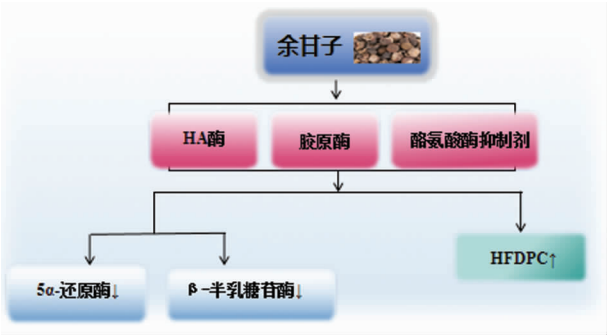


图 3　余甘子防脱发作用机制

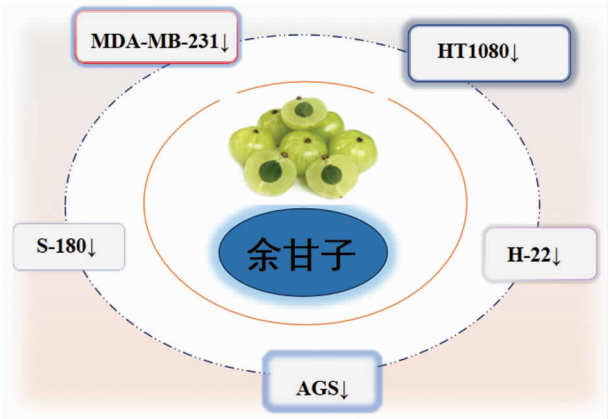


图 4　余甘子抗肿瘤作用机制

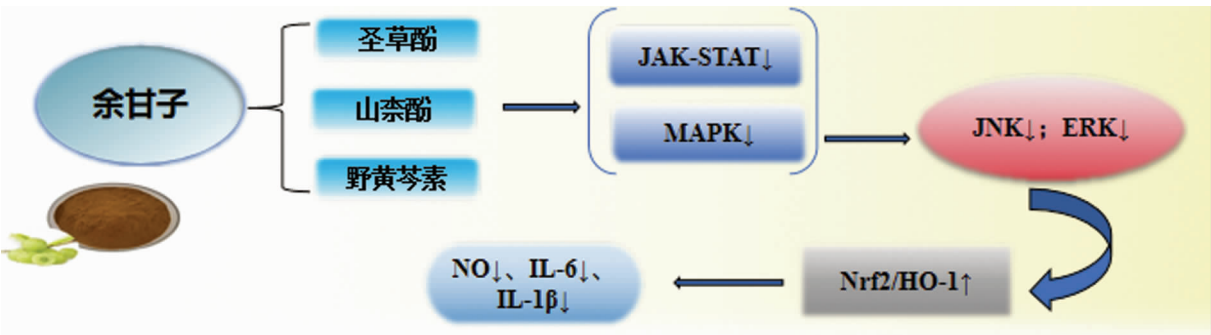


图 5　余甘子抗炎作用机制

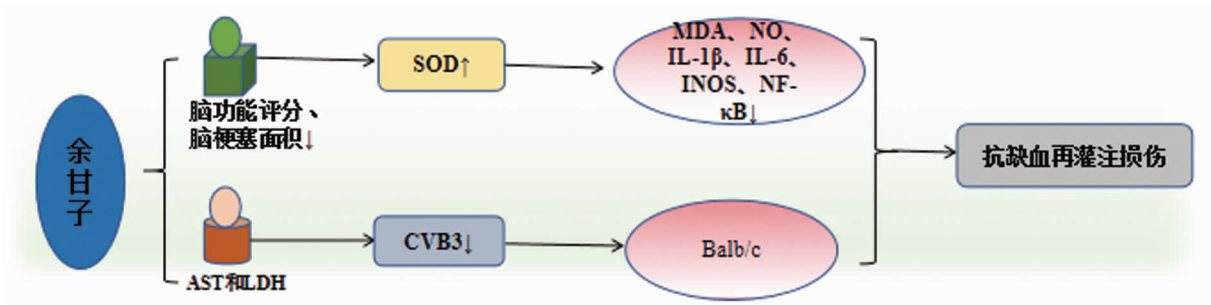


图 6　余甘子抗缺血再灌注损伤作用机制

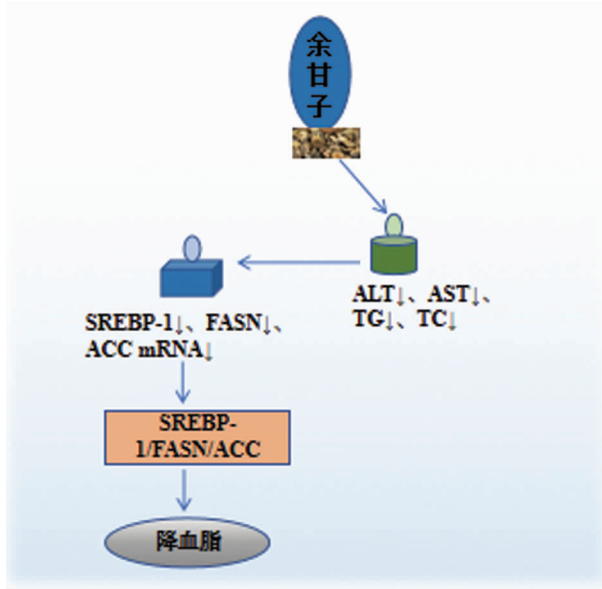


图 7　余甘子降血脂作用机制

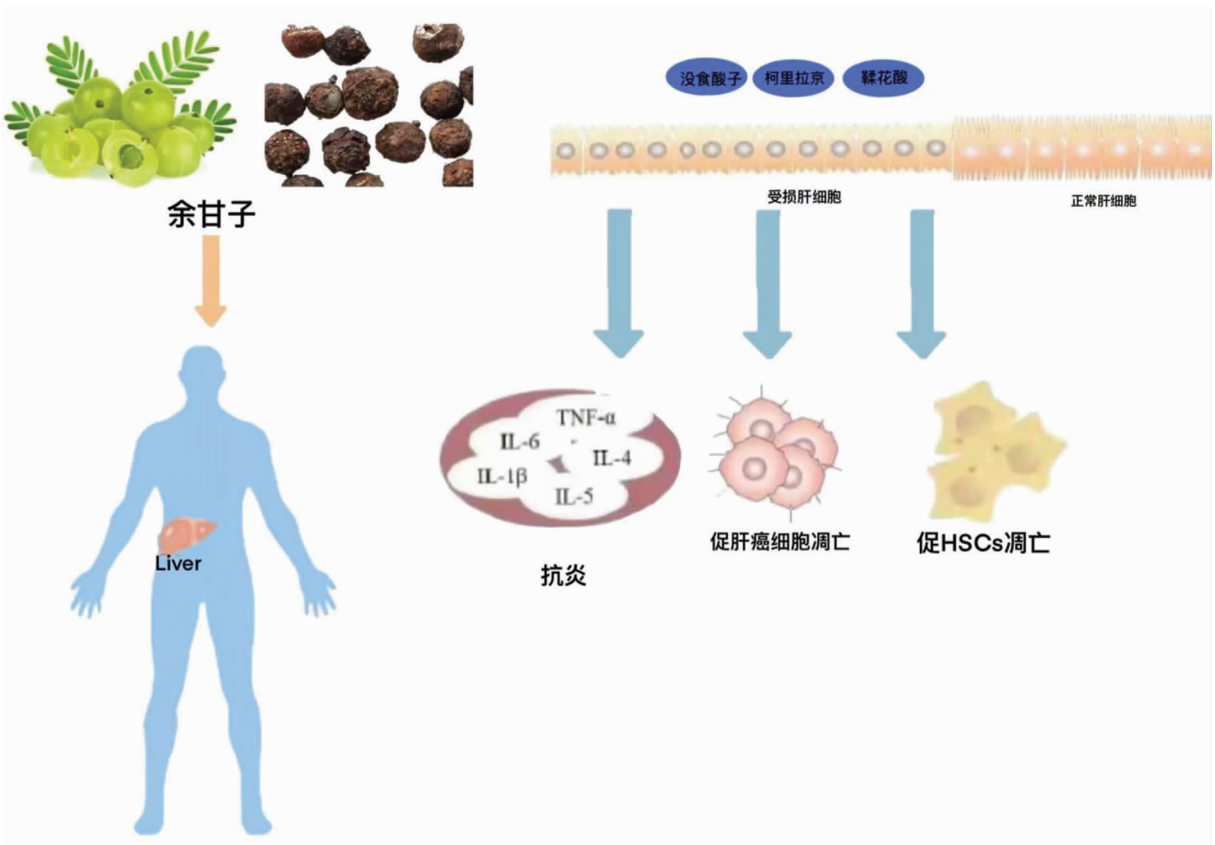


图 8　余甘子抗肝损伤作用机制

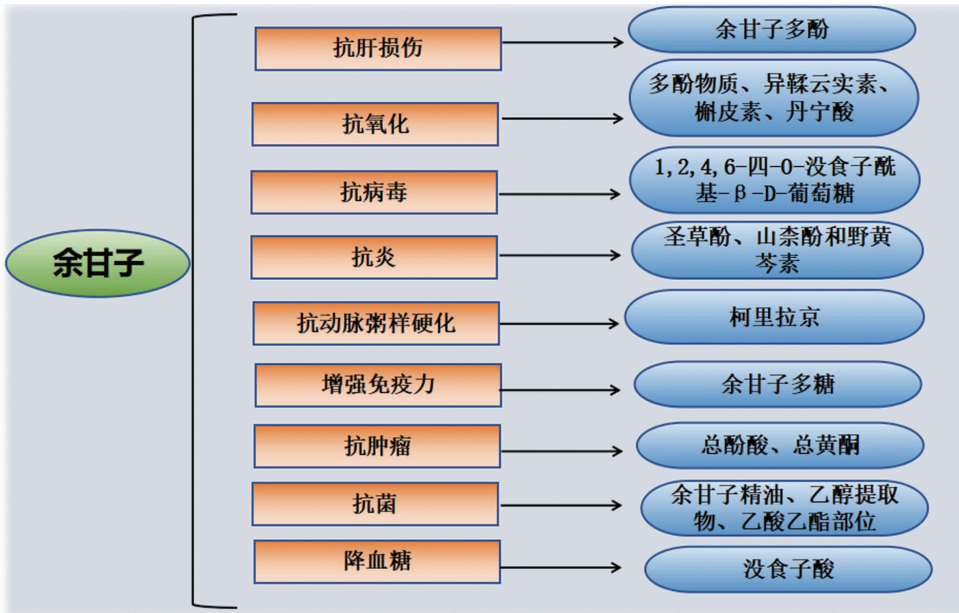
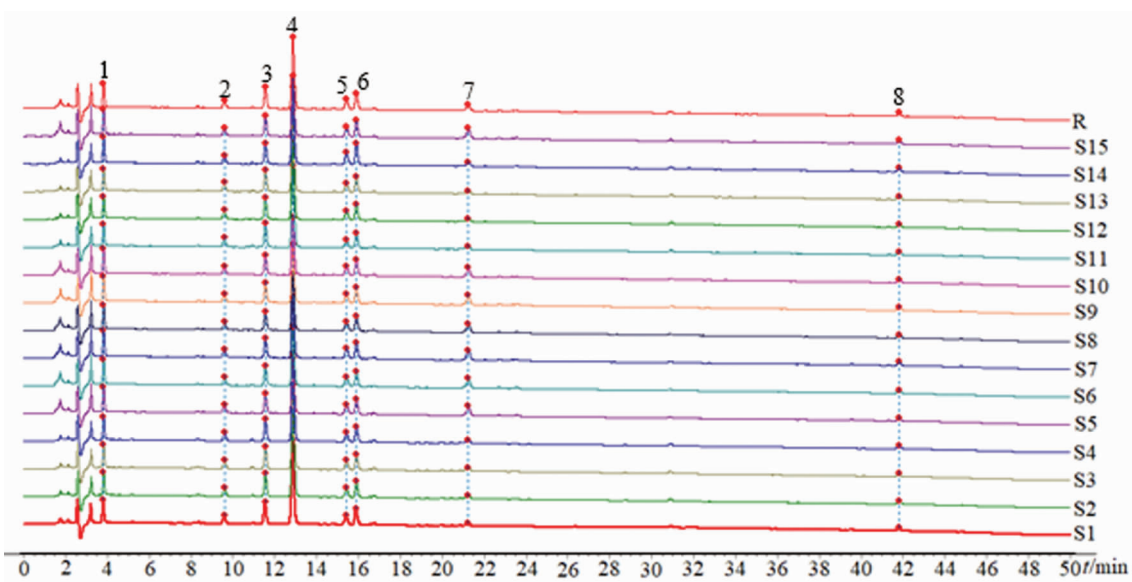


图 9　余甘子不同活性物质产生的效用

经典名方芍药甘草汤物质基准指纹图谱及 6 种成分含量测定研究

（正文见 246 – 252 页）



注：1. 没食子酸；3. 芍药内酯苷；4. 芍药苷；5. 芹糖甘草苷；6. 甘草苷；8. 甘草酸；R. 对照图谱。

图 1　15 批 SGD 物质基准 HPLC 指纹图谱