

山苦瓜化学成分及药理作用的研究进展

张岩岩¹, 靳子旋¹, 冯思琪¹, 胡国涛¹, 徐 静^{1*}, 赵余庆^{2*}

1. 沈阳药科大学 功能食品与葡萄酒学院, 辽宁 沈阳 110016

2. 延边大学 长白山天然药物研究教育部重点实验室, 吉林 延吉 133002

摘要: 山苦瓜 *Momordica charantia* var. *abbreviata* 是苦瓜的野生变种, 属于药食同源物质, 具有重要的食用与保健功能, 常被用作保健食品和民间医药。现代药理学表明, 山苦瓜的活性成分和药理作用比苦瓜显著, 主要化学成分包括皂苷类、酚类、脂肪酸和丰富的微量元素与矿物质, 具有抗糖尿病、抗炎、抗菌、抗癌和抗氧化等多种药理作用。全面概述山苦瓜的化学成分和药理作用, 为山苦瓜的开发利用提供理论基础, 以期获得更好的实用价值。

关键词: 山苦瓜; 苦瓜; 皂苷类; 酚类; 脂肪酸; 抗糖尿病; 抗炎; 抗菌; 抗癌; 抗氧化

中图分类号: R286 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2024)03-1034-12

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2024.03.033

Research progress on chemical composition and pharmacological effects of *Momordica charantia* var. *abbreviata*

ZHANG Yanyan¹, JIN Zixuan¹, FENG Siqi¹, HU Guotao¹, XU Jing¹, ZHAO Yuqing²

1. Shenyang Pharmaceutical University, School of Functional Food and Wine, Shenyang 110016, China

2. Key Laboratory of Natural Medicines of Changbai Mountain, Ministry of Education, Yanbian University, School of Pharmacy, Yanji 133002, China

Abstract: Shankugua (*Momordica charantia* L. var. *abbreviata* Ser.) is a wild variety of Kugua (*Momordica charantia* L.), which belongs to the homologous substance of medicine and food. It has important edible and health care functions and is often used as health food and folk medicine. Modern pharmacology shows that the active ingredients and pharmacological effects of *M. charantia* var. *abbreviata* are more significant than those of *M. charantia*. The main chemical components include saponins, phenols, fatty acids and abundant trace elements and minerals. It has many pharmacological effects such as anti-diabetes, anti-inflammatory, antibacterial, anti-cancer and anti-oxidation. The purpose of this paper is to comprehensively summarize the chemical constituents and pharmacological effects of *M. charantia* var. *abbreviata*, and to provide a theoretical basis for the development and utilization of *M. charantia* var. *abbreviata*, in order to obtain better practical value.

Key words: *Momordica charantia* L. var. *abbreviata* Ser.; *Momordica charantia* L.; saponins; phenols; fatty acids; anti-diabetes; anti-inflammatory; antibacterial; anti-cancer; antioxidation

苦瓜 *Momordica charantia* L. 是葫芦科苦瓜属植物, 在我国大部分地区广泛种植, 是一种传统的药食同源植物, 含有丰富的营养元素和良好的药用价值^[1]。苦瓜素有“药用蔬菜”的称号, 入药历史十分悠久, 曾在《本草纲目》中记载“苦瓜, 苦寒无毒, 降邪热, 解劳乏, 清心明目, 益气壮阳。”目前, 已从苦瓜中分离出大量的活性成分, 如多糖、皂苷、多肽、黄酮、酚类

和生物碱等, 具有降血糖、抗氧化、抗肿瘤、抗炎、抑菌和免疫保护等显著的药理作用^[2-7]。山苦瓜 *Momordica charantia* L. var. *abbreviata* Ser. 是苦瓜的一个野生变种, 别名野生苦瓜, 与苦瓜有相似的化学成分和药理作用, 常被用作保健食品和民间医药^[8]。与苦瓜的研究相比, 有关山苦瓜的研究较少, 且尚未有关其化学成分和药理作用的文献综述, 但现有研究已

收稿日期: 2023-06-06

基金项目: 辽宁省教育厅科学研究项目 (LJKZ0938)

作者简介: 张岩岩 (1999—), 女, 硕士研究生, 研究方向为食品科学与工程。E-mail: yyx1051800@163.com

*通信作者: 赵余庆 (1957—), 男, 教授, 从事药食同源品功效物质发现与功效评价研究。E-mail: zyx4885@126.com

徐 静 (1987—), 女, 硕士生导师, 从事功能食品的物质基础及作用机制研究。E-mail: xj19873251@163.com

证实山苦瓜的活性成分含量较为丰富，且同样具有较强的降血糖和抗氧化等药理活性^[9]。本文在山苦瓜现有研究的基础上，对其化学成分和药理作用进行总结和归纳，为山苦瓜在功能性食品、保健品和临床药物等方面的研究提供科学基础，使其发挥出更大的药用价值。

1 山苦瓜的概述

山苦瓜是一种药食同源物质，在南方有凉瓜、锦荔枝、金铃子之称，北方称之为红姑娘、癞瓜等^[10]。原产地在非洲，后来引入到亚热带地区，在我国分布比较广泛，种植较多的地区有福建、广东、台湾和云南等省份^[11]。民间用于治疗肝炎、喉炎、风火牙痛；有滋补强壮和治疗毒蛇咬伤等作用，历代临床用来治疗痢疾、肠炎、中暑等症状，山苦瓜入药始见于明代的《救荒本草》，书中记载“治丹火毒气，疗恶疮结毒，或遍身已成芝麻疗疮疼难忍。泻六经实火、清暑、益气、止渴”，后在李时珍的《本草纲

目》中也有记载^[12-13]。

山苦瓜果实呈纺锤形，表面带有疣状突起和软刺，两端呈尖嘴状，未成熟的果实为浓绿色，成熟的果实为橙黄色，果熟透后，常常会自然裂为 3 瓣，向外翻卷而露出深红色假种皮的种子^[14]。苦瓜果实呈长卵形，表面多瘤皱。苦瓜呈绿色时去籽食用，味道苦涩；山苦瓜未成熟时，味道呈酸味，成熟后味道比苦瓜稍甜，种皮可使用。成熟后，两者可被当作鲜果食用，具有生津止渴、恢复脾胃和消暑的作用^[15]。

2 山苦瓜的化学成分

2.1 皂苷类化合物

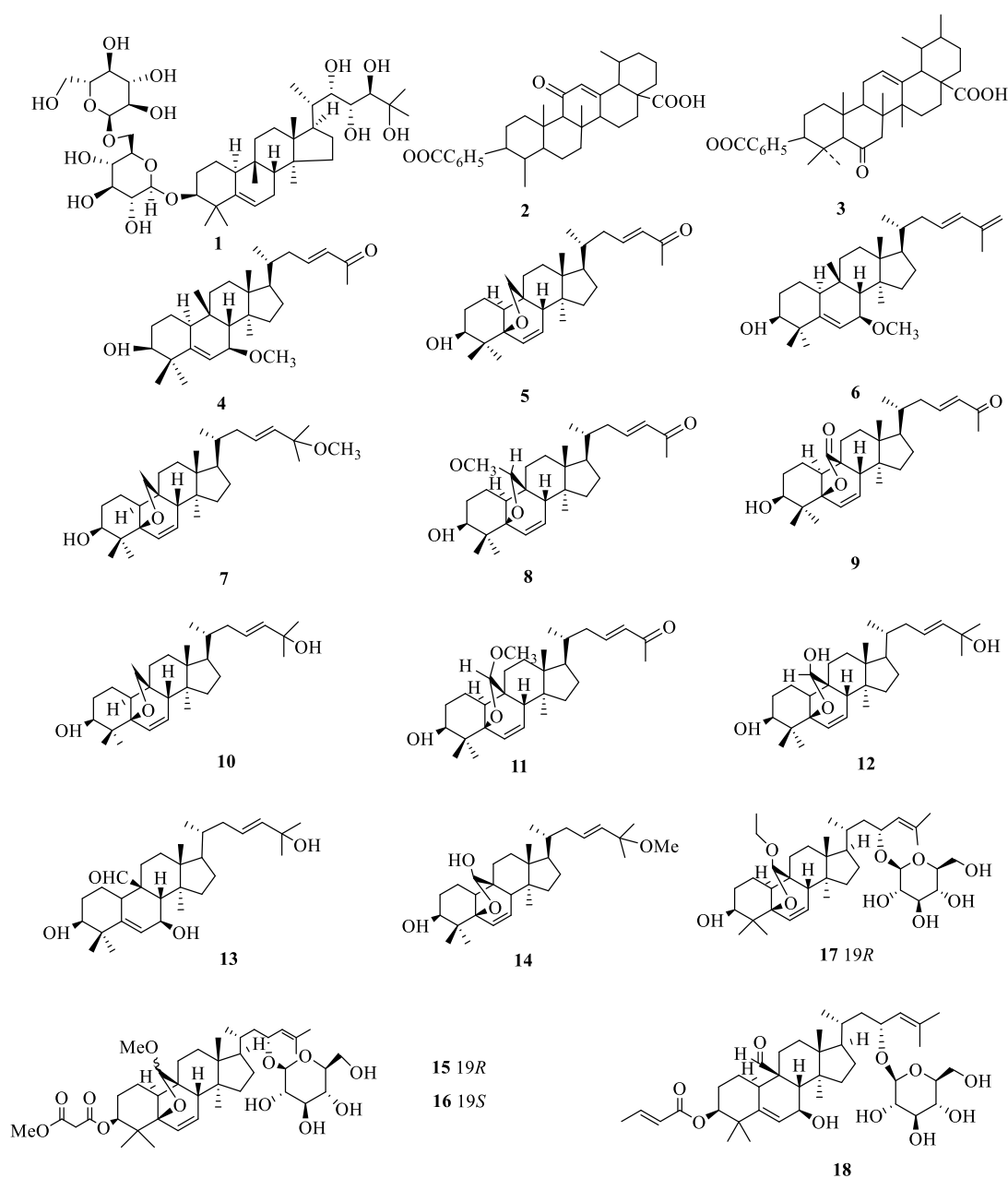
皂苷类化合物是山苦瓜的主要活性成分，存在于其茎、叶和果实中，可分为甾体皂苷和三萜皂苷。近年来从山苦瓜中主要分离出葫芦烷型、乌苏烷型和齐墩果酸型的三萜类成分^[16]。见表 1，结构图如图 1。

表 1 山苦瓜中萜类化合物
Table 1 Terpenoids in *M. charantia* var. *abbreviata*

分类 编号	化合物名称	化学式	提取部位	文献
三萜 1	葫芦烷-5-烯-3 β ,22,23,24,25-四羟基-3- β -D-吡喃葡萄糖(1-6)-D-吡喃葡萄糖苷	C ₄₂ H ₇₂ O ₁₅	果实	17
2	3-氧-苯甲酰-11-酮-乌苏酸	C ₃₇ H ₅₀ O ₅	根部	18
3	3-氧-苯甲酰-6-酮-乌苏酸	C ₃₇ H ₅₀ O ₅	根部	18
4	27-nor-3 β -hydroxy-7 β -methoxycucurbita-5,23(E)-dien-25-one	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	果实	19
5	27-nor-3 β -hydroxy-5 β ,19-epoxycucurbita-6,23(E)-dien-25-one	C ₂₉ H ₄₅ O ₃	果实	19
6	23(E)-7 β -methoxycucurbita-5,23,25-trien-3 β -ol	C ₃₁ H ₅₀ O ₂	果实	19
7	5 β ,19-epoxy-25-methoxycucurbita-6,23(E)-dien-3 β -ol	C ₃₁ H ₅₁ O ₃	果实	19
8	5 β ,19-epoxy-3 β -hydroxy-19(S)-methoxy-27-norcucurbita-6,23(E)-dien-25-one	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	果实	20
9	3 β -hydroxy-25-oxo-27-norcucurbita-6,23(E)-dien-5 β ,19-olide	C ₂₉ H ₄₂ O ₄	果实	20
10	5 β ,19-epoxycucurbita-6,23(E)-diene-3 β ,25-diol	C ₃₀ H ₄₉ O ₃	果实	20
11	5 β ,19-epoxy-3 β -hydroxy-19(R)-methoxy-27-norcucurbita-6,23(E)-dien-25-one	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	果实	21
12	5 β ,19-epoxycucurbita-6,23-diene-3 β ,19,25-triol	C ₃₀ H ₄₈ O ₄	茎叶	22
13	3 β ,7 β ,25-trihydroxycucurbita-5,23-dien-19-al	C ₃₀ H ₄₈ O ₄	茎叶	22
14	5 β ,19-epoxy-25-methoxy-cucurbita-6,23-diene-3 β ,19-diol	C ₃₁ H ₅₀ O ₄	果实	23
15	kaguaovins H	C ₄₁ H ₆₄ O ₁₂	藤条	24
16	kaguaovins I	C ₄₁ H ₆₄ O ₁₂	藤条	24
17	kaguaovins J	C ₃₈ H ₆₂ O ₉	藤条	24
18	kaguaovins K	C ₄₀ H ₆₂ O ₁₀	藤条	24
19	kaguaovins L	C ₃₈ H ₆₂ O ₁₀	藤条	24
20	kaguaovins M	C ₃₁ H ₅₀ O ₅	藤条	24
21	kaguaovins A	C ₃₅ H ₅₄ O ₇	藤条	25
22	kaguaovins B	C ₃₄ H ₅₂ O ₇	藤条	25
23	kaguaovins C	C ₃₅ H ₅₄ O ₇	藤条	25
24	kaguaovins D	C ₃₄ H ₅₂ O ₇	藤条	25
25	kaguaovins E	C ₃₄ H ₅₂ O ₅	藤条	25
26	kaguaovins F	C ₃₄ H ₅₂ O ₇	藤条	25
27	kaguaovins G	C ₃₄ H ₅₂ O ₇	藤条	25
28	(23E)-3 β -O-malonyl-7 β -hydroxy-25-methoxycucurbita-5,23-dien-19-al	C ₃₄ H ₅₂ O ₇	藤条	25

表 1 (续)

分类	编号	化合物名称	化学式	提取部位	文献
三萜	29	momordicine VII	C ₃₄ H ₅₂ O ₇	藤条	25
	30	(23 <i>E</i>)-3β- <i>O</i> -malonyl-7β,25-dihydroxycucurbitan-5,23-dien-19-al	C ₃₃ H ₅₀ O ₇	藤条	25
	31	momordicine VIII	C ₃₅ H ₅₄ O ₇	藤条	25
	32	(23 <i>E</i>)-3β-hydroxy-7β,25-dimethoxycucurbita-5,23-dien-19-al	C ₃₂ H ₅₂ O ₄	藤条	25
	33	3β-羟基-23-氧-齐墩果-12-烯-28-酸-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃葡萄糖醛酸苷	C ₃₆ H ₅₄ O ₁₀	根部	26
	34	3β-羟基-23-氧-齐墩果-12-烯-28-酸-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃葡萄糖苷	C ₃₆ H ₅₆ O ₉	根部	26
	35	3β,23-二羟基齐墩果-12-烯-28-酸-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃葡萄糖醛苷	C ₃₆ H ₅₈ O ₉	根部	26
甾体	36	α-菠甾醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃葡萄糖苷	C ₃₅ H ₅₈ O ₆	根部	26
	37	α-菠甾醇硬脂酸酯	C ₄₇ H ₈₂ O ₂	根部	26
	38	stigmasta-5,25-dien-3β-yl, β- <i>D</i> -glucopyranoside	C ₃₅ H ₅₈ O ₆	果实	27
	39	β-sitosteryl glucoside	C ₃₅ H ₆₀ O ₆	果实	27



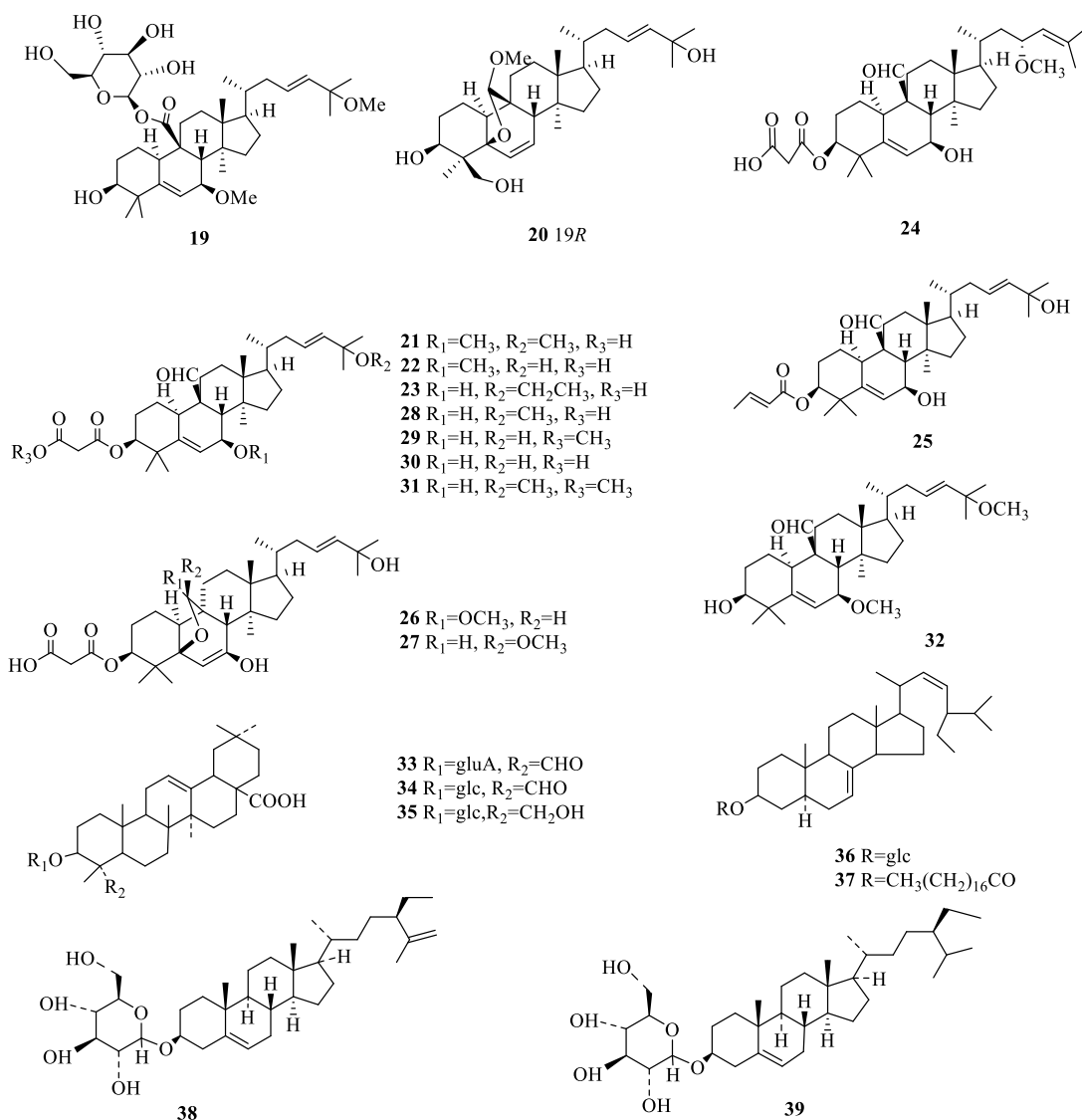


图 1 萜类化学结构

Fig. 1 Chemical structures of terpenoids

2.2 酚类化合物

山苦瓜中含有丰富的酚类，目前，Huang 等^[28]已成功分离出 10 种化合物，见表 2，结构见图 2。

2.3 脂肪酸

脂肪酸由碳、氢和氧 3 种元素组成的一类化合物，山苦瓜籽油中脂肪酸组成较为简单，见表 3，结构图见图 3。其主要是十八碳的脂肪酸，质量分数约 96.28%，其中不饱和脂肪酸约占 64.51%^[29]。

2.4 其他类

山苦瓜化学成分还包括 Fe、Ca、Mg 和 Zn 等矿物质^[30]；缬氨酸、组氨酸、天门冬氨酸和谷氨酸等 17 种氨基酸^[31-32]，以及丰富的微生素，例如维生素 C^[30]。

表 2 山苦瓜中酚类化合物

Table 2 Phenolic compounds in *M. charantia* var. *abbreviata*

编号	化合物名称	化学式	文献
40	没食子酸	$C_7H_6O_5$	28
41	绿原酸	$C_{16}H_{18}O_9$	28
42	咖啡酸	$C_9H_8O_4$	28
43	阿魏酸	$C_{10}H_{10}O_4$	28
44	肉桂酸	$C_9H_8O_2$	28
45	杨梅素	$C_{15}H_{10}O_8$	28
46	槲皮素	$C_{15}H_{10}O_7$	28
47	木犀草素	$C_{15}H_{10}O_6$	28
48	芹菜素	$C_{15}H_{10}O_5$	28
49	麝香草酚	$C_{10}H_{14}O$	28

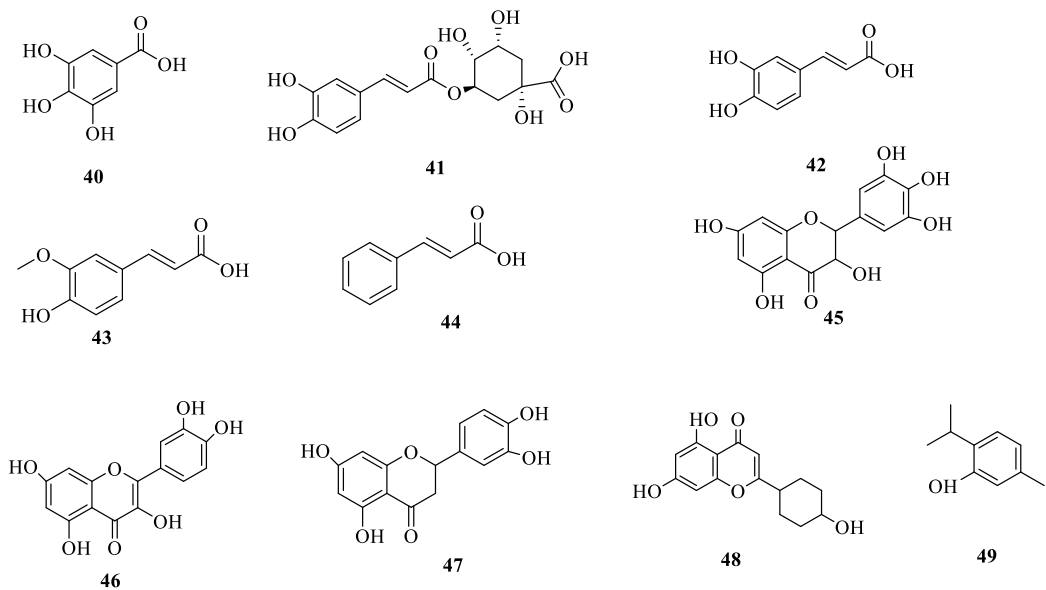


图 2 酚类化学结构

Fig. 2 Chemical structures of phenols

表 3 山苦瓜中脂肪酸成分

Table 3 Fatty acid in *M. charantia* var. *abbreviata*

编号	化合物名称	化学式	相对含量/%	文献
50	软脂酸	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	1.65	29
51	硬脂酸	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	31.78	29
52	油酸	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	5.52	29
53	亚油酸	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	3.86	29
54	共轭亚麻酸 (α-桐酸、β-桐酸和石榴酸)	C ₁₈ H ₃₀ O ₂	55.13	29

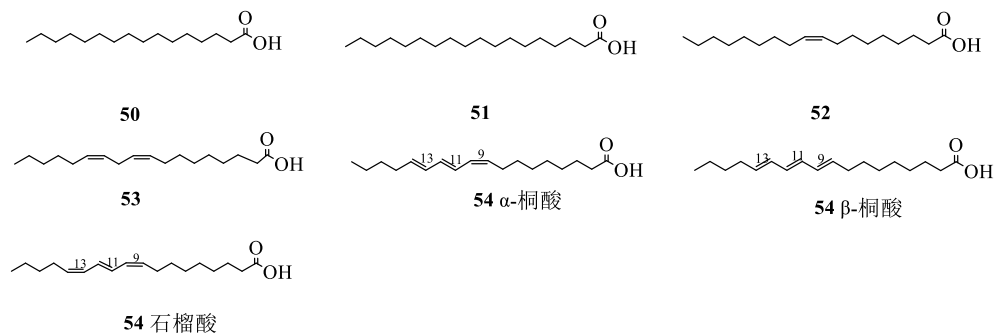


图 3 脂肪酸化学结构

Fig. 3 Chemical structures of fatty acids

综上所述,山苦瓜主要含有皂苷、酚类、脂肪酸和丰富的微量元素与矿物质,但目前对其化学成分的研究仍有待深入。随着提取分离、纯化和检测技术的进步,可以对山苦瓜各部分化学成分进行更精准的结构鉴定,为进一步研究其生物活性和药理

作用提供理论基础。

3.5 山苦瓜和苦瓜成分对比研究

山苦瓜作为苦瓜的变种,在营养成分^[32-34]、活性成分^[16,31,35-36]和氨基酸含量^[32,37]上略有不同,见表 4~6。除此之外,山苦瓜钙含量是普通栽培苦瓜

表 4 山苦瓜和苦瓜主要成分对比

Table 4 Comparison of main component content of *M. charantia* var. *abbreviata* and *M. charantia*

样品	质量分数/%						文献
	水分	灰分	粗蛋白	粗脂肪	多糖	粗纤维	
山苦瓜	92.28	0.48	1.42	0.93	1.55	0.78	32-34
苦瓜	93.50	1.92	1.93	0.89	1.71	0.82±0.24	32-34

表 5 山苦瓜和苦瓜活性成分对比

Table 5 Comparison of active ingredient content of *M. charantia* var. *abbreviata* and *M. charantia*

样品	质量分数/(mg·g ⁻¹)			总皂苷元提取率/%	文献
	总酚	总黄酮	总皂苷		
山苦瓜	139.35±3.77	13.96±0.89	6.04±0.32	3.45	16,31,35-36
苦瓜	7.68	4.12	5.02	2.54	16,31,35-36

表 6 山苦瓜和苦瓜氨基酸对比

Table 6 Comparison of amino acid content between *M. charantia* var. *abbreviata* and *M. charantia*

样品	质量分数/%												文献
	天门冬氨酸	谷氨酸	丝氨酸	组氨酸	甘氨酸	苏氨酸	精氨酸	丙氨酸	酪氨酸	缬氨酸	蛋氨酸	苯丙氨酸	
山苦瓜	9.63	12.51	5.39	2.97	5.16	3.98	20.13	4.44	3.87	4.63	0.56	4.50	32,37
苦瓜	1.45	1.22	0.57	1.18	0.44	0.69	0.03	0.68	1.39	0.48	0.60	0.56	32,37

的 5~7 倍，铁含量是普通栽培苦瓜的 9~36 倍^[38]，维生素 C 含量是苦瓜的 1.2 倍^[39]。从表中可以看出山苦瓜的活性成分含量大于苦瓜，这为山苦瓜进一步研究其药理作用提供了研究思路。

4 药理作用

药理研究发现，山苦瓜和苦瓜有相似的药理活性，例如降血糖、抗糖尿病、抗氧化、抗癌、抗炎和抗菌等。由于山苦瓜所含有的化学活性成分较为丰富，其药理作用效果可能较为显著，现已证明在降血糖和抗氧化等药理活性比苦瓜效果更好^[8]。但苦瓜中也存在某些药理作用尚未在山苦瓜中发现，包括抗生育、抗过敏、抗艾滋和镇痛等^[1,3,7]，这为山苦瓜的进一步的研究提供了方向。

山苦瓜的化学成分在体内外均产生至关重要的药理作用，通过对山苦瓜相关药理作用进行总结，为相关研究人员进一步研究其药理作用及作用机制提供研究思路，以期将药食同源作为食疗养生、预防疾病和临床药用等作用提供理论基础。

4.1 降血糖和抗糖尿病

现有研究已证实，从山苦瓜分离出的皂苷、多肽及其水提物具有降血糖活性^[40-43]。屈浩亮^[44]通过山苦瓜可溶性膳食纤维对四氧嘧啶型糖尿病模型鼠

进行研究，表明高剂量组 1.0 g/kg 给药后 3 h 可明显降低糖尿病小鼠空腹血糖值，减缓糖尿病小鼠的体重下降。其降血糖的机制可能通过减慢胃的排空速率；推迟食糜进入十二指肠，延缓营养物质的消化吸收并增加肠内容物粘度，降低其扩散速率；改变体内胰岛素的敏感性和内分泌调节作用。赵海雯^[45]通过山苦瓜皂苷对四氧嘧啶型糖尿病模型鼠进行研究，表明粗皂苷在低剂量 0.1 g/kg、中剂量 0.2 g/kg 有更好的降糖效果，可减缓糖尿病小鼠的体重下降，且不影响正常小鼠空腹血糖。其主要机理可能是皂苷通过改善受损的胰岛素细胞，降低血糖水平。袁晓晴^[32]对山苦瓜多肽降血糖进行研究，表明 MC2-1 是通过修复糖尿病小鼠胰岛 β 细胞、促进胰岛素分泌、增加肝糖原含量和提高小鼠抗氧化能力。其最主要的降血糖组分为 MC2-1-5，MC2-1-5 与苦瓜所含的降血糖肽不同，是一种新型的降血糖肽，它可以提高葡萄糖利用率，明显降低四氧嘧啶诱导的糖尿病小鼠的血糖水平，其机制可能是恢复延迟的胰岛素反应或抑制肠道葡萄糖吸收^[46]。

糖尿病是一种常见的代谢障碍疾病，以碳水化合物、脂肪和蛋白质代谢紊乱为特点的疾病，主要表现在空腹和餐后血糖水平升高。目前，越来越多

的学者关注隐藏着丰富潜在有用的传统药用植物, 以其作为膳食辅助或开发新的抗糖尿病药物, 来缓解或治疗糖尿病^[46-47]。糖尿病患者中 α -淀粉酶在碳水化合物消化和餐后血糖升高发挥着重要作用, 因此抑制 α -淀粉酶的活性可以降低餐后高血糖, 预防糖尿病。经研究表明, 山苦瓜醋酸乙酯提取物具有较高的 α -淀粉酶抑制活性, 从山苦瓜中提取出的蛋白质和多糖也具有明显的抑制作用。山苦瓜对降低餐后血糖值和预防糖尿病方面有良好的效果, 有望成为预防或治疗 2 型糖尿病的替代药物^[48]。人体内主要有两种肠促胰素: 葡萄糖依赖性胰岛素释放肽 (insulin releasing peptide, GIP) 和胰高血糖素样肽 1 (glucagon-like peptide-1, GLP-1), 可以通过刺激内分泌腺分泌胰岛素, 从而降低血糖, 其中后者是治疗 2 型糖尿病的分子靶点。Huang 等^[49]通过水、醋酸乙酯和乙醇对山苦瓜进行提取, 其中醋酸乙酯提取物具有较高的降血糖活性, 可以刺激该肠内分泌细胞系分泌 GLP-1, 刺激胰岛素生物合成和胰岛素敏感性; 促进胰岛 β 细胞增殖、抑制胰高血糖素分泌。Chang 等^[50]通过对山苦瓜果实的甲醇提取物进行研究, 表明 (23*E*)-5 β ,19-epoxycucurbita-6,23-diene-3 β ,25-diol、5 β ,19-epoxy-25-methoxy-cucurbita-6,23-diene-3 β ,19-diol 和 5 β ,19-epoxy-19,25-dimethoxycucurbita-6,23-dien-3 β -ol 具有降血糖活性, 能够促进胰岛素抵抗, 阻止细胞摄取葡萄糖。其降血糖机制是通过激活 AMP 依赖的蛋白激酶 [adenosine 5'-monophosphate (AMP)-activated protein kinase, AMPK] 进行降血糖, 其降血糖效果高于药物曲格列酮, 且不具备胰岛性依赖性。AMPK 的激活被认为是治疗糖尿病药物研发的新靶点, 对代谢综合征和糖尿病治疗策略有新的价值。目前, 袁宝君等^[51]通过研究山苦瓜胶囊的人体试食试验, 表明山苦瓜对糖尿病患者具有保健作用, 可改善患者多尿、多饮、乏力等症状, 为其进一步临床研究提供了可能。

综上所述, 山苦瓜分离出的皂苷、可溶性膳食纤维、多肽和蛋白具有降血糖的活性, 其提取物可通过抑制 α -淀粉酶活性、提高 GLP-1 分泌和激活 AMPK 等途径进行抗糖尿病, 但山苦瓜提取物中哪种单体物质起作用尚未清楚, 作用机制是否具有联系, 仍需进一步整体研究。大部分作者采用四氧嘧啶型糖尿病模型鼠研究降血糖作用, 但四氧嘧啶所

引起的小鼠血糖水平的升高是其对多种脏器损害的综合结果, 与糖尿病的临床发病还是有一定距离的, 且如果用该模型进行降糖药物的筛选, 在一定程度上会造成假阴性的结果, 可选用其他药物进行糖尿病鼠模型的建立, 如链脲佐菌素, 来研究其降血糖的作用机制与途径, 为降糖药物的筛选和开发提供理论基础。

4.2 抗炎作用

炎症是组织的损伤和感染, 可导致机体局部组织的变质、渗出和增生。抑制炎症介质的过度产生, 如促炎细胞因子, 可以预防和抑制多种炎症性疾病。脂多糖诱导炎症小鼠喂养 1%、2%、10% 比例的山苦瓜冻干粉, 可使其机体内环氧化酶-2 (cyclooxygenase-2, COX-2)、诱导型一氧化氮合酶 (inducible nitric oxide synthase, iNOS) 和核因子 κ B (nuclear factor κ B, NF- κ B) 的蛋白表达水平显著下降, 从而导致下游炎症介质前列腺素 E_2 (prostaglandin E_2 , PGE₂) 和一氧化氮 (nitric oxide, NO) 的浓度降低, 此外, 抗炎细胞因子白细胞介素-10 (interleukin-10, IL-10) 升高, 促炎细胞因子肿瘤坏死因子- α (transforming necrosis factor- α , TNF- α)、IL-1 和 IL-6 的浓度降低, 从而达到抗炎效果, 且抗炎效果高于苦瓜^[52-53]。Kung 等^[54]研究表明山苦瓜果实中含有 α -桐酸可使 CDGSH 铁硫结构域 2 (CDGSH iron-sulfur domain 2, Cisd2) 上调, 从而抑制了胶质细胞的异常活化, 发挥抗炎作用; 也可作为过氧化物酶体增殖物激活受体- β (peroxisome proliferator-activated receptor- β , PPAR- β) 的配体, 活化 PPAR- β 并抑制 NF- κ B 信号通路, 发挥抗炎作用, 见图 4。

痤疮常见于青少年, 是一种常见的皮肤炎症。痤疮丙酸杆菌可诱导小鼠炎症反应, 形成炎症痤疮模型, 使促炎细胞因子释放, 其中 IL-8 是主要的炎症介质, 参与痤疮皮损中的炎症反应^[28]。Huang 等^[28]通过对山苦瓜叶总酚提取物研究, 表明 0.5 mg 的总酚可显著降低小鼠炎症痤疮模型中小鼠耳的厚度和重量, 并对细胞浸润具有控制作用, 使中性粒细胞数量和 IL-1 β ⁺ 群体迁移显著降低, 抑制了 IL-8、IL-1 β 和 TNF- α 的产生, 进而减弱对痤疮的微脓肿反应。其抗炎机制可能通过分裂素原活化蛋白激酶 (mitogen-activated protein kinases, MAPK) 通路中抑制细胞外信号相关激酶、p38 丝裂原活化激酶和 c-Jun

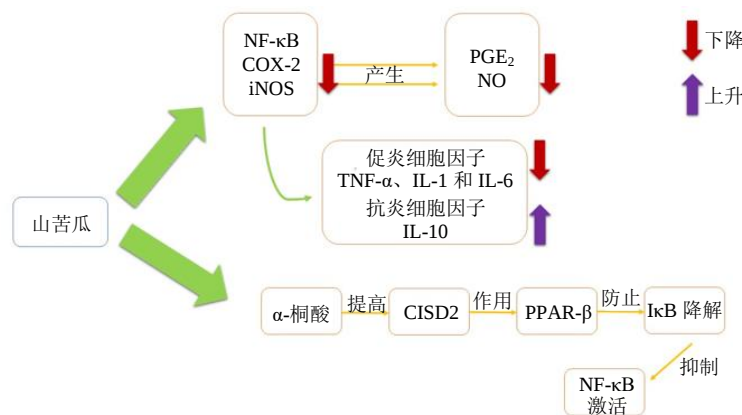


图 4 山苦瓜抗炎作用

Fig. 4 Diagram of anti-inflammatory effect

氨基末端激酶（c-Jun N-terminal kinase, JNK）的磷酸化，以及通过抑制 p65 的转位来抑制 NF-κB 的活化。从山苦瓜叶的总酚中共鉴定出 10 种多酚类化合物如表 2，其中当剂量为 10 μmol/L 时，绿原酸、阿魏酸、杨梅素和麝香草酚对人单核细胞白血病细胞产生 IL-8 的抑制效果最强，从而抑制炎症反应。Hsu 等^[55]通过对山苦瓜果实的研究，表明其含有植物醇（二萜）和叶黄素（类胡萝卜素），可以使过氧化物酶体增殖物激活受体 α（peroxisome proliferator-activated receptor α, PPARα）或 PPARγ 激活，表现出抗炎效果，有效地抑制了痤疮丙酸杆菌诱导的炎症。另外，山苦瓜在其他一些疾病中也发挥着抗炎作用，例如牙周炎^[56]、炎症性肠病^[57]、中枢神经系统疾病^[58]和纤维化^[59]等。

综上所述，山苦瓜可以通过调节 NF-κB、MAPK 和 PPAR 信号通路，促进抗炎因子产生及抑制促炎因子产生，进而抑制炎症和炎症性疾病。目前，山苦瓜已分离出酚类、α-桐酸、植物醇和叶黄素具有抗炎效果，但其仍存在一些活性成分及抗炎作用机制尚未明确，因此，需要进行更深层次的分析研究，以期开发出能够抑制机体炎症反应的新型抗炎类药物。

4.3 抗菌作用

抗菌活性是药用植物的生物学效应之一，与皂苷、单宁、黄酮等重要化合物有关。山苦瓜含有皂苷、鞣质、黄酮类具有抗菌活性，对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌具有明显的抗性，其提取物可作为治疗某些细菌感染的途径，另外，也可作为一种安全的天然防腐剂替代目前的合成防腐剂^[30]。Nguyen 等^[60]通过山苦瓜的氯仿提取物对供试菌进行抑菌实验，结果表明其对黑曲霉的最低抑菌浓度为 100 μg/mL，对大肠

杆菌和枯草芽孢杆菌的最低抑菌浓度均为 200 μg/mL。并从活性成分中分离出四种化合物(23E)-5β,19-epoxycucurbita-6,23,25-trien-3β-ol、5α-poriferastera-7,25-dien-3β-ol、3-O-(6'-O-palmitoyl-β-D-glucopyranosyl)-clerosterol 和 octadecan-1-ol。

综上所述，山苦瓜对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌等食品常见菌群具有抑制作用，这为食品的防腐保鲜提供理论基础，在此基础上，可以研究山苦瓜存在的哪种活性成分具有重要作用，研究对其他食品腐败菌是否具有同种作用。这为进一步研究动物实验及作用机制提供思路，为今后的临床治疗和日常生活提供了参考。

4.4 抗癌作用

李祖强等^[61]从山苦瓜干燥块根成功分出 5 种具有抗癌活性的物质，分别是 α-菠甾醇-3-O-β-D-吡喃葡萄糖苷、丝石竹皂苷元、常春藤皂苷元、拜俄尼酸和雪胆甲素。傅伟昌等^[62]从山苦瓜籽油中分离出含共轭亚麻酸的三酰甘油组分，对人体肿瘤细胞株具有选择性的细胞毒性或细胞抑制活性。Bai 等^[63]从山苦瓜分离出 3β,7β,25-trihydroxycucurbita-5,23(E)-dien-19-al (TCD)，可通过 PPAR-γ 非依赖性方式抑制乳腺癌细胞 MCF-7 和 MDA-MB-231 的增殖，在 72 h 时，IC₅₀ 值分别为 19 μmol/L 和 23 μmol/L。此外，还可以调节 Akt-NF-κB 信号传导、激活 p53 磷酸化、产生活性氧(reactive oxygen species, ROS)、增加雌激素受体 β (estrogen receptor beta, ER β) 拮抗 ERα 诱导的细胞增殖及抑制组蛋白去乙酰化酶的活性，诱导乳腺癌细胞凋亡，见图 5。此外，山苦瓜根片对防止恶性肿瘤术后复发，也表现出了一定疗效^[64-65]。

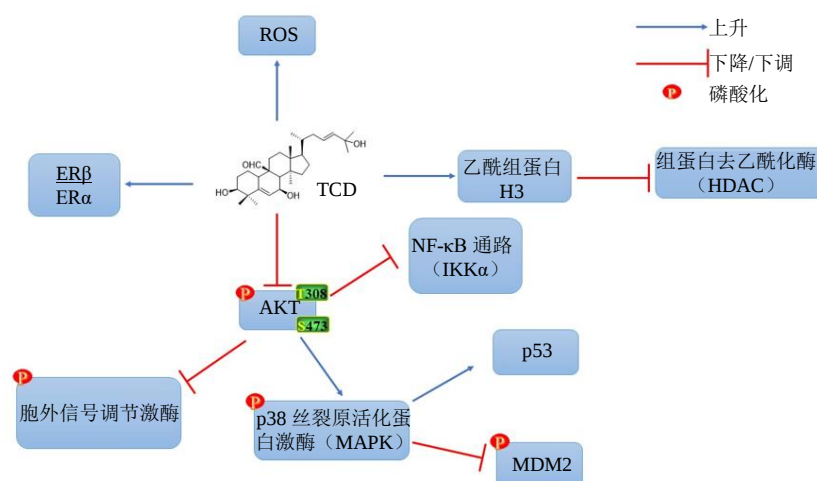


图 5 TCD 抗癌作用机制

Fig. 5 Diagram of anticancer effect

综上所述,山苦瓜仅在细胞实验中证实具有抗癌活性,若想进一步研究其作用机制,可以利用网络药理学探索山苦瓜活性成分及抗癌的作用机制,结合动物实验进行机制研究,这为癌症患者的抗肿瘤制剂的研发提供了转化价值。此外,也可研究对其他癌症的抑制效果,扩大山苦瓜的药用价值。

4.5 抗氧化作用

自由基是导致各种慢性和神经性退行疾病的主要原因,引起的疾病包括衰老、冠心病、炎症、中风、糖尿病和癌症。ROS 可引起细胞损伤,引发生物膜中多不饱和脂肪酸的过氧化和组织损伤^[8]。山苦瓜中含有酚类、维生素 C 可以减少自由基的产生,起到抗氧化的作用^[30]。山苦瓜的醇提取物由于含有黄酮类和酚类,具有 1,1-二苯基-2-三硝基苯肼 (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, DPPH) 自由基清除活性和铁螯合活性,效果比维生素 E 更强,被认为是有效的次级抗氧化剂^[8]。山苦瓜叶提取物对 DPPH 自由基的清除活性和抑制超氧阴离子呈浓度依赖性,且具有 NO 清除活性。其在紫外线照射下,可以抑制 ROS 产生,达到抗氧化的作用,从而减轻紫外线引起的氧化应激和氧化应激介导的皮肤疾病。此外,山苦瓜叶提取物可以抑制酪氨酸酶活性和细胞内黑色素的形成,为皮肤美容美白和治疗色素沉积提供理论基础^[66]。在抗氧化作用方面,山苦瓜汁中含有苯丙氨酸、色氨酸、balsaminoside C 等物质。色氨酸是众所周知的抗过氧自由基的抗氧化剂,可以通过电子转移机制或氢原子转移来发挥其抗氧化能力;苯丙氨酸具有酚羟基,具有 DPPH 清除活性和

铁离子还原力;Balsaminoside C 是葫芦烷型三萜类化合物,可作为抗氧化剂治疗活性氧诱导的疾病^[9]。此外,山苦瓜中含有丰富的精氨酸,其可通过增加机体 NO 的产生,提高超氧化物歧化酶和血清谷胱甘肽过氧化物酶的活性,降低血清丙二醛水平,进而发挥抗氧化作用^[67]。

综上所述,山苦瓜分离出的酚类、黄酮类、苯丙氨酸、色氨酸、精氨酸、balsaminoside C 和维生素 C 等活性成分具有抗氧化作用,未来可作为一种良好的抗氧化剂,治疗由自由基引起的疾病。目前,仍要对山苦瓜活性成分进一步研究,找到更多具有抗氧化活性成分的物质,并研究其抗氧化作用机制,以期将其应用到化妆品行业和临床药用,将具有美容美白、延缓衰老和清除体内自由基,进而维持机体健康。

4.6 其他

山苦瓜果实通过醋酸乙酯提取,使叶绿素降解为 2 种化合物 pheophorbide a 和 pyropheophorbide a,可减少 T3-L1 脂肪细胞中脂质的积累,其中两者抑制脂质蓄积 50% 的浓度分别为 16.05 $\mu\text{mol/L}$ 和 7.04 $\mu\text{mol/L}$ 。另外,研究还表明 2 种化合物对分化的脂肪细胞比未分化前的脂肪细胞毒性更大,因而具有降低脂质积累的抗脂肪生成活性^[68]。1、2.5 g/kg 山苦瓜提取物可以降低小鼠急性运动模型运动后血乳酸、血氨水平,升高血清中的葡萄糖来延缓疲劳,增强运动能力,还可降低谷丙转氨酶、血尿素氮、尿酸水平和白色脂肪组织重量,提高血清总蛋白水平,具有增强营养吸收、减少脂肪生成和肝脏保护

的作用^[69]。此外,山苦瓜还具有改善代谢综合征(metabolic syndrome, MetS)的作用, Tsai 等^[70]通过对 42 名 MetS 患者(男 21 例,女 21 例)补充 4.8 g/d 冻干的山苦瓜粉末,3 个月后显着降低了 MetS 发病率($P<0.01$),且这种改善状态在补充停止后还能保持 1 个月。综上所述,山苦瓜可以改善健康和减少脂肪生成,可以作为增强能量储存的营养补充剂和一种膳食补充剂,将其制成的胶囊剂,可以改善 MetS 和降低 MetS 发病率。

5 结语与展望

山苦瓜作为一种药用植物资源,含有丰富的化学成分,包括皂苷类、酚类、脂肪酸和丰富的微量元素与矿物质,其作为苦瓜的野生变种,在活性成分和氨基酸含量上较为丰富。药理学研究表明,山苦瓜和苦瓜有相似的药理活性,包括降血糖、抗糖尿病、抗氧化、抗癌、抗炎和抗菌等,且在降血糖和抗氧化等药理活性比苦瓜效果更佳。此外,山苦瓜还具有降低脂质积累、减少脂肪生成、增强营养吸收、缓解疲劳、改善代谢综合征和肝脏保护的作用。相比于苦瓜,山苦瓜的活性成分及药理作用的研究仍处于起步阶段,在未来,可以在苦瓜研究的基础以上,对山苦瓜的化学成分与药理作用进一步研究。随着山苦瓜成分的纯化、分离和鉴定,会分离出更多的生物活性物质,其功能因子的提取和在不同疾病模型的机制研究是下一阶段的研究重点。

目前,关于山苦瓜药理的研究仍需要进一步深入,其抗菌、抗癌等大多数研究仍停留在细胞水平,动物实验和作用机制研究较少;其抗糖尿病、抗炎和抗氧化等研究主要涉及单信号通路和单个靶点的相互作用,未整体分析各药理作用与信号通路和靶点的相互联系,可通过网络药理学进行作用机制的预测,来进一步分析和研究,为临床药物的开发提供理论依据。如果要进行临床研究和药物开发,山苦瓜提取物是否具有毒性、有效性及对患者的剂量关系是下一阶段的研究重点。此外,山苦瓜作为一种药食同源物质,未来也可将其应用到食品和保健品行业中,例如将活性成分添加到食品中,可用作防腐剂,延长食品货架期;添加到功能食品中,具有减肥、抗衰老等作用,起到增强机体免疫力和预防疾病的作用。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] 李洪铭,陈振华,段学民,等. 苦瓜的药理作用及其在

心血管疾病中的应用 [J]. 江西科技师范大学学报, 2019(6): 71-78.

[2] 赵高婷. 苦瓜籽和假酸浆的化学成分及其生物活性研究 [D]. 昆明: 昆明理工大学, 2021.

[3] 郑方园. 苦瓜果皂苷的分离纯化、结构鉴定及苦瓜果颗粒剂工艺研究 [D]. 合肥: 安徽农业大学.

[4] 周潇恬, 罗非君. 苦瓜的功能成分和生物活性研究进展 [J]. 现代食品, 2020(10): 66-71.

[5] 杨 娣, 孟大利, 曹家庆, 等. 苦瓜果(甾)苷的现代药理学和降血糖作用的研究进展 [J]. 中草药, 2013, 44(24): 3582-3592.

[6] 潘辉, 赵余庆. 苦瓜中皂(甾)苷类化学成分的研究 [J]. 亚太传统医药, 2006(1): 65-72.

[7] 范戎, 许敏, 马晓霞, 等. 苦瓜属植物的化学成分与药理活性研究进展 [J]. 云南中医学院学报, 2014, 37(6): 93-100.

[8] Wu S J, Ng L T. Antioxidant and free radical scavenging activities of wild bitter melon (*Momordica charantia* Linn. var. *abbreviata* Ser.) in Taiwan [J]. *LWT-Food Sci Tech*, 2008, 41(2): 323-330.

[9] Lin Y S, Huang W Y, Ho P Y, et al. Effects of storage time and temperature on antioxidants in juice from *Momordica charantia* L. and *Momordica charantia* L. var. *abbreviata* Ser. [J]. *Molecules*, 2020, 25(16): 3614.

[10] 顾小红, 赵海雯, 汤坚, 等. 癩葡萄总皂甙测定方法的研究 [J]. 食品科学, 2005(8): 313-317.

[11] 林碧珍, 赖正锋, 练冬梅, 等. 山苦瓜研究进展 [J]. 农业科学, 2019, 9(10): 915-918.

[12] 付仁. 癩葡萄胶囊 癩葡萄茶 [J]. 现代营销: 创富信息版, 2004(7): 19.

[13] 石根勇, 吕中明, 陈新霞, 等. 癩葡萄冻干粉调节血糖作用的研究 [J]. 中国生化药物杂志, 2005(5): 50-51.

[14] 邱年永, 张光雄. 原色台湾药用植物图鉴-4 [M]. 台北: 南天书局, 1995.

[15] 晨阳. 夏季吃苦当推苦瓜 [J]. 江苏卫生保健, 2020(7): 44.

[16] 陈洋. 苦瓜及癩葡萄提取物对 α -葡萄糖苷酶抑制作用的研究 [D]. 南京: 南京师范大学, 2019.

[17] 赵明禹. 癩葡萄皂苷及其降血糖功能研究 [D]. 无锡: 江南大学, 2008.

[18] 罗蕾, 李祖强. 山苦瓜中两个乌苏烷类新三萜 [J]. 云南植物研究, 1997(3): 102-106.

[19] Liao Y W, Chen C R, Hsu J L, et al. Norcucurbitane triterpenoids from the fruits of *Momordica charantia* var. *abbreviata* [J]. *Nat Prod Commun*, 2013, 8(1): 79-81.

[20] Chen C R, Liao Y W, Kuo Y H, et al. New norcucurbitane triterpenoids from *Momordica charantia* var. *abbreviata* [J]. *Nat Prod Commun*, 2017, 12(7): 1934578X1701200.

- [21] Chen C R, Liao Y W, Hsu J L, *et al.* A new 27-norcucurbitane triterpenoid from the fruits of *Momordica charantia* var. *abbreviata* [J]. *Chem Nat Comp*, 2020, 56: 688-691.
- [22] Tsai T H, Huang W C, Ying H T, *et al.* Wild bitter melon leaf extract inhibits *Porphyromonas gingivalis*-induced inflammation: Identification of active compounds through bioassay-guided isolation [J]. *Molecules*, 2016, 21(4): 454.
- [23] Cheng H L, Kuo C Y, Liao Y W, *et al.* EMCD, a hypoglycemic triterpene isolated from *Momordica charantia* wild variant, attenuates TNF- α -induced inflammation in FL83B cells in an AMP-activated protein kinase-independent manner [J]. *Eur J Pharmacol*, 2012, 689(1/2/3): 241-248.
- [24] Liaw C C, Huang H T, Liu H K, *et al.* Cucurbitane-type triterpenoids from the vines of *Momordica charantia* and their anti-inflammatory, cytotoxic, and antidiabetic activity [J]. *Phytochemistry*, 2022, 195: 113026.
- [25] Huang H T, Zhang L J, Huang H C, *et al.* Cucurbitane-type triterpenoids from the vines of *Momordica charantia* and their anti-inflammatory activities [J]. *J Nat Prod*, 2020, 83(5): 1400-1408.
- [26] 罗蕾, 李祖强, 张元清, 等. 山苦瓜中三萜及甾体成分的研究 [J]. *药学报*, 1998, (11): 40-43.
- [27] Sung H C, Liu C W, Hsiao C Y, *et al.* The effects of wild bitter gourd fruit extracts on ICAM-1 expression in pulmonary epithelial cells of C57BL/6J mice and microRNA-221/222 knockout mice: Involvement of the miR-221 /-222/PI3K/AKT/NF- κ B pathway [J]. *Phytomedicine*, 2018, 42: 90-99.
- [28] Huang W C, Tsai T H, Huang C J, *et al.* Inhibitory effects of wild bitter melon leaf extract on *Propionibacterium acnes*-induced skin inflammation in mice and cytokine production *in vitro* [J]. *Food Funct*, 2015, 6(8): 2550-2560.
- [29] 傅伟昌. 癭葡萄籽油甘油三酯结构及其体外抗肿瘤功效研究 [D]. 无锡: 江南大学, 2009.
- [30] Truong Thi T D, Nguyen Minh T. Biochemical compositions, antioxidant activity, and *in vitro* antibacterial activity of extract from wild bitter melon (*Momordica charantia* var. *abbreviata* Ser.) [J]. *Heavy Met Arsen Concentrations Water Agric Soil Rice Ngan Son Dist Bac Kan Prov Vietnam*, 2021, 4(2): 109-114.
- [31] Sun K, Ding M, Fu C F, *et al.* Effects of dietary wild bitter melon (*Momordica charantia* var. *abbreviate* Ser.) extract on glucose and lipid metabolism in HFD/STZ-induced type 2 diabetic rats [J]. *J Ethnopharmacol*, 2023, 306: 116154.
- [32] 袁晓晴. 癭葡萄降血糖肽的制备及其降糖机理研究 [D]. 无锡: 江南大学, 2007.
- [33] 王东红. 苦瓜蛋白降脂活性成分纯化及功效评价 [D]. 烟台: 烟台大学, 2014.
- [34] 朱香燕. 苦瓜营养成分分析及挤压苦瓜颗粒茶加工技术研究 [D]. 长沙: 湖南农业大学, 2015.
- [35] 张红梅, 金海军, 余纪柱, 等. 不同苦瓜品种营养和功能成分含量及总抗氧化能力比较 [J]. *分子植物育种*, 2022, 20(3): 967-976.
- [36] 张宏梅, 昌盛, 崔佰吉, 等. 苦瓜总黄酮的提取及其体外抗氧化活性分析 [J]. *食品研究与开发*, 2016, 37(23): 61-64.
- [37] 彭爱芝, 李劲. 苦瓜中氨基酸和无机元素的含量分析 [J]. *湖南医科大学学报*, 1996(4): 305-307.
- [38] 吴水金, 李海明, 黄惠明, 等. 不同山苦瓜资源田间性状和品质分析 [J]. *中国蔬菜*, 2018(3): 59-62.
- [39] 赖正锋, 张少平, 李跃森, 等. 山苦瓜栽培技术 [J]. *现代农业科技*, 2013(1): 93.
- [40] 赵海雯, 汤坚. 癭葡萄皂甙的降糖功效探索 [J]. *食品科技*, 2007(12): 224-227.
- [41] 袁晓晴, 胡燕, 刘红梅. 酶法水解癭葡萄蛋白制备降血糖多肽的工艺研究 [J]. *江苏农业科学*, 2011, 39(6): 442-444.
- [42] Yuan X Q, Gu X H, Tang J. Optimization of the production of *Momordica charantia* L. Vvar. *abbreviata* Ser. protein hydrolysates with hypoglycemic effect using Alcalase [J]. *Food Chem*, 2008, 111(2): 340-344.
- [43] 袁晓晴, 顾小红, 蒋再良, 等. 癭葡萄降糖活性成分的提取及其降糖活性的研究 [J]. *食品研究与开发*, 2006, 27(3): 30-31.
- [44] 屈浩亮. 癭葡萄可溶性膳食纤维的研究 [D]. 江南大学, 2008.
- [45] 赵海雯. 癭葡萄皂甙的分离纯化及降血糖功效研究 [D]. 无锡: 江南大学, 2005.
- [46] Yuan X Q, Gu X H, Tang J. Purification and characterisation of a hypoglycemic peptide from *Momordica charantia* L. var. *abbreviata* Ser. [J]. *Food Chem*, 2008, 111(2): 415-420.
- [47] 姚怀韬. 糖尿病患者胰岛素治疗的新进展 [J]. *安徽医药学报*, 2022, 21(2): 54-56.
- [48] Pham T M H, Ngo D H, Ngo D N, *et al.* Investigation of biological activities of wild bitter melon (*Momordica charantia* Linn. var. *Abbreviata* Ser.) [J]. *Biomolecules*, 2019, 9(6): 211.
- [49] Huang T N, Lu K N, Pai Y P, *et al.* Role of GLP-1 in the hypoglycemic effects of wild bitter gourd [J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2013, 2013: 625892.
- [50] Chang C I, Tseng H I, Liao Y W, *et al.* *In vivo* and *in vitro* studies to identify the hypoglycaemic constituents of

- Momordica charantia* wild variant WB₂4 [J]. *Food Chem*, 2011, 125(2): 521-528.
- [51] 袁宝君, 戴月. 癩葡萄胶囊调节血糖人体试食试验的研究 [J]. 卫生研究, 2003(4): 326-328.
- [52] Ciou S Y, Hsu C C, Kuo Y H, *et al.* Effect of wild bitter gourd treatment on inflammatory responses in BALB/c mice with sepsis [J]. *Biomedicine*, 2014, 4(3): 17.
- [53] Lii C K, Chen H W, Yun W T, *et al.* Suppressive effects of wild bitter gourd (*Momordica charantia* Linn. var. *abbreviata* Ser.) fruit extracts on inflammatory responses in RAW 264.7 macrophages [J]. *J Ethnopharmacol*, 2009, 122(2): 227-233.
- [54] Kung W M, Lin C C, Kuo C Y, *et al.* Wild bitter melon exerts anti-inflammatory effects by upregulating injury-attenuated CISD2 expression following spinal cord injury [J]. *Behav Neurol*, 2020, 2020: 1080521.
- [55] Hsu C, Tsai T H, Li Y Y, *et al.* Wild bitter melon (*Momordica charantia* Linn. var. *abbreviata* Ser.) extract and its bioactive components suppress *Propionibacterium acnes*-induced inflammation [J]. *Food Chem*, 2012, 135(3): 976-984.
- [56] Tsai T H, Chang C I, Hung Y L, *et al.* Anti-inflammatory effect of charantadiol A, isolated from wild bitter melon leaf, on heat-inactivated *Porphyromonas gingivalis*-stimulated THP-1 monocytes and a periodontitis mouse model [J]. *Molecules*, 2021, 26(18): 5651.
- [57] Lu H Y, Lin B F. Wild bitter melon alleviates dextran sulphate sodium-induced murine colitis by suppressing inflammatory responses and enhancing intestinal regulatory T cells [J]. *J Funct Foods*, 2016, 23: 590-600.
- [58] Lin C H, Wu J S, Hsieh P C, *et al.* Wild bitter melon extract abrogates hypoxia-induced cell death via the regulation of ferroptosis, ER stress, and apoptosis in microglial BV2 cells [J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2022, 2022: 1072600.
- [59] Ho C H, Huang J H, Sun M S, *et al.* Wild bitter melon extract regulates LPS-induced hepatic stellate cell activation, inflammation, endoplasmic reticulum stress, and ferroptosis [J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2021, 2021: 6671129.
- [60] Nguyen T T T, Vo D M, Luong T H V, *et al.* Investigation of antimicrobial activity and chemical constituents of *Momordica charantia* L. var. *abbreviata* Ser. [J]. *Vietnam J Sci Technol*, 2019, 57(2): 155.
- [61] 李祖强, 罗蕾, 凌敏. 山苦瓜的抗癌活性成分 [J]. 中草药, 1999, 30(6): 409-411.
- [62] 傅伟昌, 顾小红, 俞惠新, 等. 甘油三酯体外抗肿瘤活性(英文) [J]. 食品科学, 2010, 31(15): 271-277.
- [63] Bai L Y, Chiu C F, Chu P C, *et al.* A triterpenoid from wild bitter gourd inhibits breast cancer cells [J]. *Sci Rep*, 2016, 6: 22419.
- [64] 陆文琦, 熊久贤. 山苦瓜根片为主治疗恶性肿瘤术后复发及转移 6 例介绍 [J]. 贵阳中医学院学报, 1994(3): 37-39.
- [65] 陆文琦. 山苦瓜根片防止“恶性肿瘤”术后复发的疗效观察 [J]. 新中医, 1987(11): 21-23.
- [66] Tsai T H, Huang C J, Wu W H, *et al.* Antioxidant, cell-protective, and anti-melanogenic activities of leaf extracts from wild bitter melon (*Momordica charantia* Linn. var. *abbreviata* Ser.) cultivars [J]. *Bot Stud*, 2014, 55(1): 78.
- [67] 张苗苗, 郭瑜洁. 精氨酸的药理作用研究进展 [J]. 科学咨询: 科技·管理, 2022(1): 62-65.
- [68] Liu Y H, Lu Y L, Chang Y C, *et al.* Anti-adipogenic activities of pheophorbide a and pyropheophorbide a isolated from wild bitter gourd (*Momordica charantia* L. var. *abbreviata* Seringe) *in vitro* [J]. *J Sci Food Agric*, 2022, 102(14): 6771-6779.
- [69] Hsiao C Y, Chen Y M, Hsu Y J, *et al.* Supplementation with Hualian No. 4 wild bitter gourd (*Momordica charantia* Linn. var. *abbreviata* Ser.) extract increases anti-fatigue activities and enhances exercise performance in mice [J]. *J Vet Med Sci*, 2017, 79(6): 1110-1119.
- [70] Tsai C H, Chen E C F, Tsay H S, *et al.* Wild bitter gourd improves metabolic syndrome: A preliminary dietary supplementation trial [J]. *Nutrit J*, 2012, 11(1): 1-9.

[责任编辑 时圣明]