



李翠翠,王卫国,程丽娟,等. 山茱萸活性成分、健康功效及在食品领域的应用研究进展[J]. 轻工学报, 2026, 41(1): 34-46.  
LI C C, WANG Y G, CHENG L J, et al. Research progress on active components, health benefits and applications of *Cornus officinalis* in the food field[J]. Journal of Light Industry, 2026, 41(1): 34-46.  
DOI: 10. 12187/2026. 01. 004

# 山茱萸活性成分、健康功效及在食品领域的应用研究进展

李翠翠<sup>1</sup>, 王卫国<sup>2</sup>, 程丽娟<sup>1</sup>, 李少华<sup>3</sup>, 乔帆<sup>3</sup>, 蔡瑞<sup>4</sup>, 张翠月<sup>1</sup>

1. 南阳理工学院 张仲景康养与食品学院, 河南 南阳 473000;
2. 安阳学院 教务处, 河南 安阳 455000;
3. 河南职业技术学院 食品工程学院, 河南 郑州 450046;
4. 西北大学 食品科学与工程学院, 陕西 西安 710069

**摘要:** 基于山茱萸药食两用特点, 综述山茱萸的主要活性成分、健康功效及其作用机制, 深入探讨其在保健食品及酒类、饮料、醋等普通食品中的应用研究现状。山茱萸的活性成分主要包括多糖类、黄酮类、鞣质类、环烯醚萜类、三萜类、醇类、有机酸类、甾体类等化合物, 具有抗肿瘤、降血糖等多种健康功效。围绕山茱萸活性成分在调控凋亡肿瘤因子表达、保护胰岛 $\beta$ 细胞、调节炎症信号通路、激活抗氧化酶活性等机制解析方面的研究已取得重要进展。虽然山茱萸在食品领域的应用研究已取得较大成效, 但仍面临活性成分需持续挖掘、作用机制解析不深入、临床数据缺乏、产品多样性不足、活性成分稳定性不够、产品质量参差不齐等诸多挑战。未来应依托现代技术, 系统挖掘山茱萸活性成分、深耕功效机制并突破生物利用度瓶颈, 以促进我国山茱萸资源的进一步开发利用。

**关键词:** 山茱萸; 活性成分; 健康功效; 食品开发

**中图分类号:** TS213. 2      **文献标识码:** A      **文章编号:** 2096-1553(2026)01-0034-13

## 0 引言

山茱萸(*Cornus officinalis* Sieb. et Zucc.) 是山茱萸科山茱萸属多年生落叶乔木, 主要生长在亚热带与北温带之间的温暖地区, 如中国、朝鲜、日本等<sup>[1]</sup>。在我国, 山茱萸的道地产区主要分布在河南伏牛山系、浙江天目山系及陕西汉中地区。山茱萸

核果去核后所得果肉俗称山茱萸肉, 其口感酸甜略带涩味, 民间多用来鲜食、泡酒、煮粥或入菜等, 在食品工业领域可进一步加工为饮料、糕点、饼干、果酒等多元化产品<sup>[2]</sup>。山茱萸的干燥果肉(中药名“山茱萸”)富含多糖、黄酮、环烯醚萜苷类等多种功能活性成分, 与熟地、山药等配伍可制成六味地黄丸以补益肝肾, 与芡实、龙骨等配伍可固精缩尿, 与

**收稿日期:** 2025-03-11; **修回日期:** 2025-04-22; **出版日期:** 2026-02-15

**基金项目:** 河南省自然科学基金项目(252300420709); 河南省科技攻关项目(232102310424); 河南省科技攻关项目(242102110108); 河南省高等学校重点科研项目(26A550001); 安阳市科技攻关项目(2025C01NY001); 南阳理工学院交叉科学研究项目(24NGJY018); 南阳理工学院大学生科研基金项目(NGDJ-2024-99)

**作者简介:** 李翠翠(1985—), 女, 河南省柘城县人, 南阳理工学院副教授, 博士, 主要研究方向为功能性食品研发。E-mail: licui8@yeah.net

**通信作者:** 张翠月(1966—), 女, 河南省南阳市人, 南阳理工学院教授, 主要研究方向为中医临床。E-mail: zhangcy@nyist.edu.cn

白芍、当归等配伍则可止血固经<sup>[3]</sup>。现代药理研究<sup>[4]</sup>证实,山茱萸在调节免疫力、抗氧化、降血糖、降血脂等方面也具有良好的功效。2023 年 11 月,国家卫生健康委员会、国家市场监督管理总局联合发布公告,将山茱萸正式列入药食同源目录,这进一步促进了山茱萸在食品领域的应用和研究<sup>[5]</sup>。围绕山茱萸开发功能性食品、保健食品等系列产品,不仅能推动我国丰富的药食同源资源与食品科学深度融合,还能延伸山茱萸产业链,促进山茱萸产业向多元化、规模化、高附加值方向发展。

近年来,国内外学者对山茱萸活性成分、健康功效作用机制及其在食品领域的应用研究日益增多。因此,本文系统梳理了国内外近 20 年的相关研究文献,重点综述山茱萸的活性成分、健康功效及食品化开发研究进展,凝练当前研究与产业化过程中的关键瓶颈并提出解决思路,以期如山茱萸资源的深度开发、高值化利用和产业化升级提供参考。

## 1 山茱萸的活性成分

山茱萸中碳水化合物含量占干重的 60% 以上,并富含维生素 C、维生素 E 和 B 族维生素,以及钙、铁、锌等矿物质元素<sup>[6]</sup>。山茱萸的生物活性成分主要包括多糖类、黄酮类、鞣质类、环烯醚萜类、三萜类、醇类、有机酸类等化合物,这些成分共同赋予其良好的营养价值和药用价值。

### 1.1 多糖类

山茱萸多糖具有抗衰老、增强免疫力、抗肿瘤等活性,主要以酸性和中性组分为主,其含量常因山茱萸品种和生长期不同而异,成熟果实中的多糖含量较高<sup>[7]</sup>。山茱萸多糖的单糖组成和连接方式较复杂,目前对其结构的研究侧重于一级结构的解析,如单糖组成、相邻糖残基的连接方式和位置、异头碳构型变化、糖链分支等。研究<sup>[8]</sup>证实,山茱萸多糖主要由葡萄糖、木糖、鼠李糖、岩藻糖、甘露糖、阿拉伯糖、半乳糖醛酸等单糖组成。

### 1.2 黄酮类

黄酮类化合物分子结构中的母核多为 2-苯基色原酮,基本骨架为 C<sub>6</sub>—C<sub>3</sub>—C<sub>6</sub>,可与糖类化合物分子结合形成糖苷和碳糖基<sup>[9]</sup>。目前从山茱萸中

分离鉴定的黄酮类化合物约有 31 种,涵盖黄酮醇、花色苷、二氢黄酮等多种结构类型,主要包括槲皮素、槲皮素-(1→6)-β-D-半乳糖苷、山奈素、山奈酚-3-O-β-D-葡萄糖苷、芦丁、金丝桃苷、忍冬苦苷、柚皮素、木犀草素、飞燕草素-3-O-β-吡喃型半乳糖苷等,具有抗菌、抗氧化等活性<sup>[10]</sup>。

### 1.3 鞣质类

山茱萸中的鞣质含量较多,具有调节脂质代谢、减轻帕金森症状等活性。该类化合物由没食子酸或其聚合物的葡萄糖酯、多元醇、黄烷醇及其衍生物形成的聚合物或混合多元酚组成,分为水解型、缩合型和新型鞣质 3 类。其中,水解型鞣质以葡萄糖或多元醇的形式存在,结构中多含有去氢六羟基联苯基、六羟基联苯二甲酰基、去氢双没食子酰基等没食子酰基;缩合型鞣质的化学结构较复杂,基本组成单元为黄烷-3-醇,其典型代表为儿茶素;新型鞣质兼具水解鞣质和缩合鞣质的特点,结构更为复杂<sup>[11]</sup>。目前,已发现约 29 种山茱萸鞣质,如栝木鞣质、喜树鞣质、水杨梅素、异诃子素、特里马素、7-O-没食子酰-D-景天庚酮糖、3-O-没食子酰-β-D-葡萄糖、1,2-二-O-没食子酰-β-D-葡萄糖苷、(-)-2,3-二丙酰基-4-(E)-咖啡酰-L-蔗糖酸等<sup>[12]</sup>。

### 1.4 环烯醚萜类

环烯醚萜类化合物是山茱萸的特征活性成分,可与糖类化合物分子连接形成环烯醚萜苷类化合物<sup>[13]</sup>。目前,已从山茱萸肉中分离出约 105 种环烯醚萜苷类化合物,包括马钱苷、莫诺苷、山茱萸苷、獐牙菜苷、山茱萸新苷等,其中以马钱苷和莫诺苷的含量最高<sup>[14]</sup>。山茱萸环烯醚萜类化合物结构类型包括环戊烷型环烯醚萜、裂环环烯醚萜和环烯醚萜二聚体 3 类<sup>[15]</sup>,均为单萜类化合物。其中,环戊烷型环烯醚萜类化合物的结构中常含有双键,母核中的碳原子(尤其是 C<sub>1</sub>、C<sub>3</sub>、C<sub>4</sub> 等活性位点)多与羟基相连,其母核分子可通过 C<sub>1</sub> 位羟基与葡萄糖、鼠李糖、木糖等单糖或二糖形成糖苷键;裂环环烯醚萜类化合物母核中环戊烷的 C<sub>7</sub>—C<sub>8</sub> 处会发生断裂形成裂环状态,断裂后形成的不饱和双键与羟基、酯基等官能团共同构筑其结构特征;环烯醚萜二聚

体则由 2 个环烯醚萜单体通过 C—O—C 或 C—C 单键连接形成,保留了单体的部分活性官能团,同时形成新的结构单元<sup>[16]</sup>。这些结构类型是环烯醚萜类化合物发挥生物活性的重要基础,双键、羟基、糖苷键等官能团的存在不仅赋予其良好的水溶性和生物相容性,还为其与生物体内靶标蛋白的相互作用提供了结构基础,使其具有抑制炎症、降低血糖、保护神经和肝脏等多种功效<sup>[17-18]</sup>。目前,该类化合物的化学结构已基本明晰,但结构多样性与官能团特异性如何影响其在机体内的吸收、代谢和排泄过程,以及代谢产物的结构与活性关联等问题尚不清楚,亟待进一步研究。

### 1.5 三萜类

三萜类化合物由 6 个异戊二烯单位聚合而成,分为四环三萜和五环三萜 2 类,在山茱萸中含量较少<sup>[19]</sup>。其中,四环三萜的基本母核多为环戊烷骈多氢菲结构,在母核的 C<sub>4</sub>、C<sub>10</sub>、C<sub>14</sub> 位及 C<sub>8</sub> 或 C<sub>13</sub> 位(共 5 个特征位点)均连接有甲基,且在 C<sub>17</sub> 位连接有 8 个碳原子组成的侧链;五环三萜的 C<sub>3</sub>—OH 位置多与糖类化合物结合为苷类,且苷元中多含有羧基,故又称酸性皂苷,能与山茱萸中的钙离子、镁离子结合形成盐类化合物<sup>[20]</sup>。目前,从山茱萸中分离鉴定的三萜类化合物约有 10 种,包括熊果酸、2 $\alpha$ -羟基熊果酸、齐墩果酸、白桦脂酸、 $\alpha$ -香树脂醇、山植酸、 $\beta$ -香树脂醇、科罗索酸、阿江榄仁树葡萄糖苷 II 等。其中,熊果酸具有抗炎、抗病毒、抗氧化、调节免疫等活性,是《中国药典》(2020 版)规定的山茱萸品质评价指标之一,其含量与山茱萸品种、生长周期、贮存方式、贮存时间等因素相关,且随果实发育呈降低趋势<sup>[3,21]</sup>。

### 1.6 其他化合物

研究<sup>[22]</sup>表明,山茱萸还含有醇类、有机酸类、甾体类、单萜类、倍半萜类、酯类等化合物。醇类化合物主要以羟基化合物形式存在,含量较多的有丁醇、异丁醇、异戊醇等,此外还有少量的  $\beta$ -苯乙醇、 $\alpha$ -松油醇等;有机酸类化合物包括柠檬酸、琥珀酸、苹果酸、酒石酸等,这类化合物既是山茱萸酸味的主要来源,也是其参与体内代谢调节的重要物质基础;甾体类化合物多以甾体皂苷形式存在,目前已

分离鉴定的包括谷甾醇、豆甾醇等,其结构中含有的环戊烷骈多氢菲母核是其发挥生理活性的关键;单萜类、倍半萜类化合物多为挥发性成分的重要组成部分,同时包含部分非挥发性衍生物;酯类化合物则涵盖脂肪酸酯、芳香族酯等多种类型。

## 2 山茱萸的健康功效

### 2.1 抗肿瘤作用

山茱萸提取物及其活性成分的抗肿瘤机制包括调控凋亡肿瘤因子表达、干扰相关信号转导、阻滞肿瘤细胞周期、调节机体免疫等。体外细胞实验证实,山茱萸多糖能下调 B 淋巴细胞瘤-2 的表达,促进线粒体释放细胞色素,激活天冬氨酸蛋白水解酶,进而抑制肺癌细胞生长<sup>[23]</sup>。山茱萸活性成分多通过干扰 PI3K/Akt、STAT3、Akt/mTOR 等信号通路抑制肿瘤细胞增殖并诱导其凋亡。如利用山茱萸多糖处理肝癌 HepG2 细胞时,可上调 *Klotho* 基因表达,限制 PI3K/Akt 通路活化,达到有效抑制肝癌细胞增殖的目的<sup>[24]</sup>。从山茱萸叶中提取的马钱素、芦丁、triohimasC 和 triohimasD 化合物能抑制 STAT3 的磷酸化及核易位,进而抑制 A375 细胞增殖和迁移<sup>[25]</sup>。N. T. Telang 等<sup>[26]</sup>研究发现,山茱萸提取物可下调 G1/S-特异性周期蛋白-D1 (CyclinD1) 表达,阻碍 MDA-MB-231 细胞生长,山茱萸獐牙菜苷的相同体外实验也得到了类似结果。此外,山茱萸提取物能使大鼠肿瘤结节数量和质量及肝组织炎症细胞浸润均显著降低,其作用机制可能是山茱萸提取物促进了大鼠原发性肝癌组织中免疫球蛋白超家族成员 B7-H6 的表达,进而促使自然杀伤细胞释放肿瘤坏死因子 TNF- $\alpha$  和干扰素因子 IFN- $\gamma$ ,最终导致肿瘤细胞凋亡<sup>[27]</sup>。也有研究<sup>[12]</sup>报道,山茱萸多糖可明显减缓小鼠体内 CD4+ 与 CD8+ 细胞比值的下降,表明其可通过调节机体免疫发挥抗肿瘤作用。

### 2.2 降血糖作用

山茱萸及其提取物可通过保护胰岛  $\beta$  细胞并改善胰岛素抵抗双重机制降低机体血糖水平。研究<sup>[28-30]</sup>表明,山茱萸提取物可增加链脲佐菌素诱导的糖尿病大鼠胰岛  $\beta$  细胞数量,这可能是由于莫诺昔



等山茱萸活性成分有利于 T 细胞核因子细胞质 2 的表达,抑制细胞因子介导的  $\beta$  细胞死亡,从而改善  $\beta$  细胞的生理功能并降低血糖水平。

山茱萸三萜类化合物可明显改善胰岛素抵抗效应<sup>[31]</sup>。其中,熊果酸能显著改善糖尿病大鼠的胰岛素敏感性,降低血糖和尿糖值,并可与马钱苷产生协同降糖效应<sup>[32-34]</sup>。山茱萸醇提物能降低糖尿病大鼠血清中的胆固醇含量,有效抑制血小板的聚集,降低血液黏稠度,但对正常大鼠的血糖影响较小<sup>[35]</sup>。 $\alpha$ -葡萄糖苷酶和醛糖还原酶是机体内调控血糖的重要酶,而山茱萸鞣质和皂苷对  $\alpha$ -葡萄糖苷酶具有良好的抑制作用,其中鞣质为热敏性竞争型抑制剂,半数抑制浓度和抑制常数分别为 0.22 mg/mL 和 0.15 mg/mL;皂苷为热稳定性非竞争型抑制剂,半数抑制浓度和抑制常数分别为 0.48 mg/mL 和 1.05 mg/mL,二者协同作用可降低大鼠餐后血糖水平<sup>[36-38]</sup>。此外,马钱苷和 7-O-没食子酰-D-景天庚酮糖对醛糖还原酶具有良好的抑制效果,可降低糖尿病小鼠的血糖水平<sup>[39]</sup>。

## 2.3 抗炎作用

机体出现炎症多是 STAT3、NF- $\kappa$ B、JAK、MAPK 等信号通路被激活或 TNF- $\alpha$ 、IL-1 $\beta$ 、IL-6 等炎症因子表达水平升高所致。山茱萸活性成分可通过调节炎症信号通路、调控炎症因子表达水平、抑制炎症细胞增殖和释放等多种途径发挥抗炎作用。

有报道<sup>[40]</sup>证实,山茱萸水提物在体内和体外环境中均可显著降低 IL-6、前列腺素 E2、IL-1 $\beta$ 、TNF- $\alpha$  等炎症因子的表达水平,抑制大鼠滑膜细胞过多分泌炎症细胞因子,进而缓解大鼠足趾肿胀。有研究<sup>[41]</sup>发现,山茱萸水提物和熊果酸亦能有效抑制 IL-12、IL-27 等炎症因子的表达,加快小鼠关节炎治愈。邵琰等<sup>[42]</sup>通过建立脓毒症肝损伤模型,证实山茱萸提取物可通过影响环氧合酶-2/核因子 E2 相关因子 2 的信号通路,下调环氧合酶-2 水平,同时上调血红素氧合酶-1 和 Nr2 水平,进而减轻大鼠的肝脏炎症反应。不同山茱萸提取物还能干扰 T2DM 患者体内 C-反应蛋白的正常表达,抑制核转录因子激活及 NF- $\kappa$ B 信号通路介导的巨噬细胞促炎因子的分泌<sup>[43]</sup>。

研究<sup>[44-45]</sup>还发现,在巨噬细胞 RAW264.7 脂多糖诱导建立的细胞炎症模型中,浓度为 40  $\mu$ mol/L 的山茱萸环烯醚萜类化合物香豆酰基马钱苷和马钱苷-4'-O-7'-莫诺苷对细胞具有良好的抗炎和抗氧化活性;低浓度的山茱萸环烯醚萜二聚体同样能抑制细胞炎症因子的释放。此外,莫诺苷、马钱苷等山茱萸环烯醚萜苷类化合物能够缓解结肠炎小鼠的肠黏膜屏障损伤,减轻小鼠体内巨噬细胞的极化作用,显著抑制 IL-1 $\beta$  等炎症因子释放,并促进修复蛋白分泌<sup>[46-48]</sup>;山茱萸多糖和山茱萸总苷可降低大鼠心肌中促炎因子 IL-6 的表达,减少炎症细胞浸润,进而抑制大鼠心肌梗死后的炎症反应<sup>[49]</sup>。综上所述可知,山茱萸在关节炎、肝炎、肠炎、心肌炎等炎症性疾病中均具有一定的治疗潜力。

## 2.4 抗氧化作用

山茱萸提取物中的多糖、环烯醚萜、多酚、有机酸等化合物均具有良好的抗氧化活性,其作用机制可能与激活抗氧化酶活性及对  $\cdot$ OH、O<sub>2</sub><sup>-</sup>、DPPH $\cdot$  和 ABTS<sup>+</sup> $\cdot$  的清除能力有关。张瑶等<sup>[50]</sup>研究发现,山茱萸多糖可提高衰老小鼠肾组织中的 *Klotho* 基因和蛋白表达水平,进而改善小鼠的总抗氧化能力。山茱萸醇提物可清除 DPPH $\cdot$  和 ABTS $\cdot$  <sup>+</sup><sup>[51]</sup>,其分离物 7- $\beta$ -O-乙基莫诺苷、7- $\alpha$ -O-乙基莫诺苷和 3-O-咖啡酰奎宁酸甲酯的抗氧化活性更好,三者对 DPPH $\cdot$  的清除率均超过 62%<sup>[52]</sup>。此外,山茱萸活性成分也可通过提升体内抗氧化酶的含量和活性,降低体内活性氧和过氧化物水平来发挥抗氧化作用。研究<sup>[53]</sup>证实,不同质量浓度山茱萸水煎液均能显著提高心肌组织的超氧化物歧化酶(SOD)活力。山茱萸多糖可干扰血管性痴呆大鼠的脑组织氧化应激反应,使其体内谷胱甘肽过氧化物酶和过氧化氢酶活性均显著升高<sup>[54]</sup>。山茱萸多糖还可提高体内 SOD 含量和活性,降低活性氧和丙二醛氧化水平,有效提高机体的抗氧化活性<sup>[55]</sup>。

## 2.5 其他健康功效

除了上述作用,山茱萸提取物及其活性成分还具有保护神经、保护肾脏、降血脂、调节肠道菌群、调节骨代谢、抑菌、保护心脏等多种健康功效,具体见表 1。

表 1 山茱萸提取物及活性成分的其他健康功效  
Table 1 Other health benefits of *Cornus officinalis* extract and its active components

健康功效	提取物及活性成分	疾病模型	作用机制	文献来源
保 护 神 经	莫诺苷	双氧水诱导的 SK-N-SH 人体神经母细胞瘤细胞死亡模型	抑制细胞内活性氧的产生, Bcl-2 相关 X 蛋白(Bax)和刺激 B 细胞淋巴瘤-2(Bcl-2)的表达,阻断线粒体介导的细胞凋亡,进而避免人体神经母细胞瘤细胞的氧化损伤	[56]
	环烯醚萜类化合物	皮质酮诱导的 PC12 细胞损伤模型	环烯醚萜类化合物的神经保护活性可能与其分子链上 C <sub>3</sub> 位的立体化学结构有关,其中,3 个 $\beta$ -取代基可能是活性基团	[57]
	莫诺苷	大鼠中动脉闭塞诱导的小鼠中风后抑郁模型	激活 MiR-409-3p 介导的 BDNF/TrkB 信号通路,在小鼠大脑皮层中发挥作用,减少小鼠脑细胞凋亡,从而改善其抑郁症状	[58]
保 护 肾 脏	山茱萸多酚	脂多糖诱导细胞肾炎模型	降低 CoIIV、FN 和 IL-6 因子的表达水平,下调 AKT 磷酸化水平	[59]
	没食子酸、马钱苷、莫诺苷	输尿管结扎诱导的细胞肾纤维化模型	降低 NADPH 氧化酶的表达水平,调控 AMPK/LKB1/NF- $\kappa$ B 通路,抑制 $\alpha$ -SMA、胶原 I、MMP-2 和 TIMP-1 因子与 TGF- $\beta$ 1/Smad 通路	[60]
降 血 脂	马钱苷	高脂饮食诱导的小鼠糖尿病肾病模型和晚期糖基化产物诱导的细胞肾损伤模型	阻碍细胞极化,干扰 MCP-1/CCR2 信号通路,抑制炎症细胞因子	[61]
	山茱萸新苷、莫诺苷、獐牙菜苷、没食子酸	地塞米松、异丁基黄嘌呤和胰岛素诱导的细胞分化脂肪细胞模型	抑制 C/EBP $\beta$ 蛋白因子,促进 PPAR $\gamma$ 和 C/EBP $\alpha$ 因子的表达	[62]
	莫诺苷	高果糖喂养诱导的肝脏脂肪变性模型和高果糖培养诱导的细胞模型	调节脂质代谢,抑制炎症反应,减缓脂肪生成,有效延缓由果糖诱导的非酒精性脂肪肝病的进展	[63]
	马钱苷	蛋氨酸-胆碱缺乏喂养诱导的非酒精性脂肪肝模型和脂多糖诱导的细胞炎症模型	抑制 IL-1 $\beta$ ,靶向非酒精性脂肪肝炎 NLRP3 炎症小体,抑制 NLRP3/ASC 复合物生成	[64]
调 节 肠 道 微 生 物	山茱萸	高糖高脂饮食后,链脲佐菌素诱导的糖尿病肾病模型	阻断 Wnt/ $\beta$ -catenin 信号通路,增加肠道厚壁菌门丰度,改善肠道微生态	[65]
	环烯醚萜苷类	预处理给药后 50%乙醇诱导的酒精性肝损伤模型	抑制炎症因子释放,恢复肠道屏障,维持肠道菌群平衡	[66]
	山茱萸	腺嘌呤诱导的慢性肾病模型	上调 ZO-1、claudin-1 和 occludin-1 蛋白表达,增强肠道屏障,增加双歧杆菌及罗斯氏菌属数量	[67]
调 节 骨 代 谢	莫诺苷	坐骨神经横断诱导的炎症性骨骼肌收缩模型	抑制经典和非经典 NF- $\kappa$ B 炎症因子 IL6 和 TNF- $\alpha$ 等,下调蛋白质降解信号 (ALK4/5/7 等)、泛素-蛋白酶体分子 (FoxO3 等)和自噬-溶酶体分子 (Bnip3 等)数量,强化蛋白质合成的 IGF-1 信号通路	[68]
	山茱萸总苷	双侧卵巢切除术后诱导的骨质疏松模型	调节大鼠骨组织瞬时受体电位阳离子通道-V6,瞬时受体电位阳离子通道-V5 蛋白表达,影响成骨细胞、破骨细胞活性及钙离子代谢机制,促进成骨代谢作用,提高大鼠骨密度	[69]
	马钱苷	内侧半月板诱导的小鼠关节炎模型	抑制环氧化酶-2、基质金属蛋白酶 3 和基质金属蛋白酶 13,减轻软骨退变,减少骨赘形成	[70]
	莫诺苷	核仁细胞的体外培养模型和手术诱导的动物椎间盘退变模型	抑制 ROS-Hippo-p53 信号通路,减轻核仁细胞的衰老,缓解椎间盘退变	[71]
抑 菌	山茱萸多糖	无	抑制大肠杆菌、铜绿假单胞菌、鼠伤寒沙门氏菌和枯草芽孢杆菌的生长和繁殖	[72]
	山茱萸多糖	无	抑制大肠杆菌、变形杆菌、金黄色葡萄球菌和链球菌的生长与繁殖,但对黑曲霉菌和酵母菌基本无作用	[73]
	马鞭草苷	血管紧张素诱导的小鼠心肌肥大模型	减轻心脏纤维化,减少促炎细胞因子分泌,抑制 JAK2/STAT3 和 NF- $\kappa$ B 信号通路关键蛋白(如 STAT3、JAK2、p65 和 I $\kappa$ B)的磷酸化,发挥其心脏保护作用	[74]

### 3 山茱萸在食品领域的应用研究

山茱萸在世界范围内均有分布,但食品化研究主要集中在中国、韩国、日本等亚洲国家,其在食品领域的开发尚处于起步阶段,主要集中在保健食品及酒类、饮料、醋、饼干、面包等普通食品方面<sup>[75-76]</sup>。

#### 3.1 保健食品

在我国,保健食品和特殊医学用途配方食品均属于特殊食品,而山茱萸尚未在后者中应用。早在2002年,我国卫生部就将山茱萸列入可用于保健食品物料的名单;截至2025年2月,国家市场监督管理总局和药智网披露的以山茱萸为主要原料注册的保健食品分别有22种和140种,信息综合后得出的有效数据为139种,产品形式包括胶囊、酒剂、片剂、固体颗粒、口服液、茶、丸剂、膏、果汁、其他饮品10类。其中,胶囊类共67种,因可掩味、保护活性成分、携带与服用便捷,占比最高(48.2%);酒剂类共20种,多是将山茱萸肉与其他药材(如人参、牛膝、五加皮)配伍后加入白酒中制成,其标志性活性成分有总皂甙、粗多糖,具有抗疲劳、增强免疫、延缓衰老等功效,占比为14.4%;片剂类共15种,占比为10.8%,其与胶囊通常采用微胶囊化、纳米技术等现代制剂技术提升活性成分的稳定性和生物利用度<sup>[77]</sup>;固体颗粒类共13种,通常以山茱萸提取物为主要成分,配以枸杞、菊花等其他原料制成速溶颗粒,具有携带方便、易保存等优点,占比为9.4%;口服液类则是将山茱萸提取物与其他成分配伍,制成易于吸收的液体剂型,如山茱萸口服液、山茱萸复合口服液等。

这139种被披露的保健食品,多是山茱萸与枸杞、山药、黄芪、人参、淫羊藿等补虚类中药配伍,共涉及10类保健功能,包括缓解体力疲劳(43.2%)、增强免疫力(27.7%)、辅助降血糖或有助于维持血糖健康水平(19.3%)、延缓衰老(3.2%)、祛黄褐斑(1.9%)、改善睡眠(1.9%)、改善胃肠道功能(润肠通便)、改善皮肤水分、辅助改善记忆和缓解视疲劳。此外,我国在2015—2024年批准的山茱萸保健食品共69种,2021年最多(21种),2020年次之(18种),而后进入低谷期,2022年降至9种,2024年仅

有4种。

目前,山茱萸保健食品产业已初具规模,产品种类日益丰富,市场规模不断扩大。然而,其发展仍面临产品质量参差不齐、功效评价体系不完善、消费者认知度不高等问题。未来,山茱萸保健食品的开发应更加注重个性化和精准化,同步引入绿色、低碳的先进加工技术;功效评价须遵循科学、规范原则,重点突破山茱萸保健食品的功效机制研究,设计并开展更多高质量的临床试验,最终建立覆盖原料-工艺-产品全链条的行业统一质量标准与评价体系。

#### 3.2 普通食品

**3.2.1 山茱萸酒** 山茱萸酒主要分为发酵型和浸泡型两大类。发酵型山茱萸酒是以山茱萸鲜果或山茱萸干燥果肉为原料,经酵母活化、接种、倒瓶、发酵、降酸、澄清、灌装、杀菌、陈酿等工序得到的成品酒。这类酒的酒精度较高且风味独特,如中国传统的山茱萸黄酒和山茱萸果酒<sup>[78]</sup>。浸泡型山茱萸酒则是将山茱萸果实或提取物浸泡在基酒中制成,如韩国传统的山茱萸药酒和日本的山茱萸梅酒。不同种类的山茱萸酒在口感、风味上各有特点,可满足消费者的多样化需求。山茱萸酒的加工工艺研究主要集中在传统工艺的改良和现代技术的应用两方面。传统山茱萸酒的酿造工艺主要包括原料选择、浸泡或发酵、陈酿等步骤。近年来,研究者对传统工艺进行了原料配比、优化发酵条件、引入新型陈酿技术等多方面优化,以提高山茱萸酒的品质和稳定性<sup>[79]</sup>。在原料处理方面,采用酶解技术预处理山茱萸果实可显著提高活性成分的提取率;在发酵工艺优化方面,通过筛选优良菌株和优化发酵条件,可提高山茱萸酒的品质和出酒率,如采用复合酵母菌发酵可改善山茱萸酒的风味和香气<sup>[75]</sup>;在陈酿技术方面,一些研究<sup>[80]</sup>尝试使用橡木桶陈酿或超声波辅助陈酿,以加速山茱萸酒的熟化过程。现代生物技术的应用为山茱萸酒酿造工艺的革新提供了新思路。例如,利用固定化细胞技术可以提高发酵效率和产品稳定性<sup>[81]</sup>;将膜分离技术用于山茱萸酒的澄清和稳定,可提高产品的感官品质、货架期等<sup>[82]</sup>。



近年来,随着消费者对低度酒和功能性酒饮需求的增加,新型山茱萸酒产品不断涌现,如山茱萸起泡酒通过二次发酵工艺赋予产品独特的口感和香气。还有研究<sup>[83]</sup>将山茱萸与其他药食同源原料配伍,开发出具有养生功能的山茱萸枸杞酒、山茱萸菊花酒等产品,这些新型产品的开发丰富了山茱萸酒的种类,拓展了其市场空间。

**3.2.2 山茱萸饮料** 山茱萸饮料主要包括果汁、茶饮、发酵饮料、复合饮料等类型<sup>[84]</sup>。果汁以山茱萸果实为原料,经榨汁、过滤、杀菌等工艺制成。这类产品保留了山茱萸的天然风味及维生素C、有机酸、多酚等营养成分,口感清爽,具有良好的保健功能。茶饮是将山茱萸果实与茶叶、枸杞、菊花等配伍,制成具有特定保健功能的茶类饮品。发酵饮料是利用乳酸菌或酵母菌发酵山茱萸果实制成,既能改善饮料的风味与口感,又能提升其营养价值和养生功能。有学者研制的山茱萸乳酸菌发酵饮料,其活性成分与抗氧化能力均显著提升,为药食同源饮品的开发提供了新方向<sup>[85]</sup>。复合饮料是将山茱萸提取物与膳食纤维、益生元等其他功能性成分配伍,开发出兼具山茱萸保健功效及调节肠道菌群、增强免疫力等复合益处的新型饮品<sup>[86]</sup>。

目前,国内外学者围绕山茱萸饮料的加工工艺优化开展的研究主要集中在活性成分提取、饮料澄清及稳定等方面。活性成分提取是山茱萸饮料生产的关键步骤,水提、醇提等传统提取方法存在提取效率低、损失大等问题,近年引入的超声波辅助提取、高压电放电辅助提取、超临界流体萃取、脉冲电场辅助提取、高压均质技术等新型提取技术可显著提高山茱萸活性成分的提取效率和纯度。过滤、离心等传统澄清方法存在效率低、成本高等问题,而酶法澄清、膜分离技术等新型澄清技术可在提高山茱萸饮料澄清度和稳定性的同时保留果汁营养成分<sup>[87]</sup>。此外,山茱萸多酚等活性成分易氧化降解,导致山茱萸饮料的贮存稳定性较差,进而降低产品品质并缩短其货架期。微胶囊化、纳米技术等新型稳定化技术的应用则能有效增强山茱萸饮料中活性成分的稳定性。

**3.2.3 山茱萸醋** 山茱萸醋以山茱萸为原料,经微

生物发酵制成,既保留了山茱萸的营养价值,又赋予了醋更丰富的风味。发酵与陈酿是山茱萸醋生产的重要环节。固态发酵、液态发酵等传统发酵方法存在发酵周期长、效率低等问题,而固定化细胞发酵、连续发酵等新技术则能显著提高山茱萸醋的发酵效率和产品品质。自然陈酿、橡木桶陈酿等传统陈酿方法存在周期长、成本高等缺点,而超声波或辅助陈酿等新型陈酿技术则能显著缩短山茱萸醋的陈酿周期,同步增强风味、营养与贮存稳定性<sup>[88]</sup>。

目前,对山茱萸醋的配方优化研究主要集中在原料配比、发酵菌种选择、品质提升等方面。传统原料配比多采用经验法或正交试验法,效率较低,而响应面法、遗传算法能显著提高山茱萸醋的优化效率和产品品质。发酵菌种选择正由自然筛选、人工筛选等方式转向基因工程、代谢工程等,以获得更稳定、抗逆性更强且产酸效率更高的优良菌株。为进一步提高山茱萸醋的营养价值和食用品质,可适量添加其他活性因子、维生素、矿物质元素等,并借助微胶囊化、纳米技术等手段进行包埋或固定以提高其稳定性<sup>[89]</sup>。

**3.2.4 其他食品** 山茱萸在面包、糕点、果冻、果酱、饼干等休闲食品中也有诸多应用,主要集中在改善食用品质、延长保质期、提高营养价值等方面。研究<sup>[90]</sup>表明,添加5%(若无特指,后文百分数均指质量分数)的山茱萸粉可增加面包的比容和弹性,降低其硬度,同时延长其货架期。山茱萸粉与柿叶粉、藕粉、明胶等复配可制备出口感良好的山茱萸糕<sup>[91]</sup>。山茱萸多糖也能与胶体物质发生协同作用,改善果冻、果酱的质地,如添加0.5%的山茱萸多糖可显著提高果冻的弹性和咀嚼性;添加0.3%的山茱萸多糖可增强果酱的黏度和稳定性,改善其脱水收缩现象<sup>[92]</sup>。添加山茱萸提取物和甘薯叶提取物的饼干中多酚类物质和抗氧化活性均显著高于未添加饼干<sup>[93]</sup>。

## 4 总结与展望

本文介绍了山茱萸多糖类、黄酮类、鞣质、环烯醚萜类、三萜类、醇类、有机酸类等主要活性成分及

其在抗肿瘤、降血糖、抗炎、抗氧化等方面的健康功效,并系统梳理了山茱萸活性成分在调控凋亡肿瘤因子表达、保护胰岛 $\beta$ 细胞、调节炎症信号通路、激活抗氧化酶活性等机制研究方面的重要进展。目前,山茱萸在保健食品与普通食品中均有广泛应用,但也存在对其活性成分挖掘深度不够、作用机制解析不深入、临床数据缺乏、产品同质化严重、活性成分稳定性较低、产品质量参差不齐等亟待解决的问题。未来还应在如下几方面开展深入研究:1)借助现代技术持续挖掘山茱萸活性成分,特别是微量及新型活性成分,并阐明其结构-活性关系与稳定性;2)加强山茱萸健康功效机制的研究,特别是对山茱萸活性成分在人体内的代谢过程、生物利用度及其与其他食物或药物的相互作用等方面;3)开发更多口感佳、食用便捷、具有特定功能且符合现代消费需求的创新型山茱萸食品,优化产品多样性与感官品质以提升消费者接受度;4)注重山茱萸加工稳定性研究,开发新型加工技术以提高山茱萸活性成分的稳定性和生物利用度,最大限度地保留其营养与功效;5)推进山茱萸食品的规模化生产和质量控制,建立统一的质量标准与安全评价体系,通过产学研合作等途径提升山茱萸食品的市场竞争力。

参考文献:

[1] TIAN W S, ZHAO J, LEE J H, et al. Neuroprotective effects of *Cornus officinalis* on stress-induced hippocampal deficits in rats and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced neurotoxicity in SH-SY5Y neuroblastoma cells [J]. *Antioxidants*, 2020, 9 (1):27.

[2] 汪嘉俊,王泽萍,王雪莲,等. 山茱萸化学成分和药理作用的研究进展[J]. *中草药*, 2025, 56(3):1088-1103.

WANG J J, WANG Z P, WANG X L, et al. Research progress on chemical composition and pharmacology of *Cornus officinalis* [J]. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 2025, 56(3):1088-1103.

[3] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典·三部:2020年版[M]. 北京:中国医药科技出版社, 2020.

National Pharmacopoeia Committee. *Pharmacopoeia of the People's republic of China · Volume III: 2020 edition* [M]. Beijing: China Medical Science and Technology Press, 2020.

[4] 张立强,单国顺,洪艺丹,等. 基于 UPLC-Q-TOF-MS 和 UPLC-QqQ-MS/MS 的山茱萸不同炮制品化学成分定性 与定量分析[J]. *中国中药杂志*, 2025(8):2145-2158.

ZHANG L Q, SHAN G S, HONG Y D, et al. Qualitative and quantitative analysis of chemical components in different processed products of *Cornus officinalis* based on UPLC-Q-TOF-MS and UPLC-QqQ-MS/MS [J]. *Chinese Journal of Traditional Chinese Medicine*, 2025 (8):2145-2158.

[5] 国家市场监督管理总局. 党参等 9 种物质新增纳入食 药物质目录[EB/OL]. (2023-11-15) [2025-12-08]. [https://www.samr.gov.cn/xw/sj/art/2023/art\\_8d005589c2914083a4aa9442102babf8.html](https://www.samr.gov.cn/xw/sj/art/2023/art_8d005589c2914083a4aa9442102babf8.html)

State Administration of market supervision and Administration. Codonopsis and 8 other substances newly added to the list of edible and medicinal materials [EB/OL]. (2023-11-15) [2025-12-08]. [https://www.samr.gov.cn/xw/sj/art/2023/art\\_8d005589c2914083a4aa9442102babf8.html](https://www.samr.gov.cn/xw/sj/art/2023/art_8d005589c2914083a4aa9442102babf8.html)

[6] JIANG H, WANG Y Y, LI J, et al. Preparation of high-purity 1,2,3,6-tetragalloylglucose from *Cornus officinalis* Sieb. et Zucc. seeds [J]. *Natural Product Communications*, 2025, 20:1934578X251316689.

[7] WANG M Y, MENG M, YANG C C, et al. Cornel iridoid glycoside improves cognitive impairment induced by chronic cerebral hypoperfusion via activating PI3K/Akt/GSK-3 $\beta$ /CREB pathway in rats [J]. *Behavioural Brain Research*, 2020, 379:112319.

[8] 刘昱. 中药材山茱萸质量标志物和多糖研究[D]. 天津:天津科技大学, 2022.

LIU Y. Research on quality markers and polysaccharides of Chinese medicinal material *Cornus officinalis* [D]. Tianjin: Tianjin University of Science and Technology, 2022.

[9] CAO B, ZENG M N, HAO F X, et al. *Cornus officinalis* Sieb. et Zucc. attenuates A $\beta$  (25-35)-induced mitochondrial damage and neuroinflammation in mice by modulating the ERK pathway[J]. *Phytomedicine*, 2024, 129:155709.

[10] YANG Y C, YU Y X, GAO J X, et al. Iridoid glycoside dimers from fruits of *Cornus officinalis* and their anti-inflammatory activity[J]. *Frontiers in Chemistry*, 2025, 13:1558075.

[11] 周迎春,张廉洁,张燕丽. 山茱萸化学成分及药理作用 研究新进展[J]. *中医药信息*, 2020, 37(1):114-120.

ZHOU Y C, ZHANG L J, ZHANG Y L. New progress in chemical constituents and pharmacological action of *Cornus officinalis* [J]. *Information on Traditional Chinese Medicine*, 2020, 37(1):114-120.

[12] BRODYAK I, MOROZ A, BERNACKA K, et al. Alleviation of hyperglycaemia and oxidative stress by fruit extracts of different cultivars of the cornelian cherry



- (*Cornus mas* L. and *Cornus mas*×*Cornus officinalis*) in rats with diabetes mellitus [J]. Food & Function, 2025, 16(5): 2136–2155.
- [13] 侯亚迪, 尚子慧, 陈培, 等. 山茱萸环烯醚萜苷的化学成分及生物活性研究进展 [J]. 中华中医药学刊, 2024, 42(6): 69–76.
- HOU Y D, SHANG Z H, CHEN P, et al. Research progress on chemical constituents and biological activities of iridoid glycosides from *Cornus officinalis* [J]. Chinese Archives of Traditional Chinese Medicine, 2024, 42(6): 69–76.
- [14] SUN X Y, XUE S J, CUI Y X, et al. Characterization and identification of chemical constituents in Corni Fructus and effect of storage using UHPLC-LTQ-Orbitrap-MS [J]. Food Research International, 2023, 164: 112330.
- [15] WANG L L, CHEN H, JIANG Y H, et al. Simultaneous determination of 11 high-polarity components from fructus corni: A quantitative LC-MS/MS method for improved quality control [J]. Journal of Chromatographic Science, 2018, 56(1): 56–64.
- [16] YE X S, HE J, CHENG Y C, et al. Cornusides A-O, bioactive iridoid glucoside dimers from the fruit of *Cornus officinalis* [J]. Journal of Natural Products, 2017, 80(12): 3103–3111.
- [17] ZHANG A N, HA B E, CHEN C, et al. Vacuum-steam pulsed blanching: An emerging method to enhance texture softening, drying behavior and physicochemical properties of *Cornus officinalis* [J]. Journal of Food Science, 2024, 89(1): 202–216.
- [18] LIU G L, WANG J J. Chemical and pharmacological studies of *Cornus officinalis* [J]. Cambridge Science Advance, 2024, 2024(4): 1–6.
- [19] 范倩, 陈雪冰, 荣莉, 等. 山茱萸化学成分、生物活性、复方应用及质量控制研究进展 [J]. 天然产物研究与开发, 2020, 32(7): 1244–1258.
- FAN Q, CHEN X B, RONG L, et al. Research progress on chemical constituents, bioactivities, formula applications and quality control of *Cornus officinalis* [J]. Natural Product Research and Development, 2020, 32(7): 1244–1258.
- [20] HUANG J, ZHANG Y W, DONG L, et al. Ethnopharmacology, phytochemistry, and pharmacology of *Cornus officinalis* Sieb. et Zucc. [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2018, 213: 280–301.
- [21] TENUTA M C, DEGUIN B, LOIZZO M R, et al. An overview of traditional uses, phytochemical compositions and biological activities of edible fruits of European and Asian *Cornus* species [J]. Foods, 2022, 11(9): 1240.
- [22] 潘雪格. 中药山茱萸、丹参化学成分和生物活性的研究 [D]. 北京: 北京中医药大学, 2018.
- PAN X G. Research on the chemical components and biological activities of traditional Chinese medicine *Cornus officinalis* and *salvia miltiorrhiza* [D]. Beijing: Beijing University of Traditional Chinese Medicine, 2018.
- [23] BADONI S, RAWAT D, MAHATO A K, et al. Therapeutic potential of *Cornus* genus: Navigating phytochemistry, pharmacology, clinical studies, and advanced delivery approaches [J]. Chemistry & Biodiversity, 2024, 21(8): e202301888.
- [24] 李媛, 孙锁锋. 山茱萸多糖通过上调 Klotho 表达和抑制 PI3K/AKT 通路对肝癌 HepG2 细胞增殖、凋亡的影响 [J]. 现代药物与临床, 2019, 34(10): 2887–2893.
- LI Y, SUN S F. Effect of *Cornus officinalis* polysaccharide on proliferation and apoptosis of hepatocellular carcinoma HepG2 cells by up-regulating Klotho expression and inhibiting PI3K/AKT pathway [J]. Drugs & Clinic, 2019, 34(10): 2887–2893.
- [25] XU R Q, ZENG M N, WU Y Y, et al. Acetone extract of *Cornus officinalis* leaves exerts anti-melanoma effects via inhibiting STAT3 signaling [J]. OncoTargets and Therapy, 2021, 14: 3487–3501.
- [26] TELANG N T, NAIR H B, WONG G Y C. Growth inhibitory efficacy of *Cornus officinalis* in a cell culture model for triple-negative breast cancer [J]. Oncology Letters, 2019, 17(6): 5261–5266.
- [27] 肖鹏, 白桦, 栗敏, 等. 山茱萸提取物对大鼠原发性肝癌组织中 B7-H6 表达的影响 [J]. 中国肿瘤临床, 2017, 44(22): 1125–1129.
- XIAO P, BAI H, LI M, et al. Effect of Fructus Corni extract on B7-H6 expression in primary liver cancer of rats [J]. Chinese Journal of Clinical Oncology, 2017, 44(22): 1125–1129.
- [28] HAN Y, JUNG H W, PARK Y K. Selective therapeutic effect of *Cornus officinalis* fruits on the damage of different organs in STZ-induced diabetic rats [J]. The American Journal of Chinese Medicine, 2014, 42(5): 1169–1182.
- [29] SHARP-TAWFIK A E, COINER A M, MARELIA C B, et al. Compositional analysis and biological characterization of *Cornus officinalis* on human 1.1B4 pancreatic  $\beta$  cells [J]. Molecular and Cellular Endocrinology, 2019, 494: 110491.
- [30] ZHAO M Y, CAO W W, LI L L, et al. Effects of different proteins and maltodextrin combinations as wall material on the characteristics of *Cornus officinalis* flavonoids microcapsules [J]. Frontiers in Nutrition, 2022, 9: 1007863.
- [31] 刘薇, 朱晶晶, 徐志猛, 等. 山茱萸总萜对 KK 糖尿病小鼠的治疗作用研究 [J]. 药物评价研究, 2016, 39(6): 947–952.
- LIU W, ZHU J J, XU Z M, et al. Effects of terpenes from *Cornus Fructus* on KK 糖尿病小鼠 [J]. Drug Evaluation Research, 2016, 39(6): 947–952.
- [32] WANG Z W, ZHOU N, FANG S B, et al. Effect of ursolic

- acid on obesity-induced insulin resistance in rat liver[J]. Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 2018, 17(5):837.
- [33] HE K, SONG S H, ZOU Z Y, et al. The hypoglycemic and synergistic effect of loganin, morroniside, and ursolic acid isolated from the fruits of *Cornus officinalis* [J]. Phytotherapy Research, 2016, 30(2):283-291.
- [34] MO F F, LIU H X, ZHANG Y, et al. Anti-diabetic effect of loganin by inhibiting FOXO1 nuclear translocation via PI3K/Akt signaling pathway in INS-1 cell [J]. Iranian Journal of Basic Medical Sciences, 2019, 22(3):262-266.
- [35] LIU R N, DONG J, WANG J P, et al. MCnebula analysis combined with alpha-glucosidase inhibitory screening reveals potential chemical contributors to efficacy enhancement of natural products after processing [J]. Food Research International, 2025, 205:115985.
- [36] 马庆一, 陈丽华, 杨海延, 等. 山茱萸中 $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制活性因子的筛选(II) [J]. 食品科学, 2007, 28(2):73-78.
- MA Q Y, CHEN L H, YANG H Y, et al. Screening of  $\alpha$ -glucosidase inhibitors from *cornus officinalis* (II) [J]. Food Science, 2007, 28(2):73-78.
- [37] 马庆一, 陈丽华, 杨海延, 等. 山茱萸中 $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制活性因子的筛选(I) [J]. 食品科学, 2007, 28(1):167-170.
- MA Q Y, CHEN L H, YANG H Y, et al. Screening  $\alpha$ -glucosidase inhibitors from *cornus officinalis* (I) [J]. Food Science, 2007, 28(1):167-170.
- [38] PARK C H, NOH J S, TANAKA T, et al. The effects of corni fructus extract and its fractions against  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activities *in vitro* and sucrose tolerance in normal rats [J]. The American Journal of Chinese Medicine, 2011, 39(2):367-380.
- [39] LEE C M, JUNG H A, OH S H, et al. Kinetic and molecular docking studies of loganin and 7-O-galloyl-D-sedoheptulose from Corni Fructus as therapeutic agents for diabetic complications through inhibition of aldose reductase[J]. Archives of Pharmacal Research, 2015, 38(6):1090-1098.
- [40] 周瑞, 唐志书, 武婧, 等. 基于抗类风湿关节炎作用评价膜分离技术富集山茱萸抗炎组分的适用性[J]. 中草药, 2019, 50(5):1182-1188.
- ZHOU R, TANG Z S, WU J, et al. Applicability of membrane separation technique for concentrating anti-inflammatory compounds of *Cornus officinalis* Decoction based on anti-rheumatoid arthritis activity [J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2019, 50(5):1182-1188.
- [41] HUANG L C, HU S Q, SHAO M Y, et al. Combined *Cornus officinalis* and *Paeonia lactiflora* pall therapy alleviates rheumatoid arthritis by regulating synovial apoptosis via AMPK-mediated mitochondrial fission[J]. Frontiers in Pharmacology, 2021, 12:639009.
- [42] 邵琰, 牟微娜, 俞莹莹. 山茱萸提取物经 COX-2/Nrf2 信号通路对脓毒症模型大鼠肝损伤的改善作用[J]. 浙江中西医结合杂志, 2021, 31(4):308-313.
- SHAO Y, MOU W N, YU Y Y. Effect of *Cornus officinalis* extract on protection of liver injury in a rat sepsis model via regulation of COX-2/Nrf2 signaling [J]. Zhejiang Journal of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, 2021, 31(4):308-313.
- [43] 王福兴. 山茱萸提取物通过 NF- $\kappa$ B 炎症信号通路改善 2 型糖尿病小鼠的机制研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2018.
- WANG F X. Study on the mechanism of *Cornus officinalis* extract improving type 2 diabetes mice through NF- $\kappa$ B inflammatory signaling pathway [D]. Xi'an: Shanxi Normal University, 2018.
- [44] PENG Z C, WANG Y M, HE J, et al. Chemical constituents and their antioxidant and anti-inflammatory activities from edible *Cornus officinalis* fruits [J]. European Food Research and Technology, 2022, 248(4):1003-1010.
- [45] YE X S, HE J, CHENG Y C, et al. Cornusides A-O, bioactive iridoid glucoside dimers from the fruit of *Cornus officinalis* [J]. Journal of Natural Products, 2017, 80(12):3103-3111.
- [46] YUAN J H, CHENG W P, ZHANG G Y, et al. Protective effects of iridoid glycosides on acute colitis via inhibition of the inflammatory response mediated by the STAT3/NF- $\kappa$ B pathway [J]. International Immunopharmacology, 2020, 81:106240.
- [47] LIU S, SHEN H, LI J Y, et al. Loganin inhibits macrophage M1 polarization and modulates sirt1/NF- $\kappa$ B signaling pathway to attenuate ulcerative colitis [J]. Bioengineered, 2020, 11(1):628-639.
- [48] PRZYBYLSKA D, KUCHARSKA A Z, SOZANŃSKI T. A review on bioactive iridoids in edible fruits-from garden to food and pharmaceutical products [J]. Food Reviews International, 2023, 39(9):6447-6477.
- [49] 侯祥平, 匡威, 陈克芳, 等. 山茱萸总苷及多糖对心肌梗死大鼠心肌炎症因子 IL-6 及 IL-10 的影响[J]. 中国中医药科技, 2016, 23(5):548-550.
- HOU X P, KUANG W, CHEN K F, et al. Effects of total *Cornus officinalis* glycosides and *Cornus* polysaccharides on IL-6 and IL-10 expressions in acute myocardial infarction rats [J]. Chinese Journal of Traditional Medical Science and Technology, 2016, 23(5):548-550.
- [50] 张瑶, 朱贵明, 谷志龙, 等. 山茱萸多糖对 D-半乳糖致衰老小鼠肾组织中 Klotho 基因表达的影响[J]. 老年医学与保健, 2010, 16(6):346-348, 353.
- ZHANG Y, ZHU G M, GU Z L, et al. The effect of *Cornus officinalis* polysaccharides on Klotho gene expression in

- renal tissue of D-galactose-induced aging mice [J]. Geriatric Medicine and Health Care, 2010, 16(6): 346–348, 353.
- [51] HWANG K A, HWANG Y J, SONG J. Antioxidant activities and oxidative stress inhibitory effects of ethanol extracts from *Cornus officinalis* on raw 264.7 cells [J]. BMC Complementary and Alternative Medicine, 2016, 16: 196.
- [52] 冀麟麟, 王欣, 钟祥健, 等. 山茱萸的化学成分及其抗氧化活性 [J]. 现代食品科技, 2019, 35(5): 137–143, 36.
- JI L L, WANG X, ZHONG X J, et al. Chemical composition and antioxidant activity of *Cornus officinalis* [J]. Modern Food Science and Technology, 2019, 35(5): 137–143, 36.
- [53] LIU Z, LIU Y, MAN S L, et al. Functional factors, nutritional value and development strategies of *Cornus*: A review [J]. Trends in Food Science & Technology, 2023, 139: 104121.
- [54] GAO X, LIU Y, AN Z C, et al. Active components and pharmacological effects of *Cornus officinalis*: Literature review [J]. Frontiers in Pharmacology, 2021, 12: 633447.
- [55] 王恩军, 靳祎, 季文琦, 等. 山茱萸多糖对肺癌细胞的凋亡作用及 Bcl-2、Bax 表达的影响 [J]. 中成药, 2012, 34(5): 808–811.
- WANG E J, JIN Y, JI W Q, et al. Effect of *Corni Fructus* polysaccharides on apoptosis and Bcl-2, Bax expression in A549 cells [J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 2012, 34(5): 808–811.
- [56] ZHANG J X, WANG R, XI J, et al. Morroniside protects SK-N-SH human neuroblastoma cells against H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced damage [J]. International Journal of Molecular Medicine, 2017, 39(3): 603–612.
- [57] JI L L, WANG X, LI J J, et al. New iridoid derivatives from the fruits of *Cornus officinalis* and their neuroprotective activities [J]. Molecules, 2019, 24(3): 625.
- [58] QIAN L H, HUANG S R, LIU X L, et al. Morroniside improves the symptoms of post-stroke depression in mice through the BDNF signaling pathway mediated by miR-409-3p [J]. Phytomedicine, 2024, 123: 155224.
- [59] NAJJAR R S, AKHAVAN N S, POURAFSHAR S, et al. *Cornus officinalis* var. *koreana* Kitam polyphenol extract decreases pro-inflammatory markers in lipopolysaccharide (LPS)-induced RAW 264.7 macrophages by reducing Akt phosphorylation [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2021, 270: 113734.
- [60] LEE J A, SHIN M R, ROH S S. Corni fructus alleviates UUO-induced renal fibrosis via TGF- $\beta$ /smad signaling [J]. BioMed Research International, 2022, 2022(1): 5780964.
- [61] DU Q, FU Y X, SHU A M, et al. Loganin alleviates macrophage infiltration and activation by inhibiting the MCP-1/CCR2 axis in diabetic nephropathy [J]. Life Sciences, 2021, 272: 118808.
- [62] SUK L, JI C, DON K, et al. Anti-obesity activity in 3T3-L1 cells of *Cornus officinalis* fruits harvested at different times [J]. Processes, 2022, 10(10): 2008.
- [63] TONG Q, XI J J, CAO Y, et al. Morroniside delays NAFLD progression in fructose-fed mice by normalizing lipid metabolism and inhibiting the inflammatory response [J]. Journal of Food Biochemistry, 2023, 2023(1): 9952583.
- [64] HYEON J, YANG G, KYUNG S, et al. Loganin prevents hepatic steatosis by blocking NLRP3 inflammasome activation [J]. Biomolecules & Therapeutics, 2023, 31(1): 40–47.
- [65] JU C G, ZHU L, WANG W, et al. *Cornus officinalis* prior and post-processing: Regulatory effects on intestinal flora of diabetic nephropathy rats [J]. Frontiers in Pharmacology, 2022, 13: 1039711.
- [66] HAN X, LIU J, BAI Y F, et al. An iridoid glycoside from *Cornus officinalis* balances intestinal microbiome disorder and alleviates alcohol-induced liver injury [J]. Journal of Functional Foods, 2021, 82: 104488.
- [67] WANG L, ZHU J H, JIANG X D, et al. Preventive effects of the *Rehmannia glutinosa* Libosch and *Cornus officinalis* Sieb herb couple on chronic kidney disease rats via modulating the intestinal microbiota and enhancing the intestinal barrier [J]. Frontiers in Pharmacology, 2022, 13: 942032.
- [68] YI X J, TAO J G, QIAN Y, et al. Morroniside ameliorates inflammatory skeletal muscle atrophy via inhibiting canonical and non-canonical NF- $\kappa$ B and regulating protein synthesis/degradation [J]. Frontiers in Pharmacology, 2022, 13: 1056460.
- [69] 李绍烁, 赵京涛, 何昌强, 等. 山茱萸总甙干预骨质疏松模型大鼠骨代谢: TRPV6、TRPV5 通路的变化 [J]. 中国组织工程研究, 2019, 23(11): 1749–1754.
- LI S S, ZHAO J T, HE C Q, et al. *Cornus officinalis* glycosides intervening bone metabolism in rat models of osteoporosis: Changes of TRPV6 and TRPV5 pathways [J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2019, 23(11): 1749–1754.
- [70] PARK E, LEE C G, YUN S H, et al. Ameliorative effects of loganin on arthritis in chondrocytes and destabilization of the medial *Meniscus*-induced animal model [J]. Pharmaceuticals, 2021, 14(2): 135.
- [71] ZHOU C C, YAO S, FU F D, et al. Morroniside attenuates nucleus pulposus cell senescence to alleviate intervertebral disc degeneration via inhibiting ROS-Hippo-p53 pathway [J]. Frontiers in Pharmacology, 2022, 13: 942435.
- [72] SUN J R, WANG D H, ZHAO J F, et al. Ultrasonic-assisted extraction, purification, antioxidant and



antibacterial activity of polysaccharide from *Cornus officinalis* leaves [J]. Journal of Food and Nutrition Research, 2020, 8(9): 496-505.

[73] 孟景茜, 单留峰, 路亮, 等. 重构本草: 山茱萸[J]. 长春中医药大学学报, 2025, 41(5): 495-497.

MENG J X, SHAN L F, LU L, et al. Reconstruction of Chinese materia Medica-Asiatic cornelian cherry fruit [J]. Journal of Changchun University of Chinese Medicine, 2025, 41(5): 495-497.

[74] XU J J, LI R J, ZHANG Z H, et al. Loganin inhibits angiotensin II-induced cardiac hypertrophy through the JAK2/STAT3 and NF- $\kappa$ B signaling pathways [J]. Frontiers in Pharmacology, 2021, 12: 678886.

[75] 李晓君, 郭娟, 刘青业, 等. 山茱萸食品的研究进展及开发策略[J]. 陕西理工大学学报(自然科学版), 2024(3): 77-83.

LI X J, GUO J, LIU Q Y, et al. Research progress and development strategy of *Cornus officinalis* food[J]. Journal of Shaanxi University of Technology (Natural Science Edition), 2024(3): 77-83.

[76] 杨菊花. 山茱萸-山药水煎液免疫活性研究及其袋泡茶开发[D]. 成都: 成都大学, 2024.

YANG J H. Study on the immune activity of water decoction of *Cornus officinalis* and Chinese yam and the development of tea bags [D]. Chengdu: Chengdu University, 2024.

[77] PASTARNOKIENÈ L, POTAPOV E, MAKUŠKA R, et al. Optimization of microencapsulation of polyaspartic acid ester into UV curable epoxy-acrylate resin using Taguchi method of experimental design [J]. Journal of Applied Polymer Science, 2024, 141(15): e55216.

[78] 李少华, 李申, 李翠翠. 山茱萸黄酒发酵工艺的优化研究[J]. 食品研究与开发, 2021, 42(22): 125-130.

LI S H, LI S, LI C C. Optimization of fermentation process of Chinese rice wine from *Cornus officinalis* [J]. Food Research and Development, 2021, 42(22): 125-130.

[79] 杜仕文. 一种养生保健中药酒及其制备方法: CN202310888524. 8[P]. 2023-11-14.

DU S W. A health preserving medicinal wine and its preparation method: CN202310888524. 8[P]. 2023-11-14.

[80] 陈达. 荔枝酒橡木桶微氧陈酿及醒酒技术研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2016.

CHEN D. Research on micro oxygen aging and sobering technology of litchi wine in oak barrels [D]. Guangzhou: South China University of technology, 2016.

[81] 陈金凤, 孟伦, 王文亮, 等. 酵母菌封装微胶囊技术在食品领域中的研究与应用进展[J]. 食品与发酵工业, 2025, 51(9): 342-350.

CHEN J F, MENG L, WANG W L, et al. Research and application progress of yeast encapsulated microcapsule technology in the field of food [J]. Food and Fermentation Industry, 2025, 51(9): 342-350.

[82] BI Y, DONG J, ZHOU Y, et al. Application of membrane separation technology in the purification of pharmaceutical components [J]. Preparative Biochemistry & Biotechnology, 2024, 54(9): 1107-1115.

[83] 钱掟提, 姚瑞祺, 王锋. 山茱萸保健酒: 201310441916. 6 [P]. 2013-09-26.

QIAN S T, YAO R Q, WANG F. *Cornus officinalis* health wine: 201310441916. 6 [P]. 2013-09-26.

[84] 高泓娟. 挖掘创新潜力 实现跨品类突破: 2023 中国咖啡·茶·植物饮料发展研讨会在丹江口举办[J]. 饮料工业, 2023, 26(4): 77-79.

GAO H J. Exploring innovation potential and achieving cross category breakthroughs: The 2023 China coffee, tea, and plant beverage development seminar was held in Danjiangkou [J]. Beverage Industry, 2023, 26(4): 77-79.

[85] WANG Y, LIN X, HUANG Z. Development of a fermented *Cornus officinalis* beverage: Optimization of fermentation conditions and evaluation of antioxidant activity [J]. Journal of Food Engineering, 2018, 225: 1-8.

[86] 文喜莲, 王品杰, 刘海林, 等. 山茱萸饮料的研制及抗氧化活性评价[J]. 中国果菜, 2024, 44(12): 25-30.

WEN X L, WANG P J, LIU H L, et al. Development and antioxidant activity evaluation of *Cornus officinalis* beverage [J]. China Fruit & Vegetable, 2024, 44(12): 25-30.

[87] YADAV D, INGOLE P G. Advances in membrane technology for enantiomer separation [J]. Advances in Separation Sciences, 2025(13): 211-225.

[88] 高欢, 陈树和, 严劲松, 等. 基于熵权-TOPSIS 模型对山茱萸不同醋制方法的综合评价[J]. 湖北中医药大学学报, 2024, 26(4): 43-47.

GAO H, CHEN S H, YAN J S, et al. Comprehensive evaluation of different vinegar preparation methods of *Cornus officinalis* based on entropy weight-TOPSIS model [J]. Journal of Hubei University of Chinese Medicine, 2024, 26(4): 43-47.

[89] CHAUHAN B, SINGH D P, SHARMA P. Bioactive pigments in functional foods: Insights into their diversity, extraction, and applications [J]. Food Science and Biotechnology, 2025, 34(16): 3807-3827.

[90] 河南省商业科学研究所有限责任公司, 河南省科学院. 一种山茱萸千层酥面包及其制备方法: 202210896274. 8[P]. 2022-10-21.

Henan Province Institute of Commercial Science Research Co., Ltd., Henan Academy of Sciences. A thousand layer crispy bread made from *Cornus officinalis* and its preparation method: 202210896274. 8[P]. 2022-10-21.

[91] 林旭虹. 一种山茱萸糕及其制备方法: 201410360894. 5 [P]. 2017-08-01.

LIN X H. The invention relates to a *Cornus officinalis* cake and a preparation method thereof: 201410360894. 5 [P].

2017-08-01.

[92]

赵彦博,李天浩,马常阳,等. 药食同源植物山茱萸活性成分提取、健康功效与应用研究进展[J]. 食品科学,2024,45(20):2012-2023.

ZHAO Y B,LI T H,MA C Y,et al. Research progress in the extraction, health benefits and application of active components from *Cornus officinalis* as a medicinal and

edible plant[J]. Food Science,2024,45(20):2012-2023.

[93]

广西壮族自治区农业科学院. 一种甘薯叶饼干的制作方法:201910287552. 8[P]. 2019-06-14.

Guangxi Academy of Agricultural Sciences. A processing method of sweet potato leaf biscuit: 201910287552. 8 [P]. 2019-06-14.

Research progress on active components, health benefits and applications of *Cornus officinalis* in the food field

LI Cuicui<sup>1</sup>, WANG Yongguo<sup>2</sup>, CHENG Lijuan<sup>1</sup>, LI Shaohua<sup>3</sup>, QIAO Fan<sup>3</sup>, CAI Rui<sup>4</sup>, ZHANG Cuiyue<sup>1</sup>

1. School of Zhang Zhongjing Healthcare and Food, Nanyang Institute of Technology, Nanyang 473000, China;

2. Dean's Office, Anyang Institute, Anyang 455000, China;

3. School of Food Engineering, Henan Polytechnic, Zhengzhou 450046, China;

4. School of Food Science and Engineering, Northwestern University, Xi'an 710069, China

**Abstract:** Based on the medicinal and edible dual-purpose characteristics of *Cornus officinalis*, this review summarizes its main active components, health benefits and corresponding mechanisms of action, and further discusses the current research progress on its applications in health foods and common foods such as alcoholic beverages, beverages, and vinegar. The main active components of *Cornus officinalis* include polysaccharides, flavonoids, tannins, iridoids, triterpenoids, alcohols, organic acids and steroids, which exhibit various health benefits such as anti-tumor and hypoglycemic effects. Significant progress has been achieved in elucidating the mechanisms of the active components of *Cornus officinalis*, such as regulating the expression of tumor apoptotic factors, protecting pancreatic  $\beta$  cells, modulating inflammatory signaling pathways, and activating the activity of antioxidant enzymes. Although remarkable achievements have been made in the application research of *Cornus officinalis* in the food field, it is still confronted with numerous challenges, including the need for continuous exploration of active components, inadequate in-depth elucidation of mechanisms, lack of clinical data, insufficient product diversity, poor stability of active components, and uneven product quality. In the future, it is necessary to rely on modern technologies to systematically excavate the active components of *Cornus officinalis*, further investigate the efficacy mechanisms, and overcome the bioavailability bottleneck, so as to promote the further development and utilization of *Cornus officinalis* resources in China.

**Key words:** *Cornus officinalis*; active component; health benefit; food development

[责任编辑:王晓波]