

· 综述 ·

毛诃子化学成分及药理作用研究进展[△]崔雨¹, 董婉绒¹, 刘恬恬¹, 朱卫东², 周高¹, 陈玉欣^{1*}

1. 湖北工业大学 生物工程与食品学院/工业发酵省部共建协同创新中心发酵工程教育部重点实验室,

湖北 武汉 430068;

2. 三峡公共检验检测中心, 湖北 宜昌 443000

[摘要] 毛诃子是使君子科植物毗黎勒的干燥成熟果实, 主要分布在我国西藏、云南等地区, 是藏族医学体系中广泛应用的药物之一。毛诃子化学成分复杂, 包括鞣质、甾体、萜类、黄酮、木脂素等类。毛诃子在藏族医学体系中用于治疗各种隆型、赤巴型及培根型疾病; 在中医体系中, 可用于治疗热症、泻痢及病后虚弱。现代药理学研究表明, 毛诃子有抗氧化、抗炎、抑菌、降血糖、抗肿瘤等活性, 可以用于神经退行性疾病、肝肾损伤、癌症等的治疗。对毛诃子的化学成分及药理作用进行总结归纳, 以期为其在疾病治疗中的深入研究及开发应用提供参考。

[关键词] 毛诃子; 藏族药; 化学成分; 药理作用

[中图分类号] R282.71 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-4890(2023)01-0216-11

doi:10.13313/j.issn.1673-4890.20220413005

Chemical Composition and Pharmacological Activities of Terminaliae Belliricae Fructus: A Review

CUI Yu¹, DONG Wan-rong¹, LIU Tian-tian¹, ZHU Wei-dong², ZHOU Gao¹, CHEN Yu-xin^{1*}

1. Key Laboratory of Fermentation Engineering (Ministry of Education), Cooperative Innovation Center of Industrial Fermentation (Ministry of Education & Hubei Province), School of Biological Engineering and Food, Hubei

University of Technology, Wuhan 430068, China;

2. Three Gorges Public Inspection and Testing Center, Yichang 443000, China

[Abstract] Terminaliae Belliricae Fructus, the dried ripe fruit of *Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb. (Combretaceae) mainly distributed in Tibet and Yunnan of China, is one of the widely used Tibetan medicines. With complex components such as tannins, steroids, terpenoids, flavonoids, and lignans, it is commonly used for the treatment of various "Long" (refers to breath and wind), "Chiba" (refers to fire), and "Peigen" (refers to mucus) diseases in Tibetan medicine. In traditional Chinese medicine, it can be used to treat fever, diarrhea, and weakness after illness. Modern pharmacological researches have shown that it has antioxidant, anti-inflammatory, antibacterial, hypoglycemic, and antitumor activities and can be applied for the treatment of neurodegenerative diseases, liver and kidney injury, and cancer. In this study, the chemical components and pharmacological activities of Terminaliae Belliricae Fructus are summarized, which is expected to serve a reference for further research and development of this medicinal.

[Keywords] Terminaliae Belliricae Fructus; Tibetan medicine; chemical components; pharmacological effect

我国是一个历史悠久的多民族大国, 在几千年的发展过程中形成了独特的天然药物应用体系^[1-3]。藏族药作为我国传统医药的重要组成部分, 有独特的药物来源, 在西藏及其周边地区广泛应用, 代表药物

有毛诃子、诃子、余甘子等。毛诃子是使君子科植物毗黎勒 *Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb. 的干燥成熟果实, 其作为药物的记载最早出现于古印度, 由毛诃子、诃子、余甘子组成的三帕拉 (Triphala)

[△] **[基金项目]** 国家自然科学基金项目 (82104536); 湖北省自然科学基金青年基金项目 (2020CFB197); 新疆生产建设兵团塔里木盆地生物资源保护利用重点实验室开放课题 (BRZD2002); 湖北工业大学博士启动基金项目 (BSQD2020040, BSQD2020034)

^{*} **[通信作者]** 陈玉欣, 讲师, 研究方向: 民族药药理学及药动学; E-mail: yuxinc@hbut.edu.cn

作为重要药剂在阿育吠陀医学中被广泛应用于治疗各种常见病^[4]。隋唐时期我国文化昌盛,与各国交流频繁,三帕拉随丝绸之路由印度传入我国,被称为三勒浆,且时常被王公贵族当成宴饮宾客的饮品^[5]。中医典籍中毛诃子始载于唐代《新修本草》^[6],李时珍在《本草纲目》中描述毛诃子“木似诃黎勒(诃子),而子亦相似,但圆而毗,故以名之。毗,即脐也”,同时还记载其可以“下气,止泻痢”^[7-8]。中医认为毛诃子性平,味甘、涩,主要用于清热解毒、收敛养血、调和诸药,用于治疗各种热证、泻痢、肝胆病及病后虚弱^[9]。毛诃子在我国主要分布在西藏、云南等地区^[10],除我国外还广泛分布在世界各地,特别是印度、孟加拉国、斯里兰卡、巴基斯坦、尼泊尔及东南亚地区^[6]。

随着时代的进步与科学的发展,越来越多的技术手段可用于毛诃子化学成分、药理活性及作用机制的研究。本文主要根据毛诃子植物名称和拉丁文名称(*Terminalia bellirica*、*Terminalia bellerica*及*Terminalia belerica*),从PubMed、Web of Science、SpringLinker和中国知网(CNKI)等数据库检索文

献,对毛诃子的研究现状进行综述,以期为其在疾病治疗中的深入研究及开发应用提供参考。

1 含有毛诃子的代表方剂

毛诃子在传统藏族医学体系中应用广泛。《四部医典》作为藏族医药学的经典著作,详细记载了藏族医学理论中各种疾病的预防、诊断、治疗原则及用药方法。其中由三果(毛诃子、诃子、余甘子)组成的三果汤(又称哲松布汤)作为藏族药常用基础方,参与治疗了各种隆型、培根型及赤巴型疾病。毛诃子作为三果汤的主要组成药物之一,在各种疾病治疗中必不可少。部分目前仍在使用的含有毛诃子的代表方剂见表1。

2 化学成分

毛诃子化学成分复杂,主要成分包括鞣质、甾体、萜类、黄酮、木脂素等类。本文对毛诃子提取物中的主要化学成分进行总结,除去一些脂肪酸、维生素、油脂、糖类等常见成分,其主要成分约70个,见表2,结构式见图1。

表1 国家标准及地方标准中的毛诃子代表方剂

名称	主药	功能主治	参考文献
仁青芒觉	毛诃子、蒲桃、西红花、牛黄、麝香、朱砂、马钱子等	“培根木布”、消化道溃疡、慢性胃炎、萎缩性胃炎、腹水等	[9]701
701催汤丸	藏木香膏、藏木香、悬钩子茎、宽筋藤、干姜、诃子肉、余甘子、毛诃子、螃蟹甲	清热解毒、止咳止痛	[9]1798
七味宽筋藤汤散	宽筋藤、诃子、毛诃子、余甘子、獐牙菜、巴夏嘎、力嘎都	清热解毒、透疹,用于痘疹、瘟疫病等	[11]
毛诃子独味汤	毛诃子	干涸黑色黄水	[12]265
三果汤	诃子、毛诃子、余甘子	解瘟疫、紊乱、热症和新旧热症	[12]265
乳香十味方	乳香、草决明、黄葵、广木香、鸭嘴花、诃子、毛诃子、余甘子、木藤蓼、岩精	痛风、黄水病、游走性疼痛等	[12]269
显扬九味丸	牛乳、熔酥油、诃子、毛诃子、余甘子、铁粉、木贼、蛇肉、红花、茴香、矛尖	眼翳障目、目赤干烂等	[12]275
降香九味丸	降香、秦艽、诃子、毛诃子、余甘子、新鲜酥油、蜂蜜、荜茇	麻风病、痛风等	[12]275
协日汤	毛诃子、诃子、梔子	血热、协日热等	[13]
苏福非布瓦斯尔散	毛诃子、诃子、余甘子、韭菜子、介子、阿育魏实、骆驼蓬子、葫芦巴、圆柏实、杏仁	气结性痔疮、肠内烧焦性体液增多等	[14]

表2 毛诃子的化学成分

类型	编号	化合物名称	参考文献
鞣质	1	没食子酸(gallic acid)	[15]
	2	没食子酸甲酯(methyl gallate)	[15]
	3	没食子酸乙酯(ethyl gallate)	[16]
	4	没食子酸丙酯(propylgallate)	[16]
	5	没食子酰肉豆蔻酸酯(galloyl myristate)	[16]
	6	没食子酸辛酯(octyl gallate)	[17]

续表 2

类型	编号	化合物名称	参考文献
	7	1,6-二- <i>O</i> -没食子酰基- β - <i>D</i> -葡萄糖 (1,6-di- <i>O</i> -galloyl- β - <i>D</i> -Glc)	[15]
	8	1,3,4,6-四- <i>O</i> -没食子酰基- β - <i>D</i> -葡萄糖 (1,3,4,6-tetra- <i>O</i> -galloyl- β - <i>D</i> -Glc)	[18]
	9	1,2,3,4,6-五- <i>O</i> -没食子酰基- β - <i>D</i> -葡萄糖 (1,2,3,4,6-penta- <i>O</i> -galloyl- β - <i>D</i> -Glc)	[18]
	10	3,4,5-三- <i>O</i> -没食子酰基-莽草酸 (3,4,5-tri- <i>O</i> -galloyl-shikimic acid)	[18]
	11	3,4,6-三- <i>O</i> -没食子酰基- β - <i>D</i> -葡萄糖 (3,4,6-tri- <i>O</i> -galloyl- β - <i>D</i> -Glc)	[18]
	12	诃子宁 (chebulanin)	[18]
	13	新诃子酸甲酯 (methyl neochebulanin)	[18]
	14	诃子鞣酸 (chebulagic acid)	[18]
	15	诃子酸 (chebulinic acid)	[18]
	16	特里马素 (I) [tellimagrandin (I)]	[18]
	17	柯里拉京 (corilagin)	[18]
	18	鞣花酸 (ellagic acid)	[18]
	19	3-甲氧基鞣花酸 (3- <i>O</i> -methyl ellagic acid)	[18]
	20	3,3'-二甲氧基鞣花酸 (3,3'-di- <i>O</i> -methyl ellagic acid)	[18]
	21	3,4-二甲氧基鞣花酸 (3,4-di- <i>O</i> -methyl ellagic acid)	[16]
	22	3,3',4-三-甲氧基鞣花酸 (3,3',4-tri- <i>O</i> -methyl ellagic acid)	[16]
	23	3'-甲氧基-4- <i>O</i> -(β - <i>D</i> -木糖)鞣花酸 [3'- <i>O</i> -methyl-4- <i>O</i> -(β - <i>D</i> -xylopyranosyl) ellagic acid]	[18]
	24	3,3'-二甲氧基-4- <i>O</i> -(β - <i>D</i> -木糖)鞣花酸 [3,3'-di- <i>O</i> -methyl-4- <i>O</i> -(β - <i>D</i> -xylopyranosyl) ellagic acid]	[18]
	25	3'-甲氧基-4- <i>O</i> -(<i>n</i> '- <i>O</i> -没食子酰基- β - <i>D</i> -木糖)鞣花酸 (<i>n</i> =2, 3, 4) [3'- <i>O</i> -methyl-4- <i>O</i> -(<i>n</i> '- <i>O</i> -galloyl- β - <i>D</i> -xylopyranosyl) ellagic acid (<i>n</i> =2, 3, 4)]	[18]
	26	3,3'-二甲氧基-4- <i>O</i> -(<i>n</i> '- <i>O</i> -没食子酰基- β - <i>D</i> -木糖)鞣花酸 (<i>n</i> =2, 3, 4) [3,3'-di- <i>O</i> -methyl-4- <i>O</i> -(<i>n</i> '- <i>O</i> -galloyl- β - <i>D</i> -xylopyranosyl) ellagic acid (<i>n</i> =2, 3, 4)]	[18]
	27	2,3-二- <i>O</i> -没食子酰基-1,5-脱水葡萄糖醇 (2,3-di- <i>O</i> -galloyl-1,5-anhydroglucitol)	[18]
	28	1,2,3,6-四- <i>O</i> -没食子酰基- β - <i>D</i> -吡喃葡萄糖苷 (1,2,3,6-tetra- <i>O</i> -galloyl- β - <i>D</i> -gluco-pyranoside)	[16]
	29	安石榴苷 A (punicalagin A)	[16]
	30	安石榴苷 B (punicalagin B)	[16]
	31	3',3'',4',4''-四甲氧基原花青定(4a $\rightarrow$ 8)-3- β - <i>D</i> -葡萄糖 (1 $\rightarrow$ 4) - β - <i>D</i> -葡萄糖苷 [3',3'',4',4''-tetra-methylcatetin (4a $\rightarrow$ 8)-3- β - <i>D</i> -glucose (1 $\rightarrow$ 4)- β - <i>D</i> -glucopy-ranoside]	[16]
	32	(+)-南烛树脂酚 [(+)-lyoniresinol]	[16]
	33	云石酸 (brevifolincarboxylic acid)	[16]
	34	丁香酸 (syringic acid)	[16]
	35	芥子酸 (sinapic acid)	[16]
	36	3,4-二甲氧基肉桂酸 (3,4-di- <i>O</i> -methyl cinnamic acid)	[16]
	37	对羟基苯甲酸 (4-hydroxy benzoic acid)	[16]
	38	莽草酸 (shikimic acid)	[16]
	39	奎宁酸 (quinic acid)	[16]
	40	丁香苷 (syringin)	[16]
甾体	41	卡纳醇[3- <i>O</i> - β - <i>D</i> -半乳吡喃糖基-(1 $\rightarrow$ 4)- <i>O</i> - α - <i>L</i> -鼠李吡喃糖苷]{cannogenol [3- <i>O</i> - β - <i>D</i> -galactopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)- <i>O</i> - α - <i>L</i> -rhamnopyranoside]}	[19]
	42	β -胡萝卜苷 (β -daucosterol)	[16,20]
	43	β -谷甾醇 (β -sitosterol)	[16]
	44	豆甾醇 (stigmasterol)	[16]
	45	β -谷甾醇棕榈酸酯 (sitosterylpalmitate)	[16]
萜类	46	2 α ,3 β ,23,24-四羟基-12-齐墩果烯-28-酸 [bellica acid (2 α ,3 β ,23,24-tetrahydroxyolean-12-en-28-oic acid)]	[18]
	47	齐墩果酸 (oleanolic acid)	[21]
	48	α -生育酚 (α -tocopherol)	[16]
	49	熊果酸 (ursolic acid)	[21]

续表 2

类型	编号	化合物名称	参考文献
黄酮	50	山楂酸 (maslinic acid)	[16]
	51	阿江榄仁酸 (arjunolic acid)	[16]
	52	2 α ,19 α ,23-三羟基齐墩果酸烷-12-烯-28-酸 (arjunic acid)	[16]
	53	委陵菜酸 (tormentic acid)	[16]
	54	白桦脂醇 (betulin)	[16]
	55	(S)-flavogallonic acid	[15]
	56	7-羟基-3',4'-亚甲二氧基黄烷 [7-hydroxy-3',4'-(methylenedioxy) flavan]	[22]
	57	木犀草素 (luteolin)	[16,21]
	58	木犀草素-7-O- β -D-葡萄糖苷 (luteolin-7-O- β -D-glucoside)	[21]
	59	槲皮素 (quercetin)	[21]
	60	牡荆素 (vitexin)	[21]
	61	山柰酚-3-O- α -鼠李糖苷 (kaempferol-3-O- α -rhamnoside)	[21]
	62	圣草酚 (eriodictyol)	[16]
	63	圣草酚-7-O- β -D-葡萄糖苷 (eriodictyol-7-O- β -D-glucopyranoside)	[16]
	64	乔松素 (pinocembrin)	[16]
	65	香叶木素-7-O- β -D-葡萄糖苷 (chrysoeriol-7-O- β -D-glucopyranoside)	[16]
	66	粗毛豚草素 (hispidulin)	[16]
木脂素	67	榄仁木脂素 (termilignan)	[22]
	68	赞尼木脂素 (thannilignan)	[22]
	69	榆绿木脂素 B (anoligan B)	[22]
	70	丁香脂素 (syringaresinol)	[16]

注: Glc. 吡喃葡萄糖; HHDP. 六羟基二苯甲酰基。

定量分析结果表明, 毛诃子 70% 甲醇提取物中没食子酸质量分数为 $33.62 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 柯里拉京质量分数为 $15.81 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 诃子鞣酸质量分数为 $134.77 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 鞣花酸质量分数为 $12.36 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 诃子酸质量分数为 $14.69 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ [23]。另有研究表明, 毛诃子药材中没食子酸质量分数为 0.79%~1.01% [24]。毛诃子 50% 甲醇提取物中鞣花酸质量分数为 $3.42 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 没食子酸质量分数为 $2.29 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 槲皮素质量分数为 $1.02 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ [25]。

3 药理作用

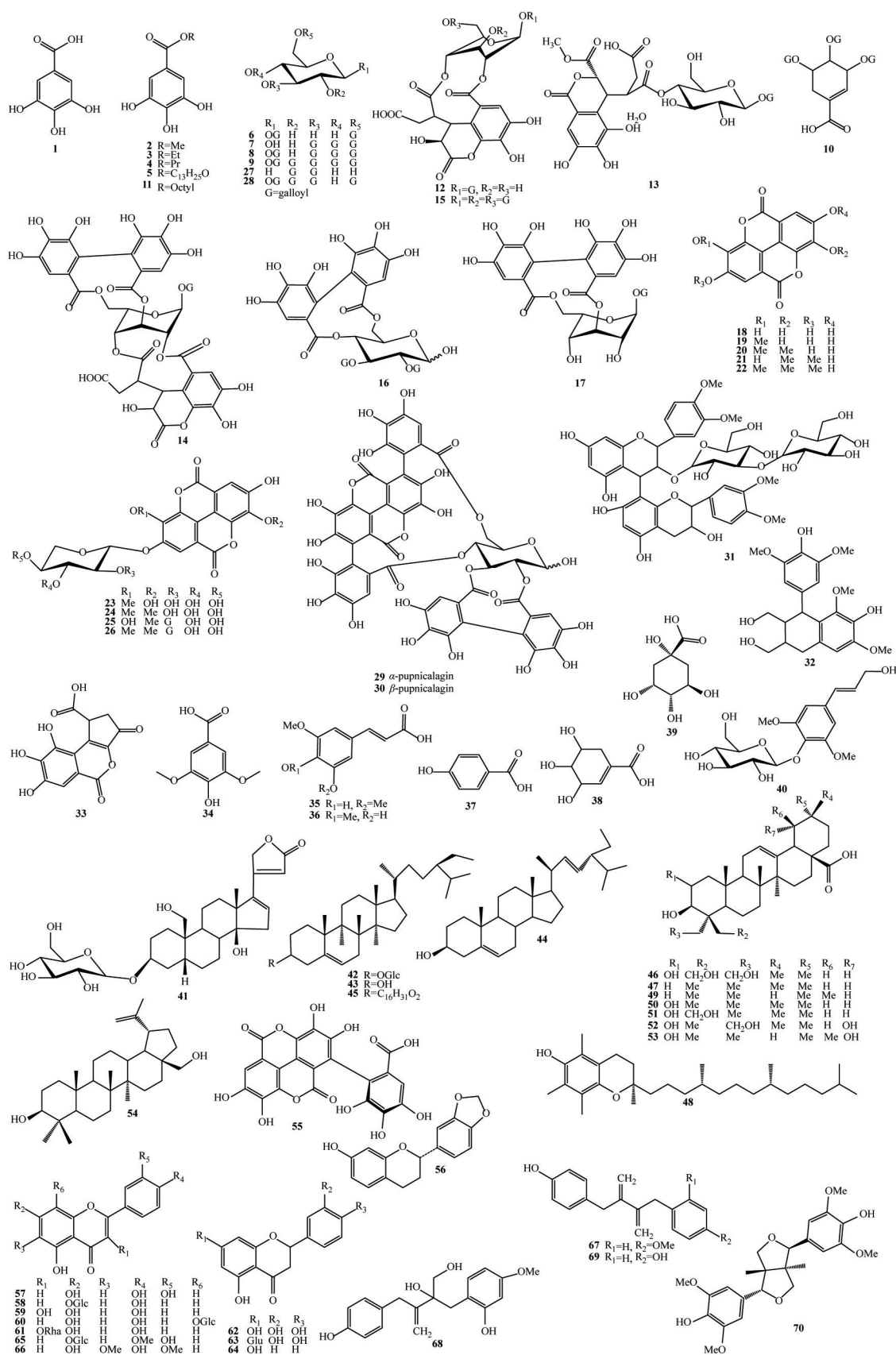
3.1 安全性

通过噻唑蓝 (MTT) 法测定毛诃子 70% 丙酮提取物对小鼠单核巨噬细胞白血病细胞 RAW264.7 存活率的影响, 结果表明, 细胞存活率随毛诃子质量浓度 (6.25、12.50、25.00、50.00、100.00 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$) 的增大而降低, 在 100 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 质量浓度下细胞存活率为 84.48% [26]。毛诃子乙醇提取物对非洲绿猴肾细胞 Vero、大鼠成肌细胞 L-6 和小鼠胚胎成纤维细胞 3T3 无细胞毒性, 其半数抑制浓度 (LC_{50}) > 1000 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ [27]。给予雌性白化病大鼠冷冻干燥的

毛诃子 70% 丙酮提取物最高剂量 ($2000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), 研究期间未出现死亡或不良反应, 机体的生化指标均在正常范围内, 表明毛诃子提取物对实验动物具有较好的安全性 [28]。

3.2 抗氧化作用

抗氧化剂在保护人体免受自由基或活性氧 (ROS) 伤害方面发挥着重要作用, 其主要通过 4 种途径防止氧化损伤: 打破自由基链式反应、清除自由基引发剂、降低 ROS 浓度和螯合体内外催化产生自由基的过渡金属。毛诃子提取物可以通过这 4 种机制发挥抗氧化活性 [29-33]。研究表明, 其抗氧化活性与还原能力有关, 可通过提供氢原子破坏自由基链式反应 [34]。毛诃子 70% 丙酮提取物具有良好的供电子和供氢能力, 可以通过终止自由基链式反应将自由基转化为稳定的产物, 并清除自由基引发剂 [35-36]。毛诃子水提取物与甲醇提取物都具有自由基清除活性, 毛诃子 70% 甲醇提取物比水提取物更有效, 在相同质量浓度 ($200 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$) 下两者自由基清除率分别为 68.34% 和 53.82% [37]。将毛诃子乙醇提取物分极性萃取得到 4 种萃取部位, 并与水提取物进行



注: OGlc. -O-β-D-葡萄糖; ORha. -O-α-鼠李糖。

图1 毛诃子中主要化合物的结构式

比较,发现清除自由基的能力强弱为乙酸乙酯萃取部位>乙醇提取物>正丁醇萃取部位>三氯甲烷萃取部位>水提取物^[38]。

3.3 保肝作用

持续氧化应激可能导致肝、肾损伤,故降低氧化应激反应可以有效减缓疾病的发展进程^[39-41]。毛诃子提取物对各种因氧化应激造成的慢性肝脏损伤有显著疗效^[21,42-46]。研究表明毛诃子70%丙酮提取物、水提取物、乙酸乙酯提取物等可以改善CCl₄诱导的小鼠中毒性肝损伤,改善肝脏氧化/亚硝化应激,抑制炎症和纤维化前反应^[21,42-44]。有学者证实毛诃子乙酸乙酯提取物抗肝损伤效果强于水提取物^[21]。乙酸乙酯提取物与鞣花酸共同作用改善肝损伤效果更加显著^[47]。毛诃子乙酸乙酯和水提取物还可以改善双氯芬酸、甲氨蝶呤等药物引起的肝、肾损伤,发挥其保护肝脏、肾脏的作用^[33,46]。

3.4 抗炎作用

毛诃子乙醇提取物对环氧合酶(COX)和脂氧合酶(LOX)的抑制活性随提取物质量浓度(90%、70%、50%)的降低而降低,毛诃子90%乙醇提取物对COX-2的抑制活性大于同质量浓度下的萘普生,但对LOX-2的抑制活性小于萘普生^[48-49]。此外,毛诃子70%丙酮提取物还对脂多糖(LPS)刺激的RAW264.7细胞有抗炎作用,可以抑制诱导型一氧化氮合酶(iNOS)活性,降低一氧化氮(NO)水平^[50]。另有研究表明,毛诃子70%丙酮提取物还可以降低LPS刺激的RAW264.7细胞中COX-2、核转录因子- κ B(NF- κ B)、白细胞介素-6(IL-6)、肿瘤坏死因子- α (TNF- α)等因子的水平^[51-52]。毛诃子提取物中的成分没食子酸和鞣花酸被证明可以通过下调丝裂原活化蛋白激酶(MAPK)/NF- κ B信号通路抑制炎症因子的表达^[26,33]。炎症途径参与了早期动脉粥样硬化的形成、病变及血栓的形成^[53],毛诃子水提取物可以抑制人单核细胞白血病细胞THP-1中基质金属蛋白酶9(MMP9)的分泌和细胞内ROS的产生,同时抑制LOX-1的过表达和人氧化低密度脂蛋白(oxLDL)的生成,因此毛诃子水提取物的抗炎活性也有助于减缓早期动脉粥样硬化的发展进程^[51,54]。研究证实,毛诃子水提取物通过抑制炎症介质的产生对苯丙酸乙酯诱导的大鼠耳肿胀和角叉菜胶诱导的大鼠后足肿胀表现出显著的抗炎作用,

150 mg·kg⁻¹的毛诃子水提取物可以使大鼠后足的水肿体积减小40%^[55]。

3.5 心脏保护作用

毛诃子70%甲醇提取物有支气管扩张和血管舒张作用,其钙离子拮抗作用与维拉帕米相似^[56-57]。钙离子大量内流会延长动作电位平台期,从而引起心脏抑制,毛诃子70%甲醇提取物可以减少钙离子内流,使心脏输出量减少,同时舒张血管,降低血管阻力,表现出心脏保护作用,同时通过抗胆碱能和钙离子阻滞的双抑制模式治疗高血压^[58]。另外,毛诃子甲醇提取物可以使心肌肌酸激酶同工酶(CK-MB)活性和丙二醛(MDA)含量明显降低,还原型谷胱甘肽(GSH)含量明显升高,对阿霉素(DOX)和异丙肾上腺素(ISO)诱导的白化病大鼠心脏有显著的保护作用^[59]。

3.6 降血糖作用

毛诃子乙醇提取物可以促进机体分泌胰岛素进而发挥降血糖作用,同时抑制淀粉的消化和蛋白质糖基化^[60-62],对1型、2型糖尿病都有治疗效果^[23,63-64]。毛诃子乙酸乙酯提取物和水提取物表现出较好的 α -淀粉酶抑制活性,可以减缓餐后机体血糖升高。而且,在毛诃子乙酸乙酯提取物中分离得到的没食子酸辛酯可显著改善糖尿病大鼠血浆中胰岛素偏低的情况,升高C肽(C-peptide)和蛋白质的水平,使体内肝糖原和肌糖原储存增加。除此之外,毛诃子乙酸乙酯提取物还可以显著降低高血糖大鼠体内葡萄糖、肌酐、总胆固醇、低密度脂蛋白、三酰甘油、尿素和尿酸等物质的水平^[17,65]。

3.7 抑菌作用

毛诃子水、乙醇、甲醇提取物对金黄色葡萄球菌 *Staphylococcus aureus*、表皮葡萄球菌 *S. epidermidis*、铜绿假单胞菌 *Pseudomonas aeruginosa*、大肠埃希氏菌 *Escherichia coli*、肺炎克雷伯菌 *Klebsiella pneumoniae* 等耐药菌株的生长有抑制作用^[38,66-69]。研究发现,毛诃子甲醇提取物对金黄色葡萄球菌、表皮葡萄球菌和大肠埃希氏菌的最低抑菌质量浓度(MIC)均为200 μ g·mL⁻¹^[37]。但也有研究得出不同的结论,发现毛诃子甲醇提取物对金黄色葡萄球菌的MIC为50 μ g·mL⁻¹^[70-71]。毛诃子提取物的提取溶剂不同,抑菌活性也不同,如对铜绿假单胞菌的抑制程度,毛诃子乙酸乙酯提取物>乙醇提取物>水提取物^[72]。

毛诃子95%乙醇提取物还可以通过干扰细胞膜的完整性和结构成分的合成抑制口腔变形链球菌的生长,减少生物膜和牙菌斑的形成,这种抑制作用可能与提取物中的黄酮类成分有关^[73-74]。

3.8 抗肿瘤作用

毛诃子提取物主要通过抑制肿瘤细胞增殖、诱导肿瘤细胞凋亡和促进肿瘤细胞周期阻滞来发挥抗肿瘤作用^[75-76]。通过比较毛诃子不同极性萃取部位对人结肠直肠癌细胞 Colo-205、人乳腺癌细胞 MCF-7 等 10 种癌细胞增殖的影响,发现毛诃子的乙酸乙酯部位对人乳腺癌细胞的抑制作用最为明显,其次是水提取部位^[23,77]。有研究发现,毛诃子水提取物中的没食子酸对喉癌细胞 Hep2、舌鳞状癌细胞 Cal33 和咽鳞状癌细胞 FaDu 均表现出有效的抑制作用^[76]。另外,毛诃子甲醇提取物及其中的没食子酸辛酯、没食子酸也可以降低乳腺癌细胞 MCF-7 和 MDA-MB-231 的存活率,但对正常乳腺细胞 MCF-10A 没有毒性作用^[78]。毛诃子提取物的鞣质组分用于小鼠肝癌细胞 H22 异种移植瘤中,能够促使凋亡蛋白 B 淋巴细胞瘤-2 (Bcl-2) 相关 X 蛋白 (Bax) 和半胱氨酸天冬氨酸蛋白酶-3 (Caspase-3) 的表达水平升高,而使抗凋亡蛋白 Bcl-2 的表达水平降低,显著促进了 H22 细胞的凋亡^[79]。

3.9 抗神经及精神疾病作用

毛诃子水提取物 ($200\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) 与 95% 乙醇提取物 ($100\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) 可以恢复利血平 ($2\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) 所致的小鼠抑郁,其效果与氟西汀 ($15\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) 和丙米嗪 ($20\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) 相似,这可能是因为毛诃子提取物能提高小鼠大脑中单胺类物质(去甲肾上腺素、多巴胺和 5-羟色胺等)的水平,这种抗抑郁作用与毛诃子提取物中的没食子酸有关^[80-81]。用氯胺酮诱导小鼠使其多巴胺水平升高,喂食毛诃子干果粉末后能够阻断小鼠多巴胺 D2 受体,降低其脑内的多巴胺水平,有效治疗精神分裂症^[82]。毛诃子甲醇提取物可以通过降低氧化应激标志物的水平显著减轻氟哌啶醇所致的大鼠昏厥症状,保护大鼠大脑免受氧化应激的影响,从而发挥抗帕金森病的作用^[83]。

3.10 其他作用

有研究通过体外凝血酶原时间 (PT) 和活化部分凝血活酶时间 (APTT) 实验评价 15 种植物的抗凝血活性,发现毛诃子 80% 乙醇提取物有显著的抗

凝血活性^[84]。毛诃子乙醇提取物中分离的三萜类物质可以与胆囊收缩素 (CCK) 受体结合,从而有效阻断胆囊收缩素释放肽和 CCK 受体结合,缓解疼痛^[85]。毛诃子 95% 乙醇提取物可以显著抑制转染了乙肝病毒基因组的 HepG2.2.15 细胞抗原分泌,显示出很好的抗乙肝病毒活性^[86]。另外,毛诃子还可以防止泌尿系统形成结石,对于已经形成的结石有一定的分解作用^[87]。

4 结语

毛诃子是一种重要的药用植物,广泛应用于各种传统医药体系中,特别是藏族药体系。本文仅综述了毛诃子果实的化学成分,对于研究较少的毛诃子叶子、树皮及种子的化学成分未进行总结,有待进一步研究。毛诃子果实中含量较高的化合物(没食子酸、鞣花酸、柯里拉京、诃子酸、诃子鞣酸等)的提取、分离纯化工艺研究较多,而含量较低成分的分纯化工作关注度较低,且近年来从毛诃子中分离纯化鉴定出的新化合物较少。目前关于毛诃子化学成分的研究多使用液质联用的方法进行推测,种类多达上百种,但这些推测的成分是否确切存在于毛诃子中还有待进一步确定。

目前,毛诃子药理作用的研究已取得了一定的进展,如毛诃子提取物的抗氧化、抗炎、抑菌活性研究较为深入,大多数研究认为这些药理活性归因于提取物中的鞣质类化合物。目前使用大孔树脂可得到鞣质类及黄酮类化合物的富集物,进而研究其药理活性;而针对毛诃子提取物中甾体、萜类及木脂素类化合物的合适的富集方法还有待探究。本文仅总结了毛诃子提取物的药理作用,并未对其所含单体化合物的药理作用进行综述。目前毛诃子所含单体化合物的药理作用的研究主要以没食子酸、鞣花酸、柯里拉京等为主,这些成分广泛存在于其他科的植物中,如桃金娘科、石榴科等,非毛诃子特有。针对毛诃子特征化合物(诃子酸、诃子宁、诃子鞣酸等)药理活性的深入研究将更有助于其药效物质基础的阐明及药材资源的开发利用。

参考文献

- [1] 李玲,孙明玉,周涛,等. 中国天然药物资源的研究现状与发展趋势[J]. 中国中医药现代远程教育, 2017, 15 (15):49-52.
- [2] 庞声航. 21 世纪民族医药发展展望[J]. 中国卫生事业

- 管理, 2002, 19(4): 197-199.
- [3] 陈仁寿. 中国少数民族药物的研究现状和前景[J]. 南京中医药大学学报(社会科学版), 2006, 7(2): 92-95.
- [4] PETERSON C T, DENNISTON K, CHOPRA D. Therapeutic uses of triphala in ayurvedic medicine[J]. J Altern Compl Med, 2017, 23(8): 607-614.
- [5] 杨崇仁. 中古时期我国传统植物药与印度的交流[J]. 亚太传统医药, 2018, 14(1): 1-9.
- [6] 杨继家. 藏药毛诃子研究进展[C]//中国民族医药学会. 全国藏医药学术研讨会论文集. 成都: 中国民族医药学会, 2011: 487-490.
- [7] 李时珍. 本草纲目[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2011: 942.
- [8] 杨永康, 格桑索朗, 吴家坤. 诃子、毛诃子和余甘子的植物分类研究和药学特性综述[J]. 中国医学生物技术应用, 2004(1): 14-28.
- [9] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 一部[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020.
- [10] 程莉君. 三勒浆的溯源[J]. 中国野生植物资源, 2005, 24(3): 15-16.
- [11] 国家食品药品监督管理局. 中华人民共和国卫生部药品标准藏药(第一册): WS3-BC-0223-95[S]. 北京: 人民卫生出版社, 1995: 226.
- [12] 宇妥·宁玛元丹贡布. 四部医典[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1987.
- [13] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草·蒙药卷[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2004: 127.
- [14] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草·维吾尔药卷[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2005: 99.
- [15] PFUNDSTEIN B, DESOUKY S K, HULL W E, et al. Polyphenolic 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.
- [16] 李师. 藏药毛诃子化学成分及体外抗癌活性的研究[D]. 北京: 北京中医药大学, 2018.
- [17] LATHA R C R, DAISY P. Therapeutic potential of octyl gallate isolated from fruits of *Terminalia bellerica* in streptozotocin-induced diabetic rats [J]. Pharm Biol, 2013, 51(6): 798-805.
- [18] NAMPOOTHIRI S, BINIL RAJ S, RANJITH A, et al. Isolation and densitometric HPTLC method for quantification of belleric acid in the fruit pericarp of *Terminalia bellerica* and its formulations [J]. J Planar Chromatogr, 2011, 24(1): 77-81.
- [19] YADAVA R N, RATHORE K. A new cardenolide from the seeds of *Terminalia bellerica* [J]. Fitoterapia, 2001, 72(3): 310-312.
- [20] YANG M H, VASQUEZ Y, ALI Z, et al. Constituents from *Terminalia* species increase PPAR α and PPAR γ levels and stimulate glucose uptake without enhancing adipocyte differentiation [J]. J Ethnopharmacol, 2013, 149(2): 490-498.
- [21] RASHED K, POTOČNJAK I, GIACOMETTI J, et al. *Terminalia bellerica* aerial parts ethyl acetate extract exhibits antioxidant, anti-inflammatory and antifibrotic activity in carbon tetrachloride-intoxicated mice [J]. J Funct Foods, 2014, 8: 319-330.
- [22] VALSARAJ R, PUSHANGADAN P, SMITT U W, et al. New anti-HIV-1, antimalarial, and antifungal compounds from *Terminalia bellerica* [J]. J Nat Prod, 1997, 60(7): 739-742.
- [23] DHANANI T, SHAH S, KUMAR S. A validated high-performance liquid chromatography method for determination of tannin-related marker constituents gallic acid, corilagin, chebulagic acid, ellagic acid and chebulinic acid in four *Terminalia* species from India [J]. J Chromatogr Sci, 2015, 53(4): 625-632.
- [24] VAZIRIAN M, KHANAVI M, AMANZADEH Y, et al. Quantification of gallic acid in fruits of three medicinal plants [J]. Iran J Pharm Res, 2011, 10(2): 233-236.
- [25] BAJPAI M, PANDE A, TEWARI S K, et al. Phenolic contents and antioxidant activity of some food and medicinal plants [J]. Int J Food Sci Nutr, 2005, 56(4): 287-291.
- [26] JAYESH K, KARISHMAR, VYSAKHA, et al. *Terminalia bellerica* (Gaertn.) Roxb fruit exerts anti-inflammatory effect via regulating arachidonic acid pathway and pro-inflammatory cytokines in lipopolysaccharide-induced RAW264. 7 macrophages [J]. Inflammopharmacology, 2020, 28(1): 265-274.
- [27] DAS M, DEVI G. *In vitro* cytotoxicity and glucose uptake activity of fruits of *Terminalia bellerica* in Vero, L-6 and 3T3 cell lines [J]. J App Pharm Sci, 2015, 5 (12): 92-95.
- [28] JAYESH K, HELEN L R, VYSAKH A, et al. *In vivo* toxicity evaluation of aqueous acetone extract of *Terminalia bellerica* (Gaertn.) Roxb. fruit [J]. Regul Toxicol Pharmacol, 2017, 86: 349-355.
- [29] SURVESWARAN S, CAI Y Z, CORKE H, et al. Systematic evaluation of natural phenolic antioxidants from 133 Indian medicinal plants [J]. Food Chem, 2007,

- 102(3):938-953.
- [30] SALEEM A, AHOTUPA M, PIHLAJA K. Total phenolics concentration and antioxidant potential of extracts of medicinal plants of Pakistan [J]. Z Naturforsch C J Biosci, 2001, 56(11/12):973-978.
- [31] AQIL F, AHMAD I, MEHMOOD Z. Antioxidant and free radical scavenging properties of twelve traditionally used Indian medicinal plants [J]. Turkish J Biol, 2006, 30:177-183.
- [32] CHEN Y X, ZHOU G, MA B X, et al. Active constituent in the ethyl acetate extract fraction of *Terminalia bellirica* fruit exhibits antioxidation, antifibrosis, and proapoptosis capabilities *in vitro* [J]. Oxid Med Cell Longev, 2019, 2019:5176090.
- [33] GUPTA A, KUMAR R, GANGULY R, et al. Antioxidant, anti-inflammatory and hepatoprotective activities of *Terminalia bellirica* and its bioactive component ellagic acid against diclofenac induced oxidative stress and hepatotoxicity [J]. Toxicol Rep, 2021, 8:44-52.
- [34] GORDON M H. The mechanism of antioxidant action *in vitro* [M]. Dordrecht:Springer Netherlands, 1990:1-18.
- [35] ELIZABETH L, BUPESH G, SUSSHMITHA R. *In vitro* antioxidant efficacy of *Terminalia bellirica* seed extract against free radicals [J]. Inter J Pharm Sci Res, 2017, 10(1):20-25.
- [36] GULERIA S, TIKU A K, RANA S. Antioxidant activity of acetone extract/fractions of *Terminalia bellerica* Roxb. fruit [J]. Indian J Biochem Biophys, 2010, 47(2):110-116.
- [37] RASNA G, RAM L S, ANKIT G. Antioxidant, DNA protective and antibacterial activities of *Terminalia bellerica* extracts [J]. J Med Plants Res, 2019, 13(18):431-442.
- [38] CHANDEL S R, KUMAR V, GULERIA S, et al. Sequential fractionation by organic solvents enhances the antioxidant and antibacterial activity of ethanolic extracts of fruits and leaves of *Terminalia bellerica* from north western Himalayas, India [J]. Pharmacogn J, 2019, 11(1):94-101.
- [39] NAMPOOTHIRI S V, BINIL RAJ S S, PRATHAPAN A, et al. *In vitro* antioxidant activities of the methanol extract and its different solvent fractions obtained from the fruit pericarp of *Terminalia bellerica* [J]. Nat Prod Res, 2011, 25(3):277-287.
- [40] 杨涛, 史超, 艾尼娃尔·艾克木, 等. 毛诃子提取物对高原肺动脉高压大鼠心脏的保护作用 [J]. 新疆医科大学学报, 2019, 42(8):1058-1062.
- [41] LOBO V C, PHATAK A, CHANDRA N. Antioxidant availability of beheda [*Terminalia bellerica* (Gaertn.)] in relation to its medicinal uses [J]. Pharmacogn J, 2010, 2(10):338-344.
- [42] KURIAKOSE J, LAL RAISA H, VYSAKH A, et al. *Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb. fruit mitigates CCl₄ induced oxidative stress and hepatotoxicity in rats [J]. Biomedecine Pharmacother, 2017, 93:327-333.
- [43] 包艳芳, 马晓艳, 郑丽芳, 等. 毛诃子提取物对小鼠肝损伤的保护作用 [J]. 时珍国医国药, 2016, 27(2):342-345.
- [44] JAYESH K, HELEN L R, VYSAKH A, et al. Protective role of *Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb fruits against CCl₄ induced oxidative stress and liver injury in rodent model [J]. Indian J Clin Biochem, 2019, 34(2):155-163.
- [45] CHEN Y X, TONG J, GE L L, et al. Ethyl acetate fraction of *Terminalia bellirica* fruit inhibits rat hepatic stellate cell proliferation and induces apoptosis [J]. Ind Crops Prod, 2015, 76:364-373.
- [46] SINGH S, CHAUHAN P, SHARMA H, et al. Attenuation of methotrexate-induced hepatorenal damage by *Terminalia bellerica* fruit extract in experimental rats [J]. Phcog Res, 2018, 10(3):301.
- [47] GUPTA A, PANDEY A K. Aceclofenac-induced hepatotoxicity: An ameliorative effect of *Terminalia bellirica* fruit and ellagic acid [J]. World J Hepatol, 2020, 12(11):949-964.
- [48] REDDY T C, APAROY P, BABU N K, et al. Kinetics and docking studies of a COX-2 inhibitor isolated from *Terminalia bellerica* fruits [J]. Protein Pept Lett, 2010, 17(10):1251-1257.
- [49] MONY R S, BASKARAN S K, PERUMALSAMY M, et al. Effect of hydro alcoholic extracts of *Boswellia serrata* and *Terminalia bellerica* against cyclo-oxygenase and lipoxygenase enzymes- an *in vitro* approach [J]. Phyto, 2017, 9(8):1067-1073.
- [50] TANAKA M, KISHIMOTO Y, SASAKI M, et al. *Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb. extract and gallic acid attenuate LPS-induced inflammation and oxidative stress via MAPK/NF- κ B and Akt/AMPK/Nrf2 pathways [J]. Oxid Med Cell Longev, 2018, 2018:9364364.
- [51] TANAKA M, KISHIMOTO Y, SAITA E, et al. *Terminalia bellirica* extract inhibits low-density lipoprotein oxidation and macrophage inflammatory response *in vitro* [J]. Antioxidants (Basel), 2016,

- 5(2):20.
- [52] JAYESH K, HELEN L R, VYSAKH A, et al. Ethyl acetate fraction of *Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb. fruits inhibits proinflammatory mediators via down regulating nuclear factor- κ B in LPS stimulated Raw 264. 7 cells [J]. Biomedecine Pharmacother, 2017, 95: 1654-1660.
- [53] LIBBY P, RIDKER P M, MASERI A. Inflammation and atherosclerosis [J]. Circulation, 2002, 105 (9) : 1135-1143.
- [54] GALIS Z S, SUKHOVA G K, LARK M W, et al. Increased expression of matrix metalloproteinases and matrix degrading activity in vulnerable regions of human atherosclerotic plaques [J]. J Clin Invest, 1994, 94 (6) : 2493-2503.
- [55] TAKUATHUNG M N, JAIJOY K, SOONTHORNCHAREONNON N, et al. Anti-inflammatory, antinociceptive, and antitumorigenesis activities of *Terminalia bellerica* (Gaertn.) Roxb. in animal models [J]. Nat Prod Commun, 2022, 17(4):1-13.
- [56] KHAN A U, GILANI A. Airways and cardiovascular inhibitory effects of *Olea Europea* and *Terminalia bellerica* aqueous fractions [J]. Farmacia, 2010, 58: 758-763.
- [57] GILANI A H, KHAN A U, ALI T, et al. Mechanisms underlying the antispasmodic and bronchodilatory properties of *Terminalia bellerica* fruit [J]. J Ethnopharmacol, 2008, 116(3):528-538.
- [58] KHAN A U, GILANI A H. Pharmacodynamic evaluation of *Terminalia bellerica* for its antihypertensive effect [J]. J Food Drug Anal, 2020, 16(3):6-14.
- [59] CHAUDHARY R, SINGH R, VERMA R, et al. Investigation on protective effect of *Terminalia bellirica* (Roxb.) against drugs induced cardiotoxicity in wistar albino rats [J]. J Ethnopharmacol, 2020, 261: 113080.
- [60] MDR T, JANNAT B, MOSTAFA A, et al. An evaluation of diabetes ameliorating capacity of *Terminalia bellerica* ethanolic extract on alloxan-induced diabetic rat including safety profile study [J]. J Clin Mol Endocrinol, 2021, 6: 1-8.
- [61] KAR A, CHOUDHARY B K, BANDYOPADHYAY N G. Comparative evaluation of hypoglycaemic activity of some Indian medicinal plants in alloxan diabetic rats [J]. J Ethnopharmacol, 2003, 84(1):105-108.
- [62] KASABRI V, FLATT P R, ABDEL-WAHAB Y H A. *Terminalia bellirica* stimulates the secretion and action of insulin and inhibits starch digestion and protein glycation *in vitro* [J]. Br J Nutr, 2010, 103(2):212-217.
- [63] MAKIHARA H, KOIKE Y, OHTA M, et al. Gallic acid, the active ingredient of *Terminalia bellirica*, enhances adipocyte differentiation and adiponectin secretion [J]. Biol Pharm Bull, 2016, 39(7):1137-1143.
- [64] TUPE R S, SANKHE N M, SHAIKH S A, et al. Aqueous extract of some indigenous medicinal plants inhibits glycation at multiple stages and protects erythrocytes from oxidative damage-an *in vitro* study [J]. J Food Sci Technol, 2015, 52(4):1911-1923.
- [65] GUPTA A, KUMAR R, PANDEY A K, et al. Antioxidant and antidiabetic activities of *Terminalia bellirica* fruit in alloxan induced diabetic rats [J]. S Afr N J Bot, 2020, 130:308-315.
- [66] ELIZABETH K. Antimicrobial activity of *Terminalia bellerica* [J]. Indian J Clin Biochem, 2005, 20 (2) : 150-153.
- [67] KUMAR V, CHANDEL S R, GULERIA S, et al. Comparative analysis of phytochemicals, antimicrobial and antioxidant activity of different species of *Terminalia* from Himachal Pradesh, India [J]. Vegetos, 2021, 34(3): 528-539.
- [68] DHARMARATNE M P J, MANORAJA, THEVANESAM V, et al. *Terminalia bellirica* fruit extracts: *In-vitro* antibacterial activity against selected multidrug-resistant bacteria, radical scavenging activity and cytotoxicity study on BHK-21 cells [J]. BMC Complement Altern Med, 2018, 18(1):325.
- [69] GOWSALYA P, KARTHY E. Comparison of the antibacterial activities of *Illicium verum* (dried fruit extract) and *Terminalia bellerica* (seeds extract) against fish pathogens [J]. Inter J Pharm Biol Sci Arch, 2017, 5 (1):1-11.
- [70] SUMATHI P, PARVATHI A. Antimicrobial activity of some traditional medicinal plants [J]. J Med Plants Res, 2010, 4(4):316-321.
- [71] SABNIS S. Antimicrobial efficacy of *Terminalia bellerica* against virulence factors of respiratory pathogens [J]. Int J Curr Microbiol, 2014, 3 (5) : 215-221.
- [72] AGARWAL P, PAL K, PAL A, et al. Antimicrobial activity in *Aegle marmelos* and *Terminalia bellirica* in different extract [J]. Inter J Adv Life Sci, 2017, 10: 31-35.
- [73] YADAV S. Antibiofilm formation activity of *Terminalia bellerica* plant extract against clinical isolates of *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sobrinus*:

- Implication in oral hygiene [J]. Inter J Pharm Biol Archiv, 2012, 3(4): 816-821.
- [74] MAHTO R P, MUKHERJEE R, BISWAS S. *In vitro* antimicrobial efficacy of methanolic fruit extract of *Terminalia bellerica* against causative organism of Bovine Mastitis [J]. Inter J Adv Res, 2014, 2 (8) : 765-768.
- [75] PADHI P. *Terminalia bellerica* (baheda) inhibits protective autophagy and induces apoptosis in oral cancer cell lines [D]. Rourkela: National Institute of Technology, 2014.
- [76] PATRA S, PANDA P K, NAIK P P, et al. *Terminalia bellirica* extract induces anticancer activity through modulation of apoptosis and autophagy in oral squamous cell carcinoma [J]. Food Chem Toxicol, 2020, 136: 111073.
- [77] LI S, YE T, LIANG L, et al. Anti-cancer activity of an ethyl-acetate extract of the fruits of *Terminalia bellerica* (Gaertn.) Roxb. through an apoptotic signaling pathway *in vitro* [J]. J Tradit Chin Med Sci, 2018, 5(4): 370-379.
- [78] SALES M S, ROY A, ANTONY L, et al. Octyl gallate and Gallic acid isolated from *Terminalia bellarica* regulates normal cell cycle in human breast cancer cell lines [J]. Biomedecine Pharmacother, 2018, 103: 1577-1584.
- [79] CHANG Z H, JIAN P, ZHANG Q N, et al. Tannins in *Terminalia bellirica* inhibit hepatocellular carcinoma growth by regulating EGFR-signaling and tumor immunity [J]. Food Funct, 2021, 12(8): 3720-3739.
- [80] DHINGRAD, VALECHAR. Evaluation of antidepressant-like activity of aqueous and ethanolic extracts of *Terminalia bellirica* Roxb. fruits in mice [J]. Indian J Exp Biol, 2007, 45(7): 610-616.
- [81] YADAVALLI C, GARLAPATI P K, RAGHAVAN A K. Gallic acid from *Terminalia bellirica* fruit exerts antidepressant-like activity [J]. Revista Brasileira De Farmacognosia, 2020, 30(3): 357-366.
- [82] KADIAN R, PARLE M. Evaluation of *Terminalia bellerica* for its antipsychotic potential [J]. Int J Pharm Sci Rev Res, 2015, 30(1): 247-252.
- [83] BADONI H, SHARMA P, PAL M K, et al. Anti-Parkinson's activity of emblica officinalis and *Terminalia bellirica* [J]. J Crit Reviews, 2020, 17 (7) 2994-2304.
- [84] ALIKHANI POUR M, SARDARI S, ESLAMIFAR A, et al. Cheminformatics-based anticoagulant study of traditionally used medicinal plants [J]. Iran Biomed J, 2017, 21(6): 400-405.
- [85] KAUR S, JAGGI R K. Antinociceptive activity of chronic administration of different extracts of *Terminalia bellerica* Roxb. and *Terminalia chebula* Retz. fruits [J]. Indian J Exp Biol, 2010, 48(9): 925-930.
- [86] 秦向菁. 抗乙型肝炎病毒藏药及活性部位的研究 [D]. 北京: 中国人民解放军军事医学科学院, 2004.
- [87] NEHA U, KANT T S, ANANT S, et al. Antiuro lithiatic effect of *Terminalia bellirica* Roxb. fruits on ethylene glycol induced renal calculi in rats [J]. Indo Am J Pharm Res, 2015, 5(5): 2031-2040.

(收稿日期: 2022-04-13 编辑: 田苗)