DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20251030002
引用格式: 郑哲, 刘镇, 张伟坚, 等. 适量饮酒对人体健康调节作用的研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2026, 17(4): 271–280.
ZHENG Z, LIU Z, ZHANG WJ, *et al*. Research progress on regulation of moderate alcohol consumption on human health [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2026, 17(4): 271–280. (in Chinese with English abstract).

适量饮酒对人体健康调节作用的研究进展

郑 哲[1], 刘 镇[2], 张伟坚[1], 胡银洲[2*], 朱军莉[1*]

(1. 浙江工商大学食品与生物工程学院, 杭州 310018; 2. 绍兴市食品药品检验研究院, 绍兴 312000)

摘 要: 酒作为人类饮食文化的重要组成部分, 其复杂的化学成分体系一直是营养与医学领域的研究热点。尽管过量饮酒已被证实对多器官和系统造成明确损伤, 但酒类中含有多酚类、有机酸类、氨基酸类、微量元素等多种生物活性成分, 流行病学和临床医学证明适量饮酒具有抗氧化、抗炎、调节代谢等功能作用。本综述系统梳理了黄酒、葡萄酒、啤酒、白酒 4 类主流酒类的生物活性成分组成特征及其对人体健康的调节效应, 深入阐述其调节人体心血管、神经系统、心理健康及调节消化系统和肠道的分子机制与研究证据, 并辩证分析酒精本身及功能因子间的相互作用, 旨在为理解酒饮料与健康的关联提供科学参考。

关键词: 酒; 生物活性成分; 适量饮酒; 健康调节; 心血管

Research progress on regulation of moderate alcohol consumption on human health

ZHENG Zhe[1], LIU Zhen[2], ZHANG Wei-Jian[1], HU Yin-Zhou[2*], ZHU Jun-Li[1*]

(1. *School of Food Science and Biological Engineering*, *Zhejiang Gongshang University*, *Hangzhou* 310018, *China*; 2. *Shaoxing Testing Institute of Food and Drug*, *Shaoxing* 312000, *China*)

ABSTRACT: Due to wine consumption as an important part of human diet culture, the complex chemical composition of alcoholic beverages has been focused in the nutrition and medicine field. Although abuse of alcohol is severely damage to multiple organ and systems, various bioactive components in alcoholic beverages, such as polyphenols, organic acids, amino acids, and trace elements, can exert antioxidant, anti-inflammatory, and metabolic regulatory effects when consumed in moderation. This review systematically summarized the composition characteristics of bioactive components and their health benefits in 4 major alcoholic beverages of huangjiu, wine, berr and Baijiu. This review focuses on the molecular mechanisms and research evidence regarding their benefits for the cardiovascular system, nervous system, mental health and the regulation of the digestive system and gut. In addition, it critically discusses the interactions between alcohol itself and bioactive components, which would provide a scientific reference for understanding the relationship between alcoholic beverages and health.

收稿日期: 2025-10-30
基金项目: 绍兴黄酒重大科技项目(2024SDXT001-7)
第一作者: 郑哲(2001—), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为食品安全。E-mail: 690362475@qq.com
***通信作者:** 胡银洲(1989—), 男, 主要研究方向为食品营养与安全。E-mail: yinzhouhu@163.com
朱军莉(1979—), 女, 教授, 主要研究方向为发酵食品微生物与功能。E-mail: junlizhu0305@163.com

KEY WORDS: wine; bioactive components; moderate alcohol consumption; health regulation; cardiovascular

0 引 言

酒作为人类历史文化的重要组成部分，伴随人类社会发展已逾数千年，在不同民族的文化传承、饮食结构、社交活动中占据特殊地位。随着现代营养学与生命科学的快速发展，消费者对酒类健康价值的关注度不断提升，酒的研究重心也从传统风味品质评价逐渐转向其生物活性成分及对人体健康的潜在影响。近年来，大量研究表明，酒饮料富含多酚、氨基酸、多糖等多种天然活性成分，这些成分在调节人体生理功能、心理健康方面发挥重要作用[1]。同时，许多流行病学调查发现，适量饮酒与某些心血管及神经系统疾病的风险降低相关联。然而，目前关于适量饮酒与健康调节研究仍缺乏系统性报道，不同酒类的活性成分差异、剂量效应关系及生理功能调节尚未完全明确。因此，本文旨在系统梳理适量饮酒对人群健康影响的研究，分析不同酒类的生物活性成分及其调节作用，探讨当前研究的不足并展望未来，以期为消费者提供科学饮酒指导，并推动酒饮料产业的健康发展。

1 饮酒对人体健康调节的文献计量学分析

1.1 数据来源与检索方式

研究检索时间范围为各数据库 2016 年至 2025 年。中文文献数据来自中国学术期刊全文数据库，检索方式：主题词检索，检索词为：饮酒健康、饮酒状况。英文文献来源于以 Web of Science 核心合集数据库，检索式为：Impact of Alcohol Consumption on Public Health。

1.2 文献筛选

纳入标准：饮酒对人体健康调节的相关研究文献，其中中文文献格式选择“学术期刊”与“学位论文英语文献格式选择“Article” or “Review”。排除标准：(1)重复文献；(2)与饮酒对人体健康调节研究不相关的文献；(3)文献格式为会议、书籍、报纸等；(4)关键内容缺失的文献。使用 Excel 进行数据去重处理。

1.3 发文趋势分析

研究最终获取中文文献 593 篇，英文文献 1572 篇，年度发文量结果统计见图 1，英文文献发文量趋势在 2016—2022 年呈持续增长态势(从 87 篇升至 214 篇)，2022 年后虽略有波动，但仍维持 200 篇左右的高位。而中文文献整体发文量远低于英文文献，2016—2023 年呈波动上升(从 54 篇升至 90 篇)，而 2025 年回落至 50 篇。整体研究关注度显著提升且保持活跃，表明全球社会广泛关注饮酒对人体健康调节研究。

2 酒饮料分类和饮用建议

酒饮料根据酿造原料、工艺及酒精度差异可划分为发酵酒、蒸馏酒、配制酒等多个类别，其中发酵酒以黄酒、葡萄酒和啤酒为代表，蒸馏酒以白酒为典型代表。尽管酒饮料中酒精长期过量摄入可能导致肝损伤、心血管疾病及代谢紊乱等健康危害，然而许多流行病学和临床证据报道适量饮酒对健康有保护作用，特别是葡萄酒。如表 1 所示，多项研究表明，适量饮用葡萄酒、啤酒、黄酒、白酒等与改善血压、心血管疾病和肠道菌群相关。

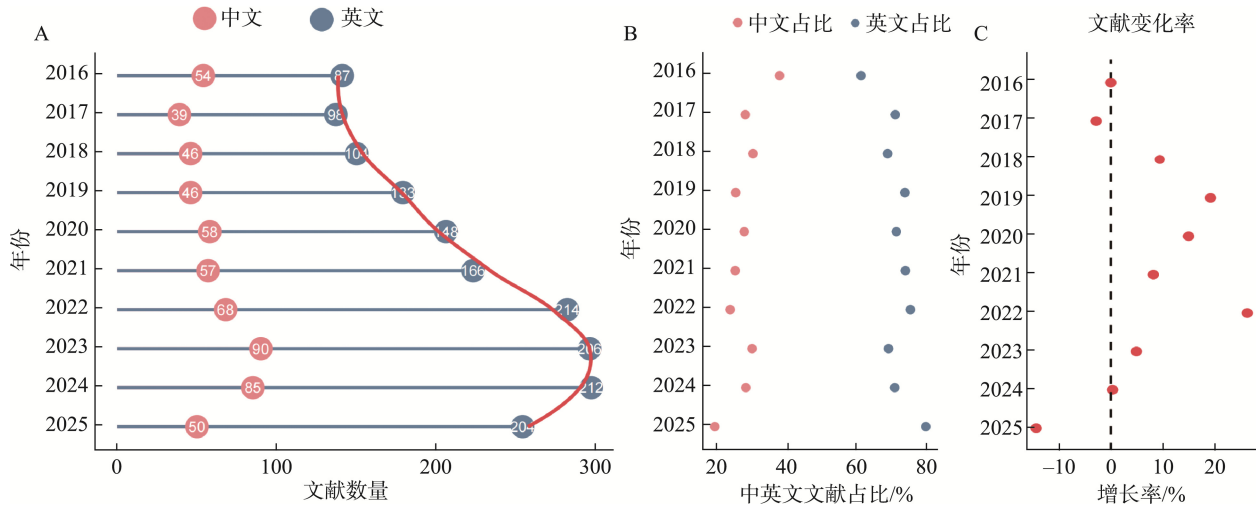


图 1 2016—2025 年饮酒对人体健康文献发文量的变化以及占比

Fig.1 Changes and proportion of publications on alcohol consumption and human health from 2016 to 2025

酒精摄入标准因国家而异, 根据《2016 年欧洲临床心血管疾病预防指南》, 男性酒精摄入量分为轻度(0~70 g/w)、中度(70~140 g/w)和重度(>140 g/w), 女性则为轻度(0~35 g/w)、中度(35~70 g/w)和重度(>70 g/w)[14]。《美国居民膳食指南(2020—2025)》提出, 在地中海式均衡饮食模式下每日适量饮用 1~2 杯(约 148~296 mL)葡萄酒, 有助于预防心血管疾病、降低肥胖风险并增强抗氧化能力[15]。《中国居民膳食指南(2022)》则建议成年人每日酒精摄入量不超过 15 g, 相当于啤酒 450 mL、葡萄酒 150 mL、15°黄酒 100 mL 或 38°白酒 50 mL。因此"适量饮酒"的定义虽在不同国家略有差别, 但是都突显饮酒剂量的重要性。

表 1　不同酒类饮料对人体健康影响的人群干预研究概述

Table 1　Overview of human intervention studies on the impact of different alcoholic beverages on human health

酒类	年份	人群	干预剂量	周期	组别设置	结果
葡萄酒	2015	60 名轻度高血压患者	早晚各 3 颗葡萄酒提取物(约含 800 mg)胶囊	10 周	安慰剂组、葡萄汁提取物组、葡萄酒提取物组	葡萄酒提取物显著降低收缩压与舒张压[2]
	2015	28 名健康志愿者	147 mL	-	乙醇、无酒精葡萄酒和安慰剂	增加内源性抗氧化物羟基酪醇的生成[3]
	2024	1232 名参与者	<1 杯/月、1~3 杯/月、3~12 杯/月、12~35 杯/月和>35 杯/月	1 年	地中海饮食干预组和低脂对照组	轻中度饮用与心血管事件发生率降低相关(高风险人群)[4]
	2016	65 名II型糖尿病患者	每日 150 mL	2 年	矿泉水组、白葡萄酒组和红酒组	适量饮用未导致体重或腹部脂肪增加; 血糖控制的改善与内脏脂肪减少相关[5]
	2022	26 名志愿者	220 mL	14 d	高、低白藜芦醇葡萄酒组	富含白藜芦醇的葡萄酒降低总胆固醇, 并增加女性的性激素结合球蛋白水平[6]
啤酒	2020	23 名健康志愿者	啤酒花提取物(10 mg)胶囊	-	吸烟人群和不吸烟人群	改善高密度脂蛋白(high-density lipoprotein, HDL-C)水平和血管弹性[7]
	2022	30 名健康男性	每日 330 mL	4 周	对照组、啤酒组和无酒精啤酒组	饮用无酒精啤酒或含酒精啤酒都会增加肠道菌群多样性, 且不影响体重、体脂及心脏代谢标志物[8]
	2016	7 名男性足球运动员	700 mL	-	对照组、啤酒和无酒精啤酒组	无酒精啤酒有助于维持运动中电解质稳态; 含酒精啤酒则加剧电解质流失[9]
	2019	68 名成年人	355 mL	60 d	无酒精啤酒组、啤酒组	无酒精啤酒可改善肠道菌群多样性并增强葡萄糖耐量; 酒精会干扰此有益效果[10]
	2021	37 名绝经妇女	每日 330 mL 啤酒、660 mL 无酒精啤酒	6 个月	对照组、无酒精啤酒组、啤酒组	含酒精啤酒: 有益于缓解更年期心理不适。无酒精啤酒: 可改善血脂并降低血压[11]
黄酒	2024	18 名健康志愿者	黄酒(375 mL/d, 酒精度 6%)、烧酒(133 mL/d, 酒精度 16.9%)、啤酒(500 mL/d, 酒精度 4.5%)、红酒(173 mL/d, 酒精度 13%)	70 d	黄酒、烧酒、啤酒、红酒组	饮酒不影响肠道菌群多样性, 但增加双歧杆菌等特定有益菌属的丰度, 具有潜在的益生元效应[12]
白酒	2019	944 名健康志愿者	低饮酒量组每天饮两杯或以下 高饮酒组每天饮 3 杯及以上	-	低饮酒量组; 高饮酒组组	适量饮用白酒相较于非饮酒者大脑功能连接性增强, 表明适量饮酒可能缓解抑郁症状或使个体更不易患抑郁症[13]

注: -表示无此数据。

3　酒饮料中不同活性成分

3.1　多　酚

多酚类是酒饮料中最重要的生物活性成分之一, 来源于原料及发酵中微生物的次级代谢产物。葡萄酒中酚类物质包括白藜芦醇、花青素、单宁和酚酸类[16], 其中白藜芦醇因其抗氧化和抗衰老功能受到关注。葡萄酒中的白藜芦醇可显著改善 $AlCl_3$ 诱导的大鼠认知功能障碍, 通过降低氧化应激、炎症因子(如白细胞介素-1β)及异常血脂水平, 提升抗氧化酶活性、乙酰胆碱与脑源性神经营养因子含量, 从而发挥抗炎、抗氧化及促认知作用。槲皮素是红酒中主要的黄烷醇之一(含量约 50 mg/L), 其抗氧化和抗炎特性被认为是其发挥健康益处的重要基础。白藜芦醇、槲皮素等多酚诱导抗氧化基因涉及核因子 E2 相关因子 2 (nuclear

factor erythroid derived 2-like 2, Nrf2)的激活, 及上调系列抗氧化酶和谷胱甘肽(glutathione, GSH)、谷胱甘肽 S-转移酶(glutathione S-transferase, GST)、谷胱甘肽 S-转移酶 P1 (glutathione S-transferase P1, GSTP1)、NAD(P)H 醌类氧化还原酶 1 [NAD(P)H quinone dehydrogenase 1, NQO-1]、血红素加氧酶 1 (heme oxygenase 1, HO-1)和超氧化物歧化酶(super oxide dismutase, SOD)以及金属硫蛋白(metallothionein, MT)。

黄酒中的多酚化合物有香草酸、丁香酸、对香豆酸、阿魏酸、牡荆素、芦丁、绿原酸、香豆酸、芸香苷等, 其能改善阿霉素诱导的大鼠肠道微生物失调和代谢紊乱, 增强心脏及线粒体功能, 减少炎症与心肌细胞凋亡, 从而显著减轻心脏毒性[17]。阿魏酸可以减少白细胞介素-6 (interleukin-6, IL-6)、白细胞介素-1 (interleukin-1, IL-1)、肿瘤坏死因子(tumor necrosis factor, TNF)等促炎细胞因子, 或增加抗炎细胞因子和某些应激反应基因以及一些抗氧化分子的表达, 从而调节细胞信号通路, 发挥突触的抗炎功效[18]。啤酒中多酚主要来自啤酒花和麦芽, 特别是黄腐酚既能赋予其独特的苦味和香气, 又具有抗菌、抗炎和抗癌潜能[19]。KORES 等[20]报道源自啤酒花的天然化合物黄腐酚及其 3 种代谢产物可与多种与抗癌功能相关的蛋白结合, 其中包括基质金属蛋白酶 2 和 9 等关键靶点。

白酒中主要多酚包括阿魏酸、咖啡酸、芦丁、异氰酸、绿原酸、表儿茶素、二氢肉桂皮素(dihydromyricetin, DHM)和对香豆酸等[21]。SONG 等[22]发现 DHM 通过促进胆汁酸结合与肝脏转运、抑制回肠重吸收来激活法尼醇 X 受体信号通路, 从而抑制肝脏脂质生成; 同时还能调节肠道微生物组成, 降低乳杆菌及其胆盐水解酶活性, 进一步维持胆汁酸稳态, 协同发挥抗肥胖作用。ZHENG 等[23]报道绿原酸可下调结肠组织中肌球蛋白轻链激酶、磷酸化肌球蛋白轻链信号通路相关蛋白表达, 抑制肠道上皮紧密连接的破坏; 同时上调紧密连接蛋白和闭锁蛋白的表达, 降低肠道通透性, 减少炎症细胞浸润。

3.2 氨基酸

氨基酸是酒饮料中重要的风味成分, 还参与多种生理功能。葡萄酒中含有组氨酸、异亮氨酸、苯丙氨酸和色氨酸等丰富的必需氨基酸。脯氨酸作为葡萄酒中含量最丰富的氨基酸, 参与机体的能量代谢, 并发挥解毒作用, 有助于消除疲劳、增强免疫功能[24]。黄酒中富含有 20 余种氨基酸, 其中 γ-氨基丁酸(gamma amino butyric acid, GABA)是一种重要的抑制性神经递质。GABA 不仅在中枢神经系统中发挥调节神经兴奋与抑制平衡的作用, 而且能调节免疫细胞活性, 增强机体免疫力。TU 等[25]以蚕为实验对象, 发现 GABA 降低家蚕组蛋白去乙酰化酶 Rpd3 (bombyx mori histone deacetylase Rpd3, bmRpd3)、家蚕胰岛素受体底物同源蛋白 chico (bombyx mori insulin receptor substrate homolog chico, Bmchico)和家蚕脂动激素 2 (bombyx mori adipokinetic hormone 2, BmAkh2)的信使核糖核酸(messenger RNA, mRNA)表达, 增加家蚕腺苷酸活化蛋白激酶(bombyx mori AMP-activated protein kinase, BmAMPK)的 mRNA 表达发挥抗衰老能力。李爽等[26]研究显示 GABA 能增加心肌细胞内抗氧化酶 NQO-1、HO-1 表达, 从而提高细胞的抗氧化能力。啤酒中含有许多人体必需氨基酸, 包括赖氨酸、色氨酸、苯丙氨酸、甲硫氨酸等, 能增加与免疫调节功能的菌群丰度, 如链球菌、放线菌、威隆氏菌、芽孢杆菌、乳球菌和魏氏菌[27]。白酒中氨基酸主要来自原料谷物蛋白的水解、酒曲、及其发酵微生物分泌酶类分解基质中的大分子蛋白和微生物自溶中释放的氨基酸[28]。这些氨基酸不仅是一些多肽的重要组成部分, 其种类和含量也影响微生物菌群在发酵中的代谢功能, 最终形成白酒独特的风味特征。ZHANG 等[29]从芝麻香型白酒的发酵谷物中分离得到三肽缬氨酸-天冬酰胺-脯氨酸和酪氨酸-甘氨酸-天冬氨酸, 并证实其具有显著地抑制血管紧张素转换酶的活性。综上, 酒类中氨基酸不仅赋予饮品独特的风味特征, 还在调节机体代谢、免疫与神经功能方面发挥着重要的生理作用。

3.3 多 糖

酒饮料中多糖主要来源于谷物、葡萄、啤酒花等原料中的植物细胞壁成分, 以及发酵过程中微生物的代谢产物, 包括 β-葡聚糖、甘露聚糖、葡聚糖肽等[30]。近年来, 随着深入研究非酒精活性成分, 酒饮料多糖的生物学功能逐渐受到关注, 多项研究揭示了多糖在免疫调节、抗炎及代谢改善等方面的潜在作用。BEZERRA 等[31]报道赤霞珠葡萄酒多糖在小鼠多菌性脓毒症模型中表现显著的抗炎活性, 且皮下或口服预处理都有效降低脓毒症的死亡率, 其与减少白细胞浸润、抑制促炎因子表达、增强抗炎因子水平以及保护肝、肺、肾等重要器官免受损伤密切相关。

研究也表明, 不同发酵谷物酒中多糖在免疫调节方面同样具有积极作用。米酒中由葡萄糖、甘露糖、半乳糖、木糖和阿拉伯糖组成的多糖可显著增强免疫功能, 提高正常小鼠的脾指数和淋巴细胞增殖能力, 并在环磷酰胺诱导的免疫抑制模型中提升自然杀伤细胞活性和白细胞数量[32]。在黄酒研究中, 沈赤等[33]证实黄酒多糖不仅能改善免疫缺陷小鼠的免疫功能、增强机体免疫应答, 还可抑制肿瘤细胞生长, 并促进双歧杆菌等有益菌增殖来改善肠道微生态, 提示其免疫调节效应可能与肠道菌群调控密切相关。除免疫与炎症调节外, 酒饮料多糖在代谢健康方面也呈现潜在作用。从小麦啤酒中提取的非淀粉多糖可抑制 α-淀粉酶和胰脂肪酶活性, 显著降低小鼠血糖、总胆固醇、甘油三酯和低密度脂蛋白(low-density lipoprotein, LDL-C)

水平, 同时提高 HDL-C 含量, 减轻肝脏脂质沉积并改善肝肾功能[34]。黄酒多糖降低血脂与改变肠道菌群落结构, 缓解肝功能损伤, 降低全身炎症和氧化应激水平有关[35]。另外, 白酒多糖主要由甘露糖、木糖、阿拉伯糖等单糖组成[36], LI 等[37]报道白酒多糖具有益生元样作用, 促进有益菌增殖并提高短链脂肪酸水平, 从而缓解酒精引起的微生物失衡, 同时还能调节氨基酸与甘油磷脂等关键代谢通路, 进一步稳定肠道微生态功能。因此, 酒类多糖在免疫调节、抗炎和代谢调控等有显著的生物活性。

3.4　有机酸

有机酸是酒饮料的重要代谢产物, 影响酒体风味和机体的生理作用, 其中酒石酸、苹果酸、乳酸、琥珀酸、乙酸、丁酸、没食子酸和阿魏酸等能积极调节人体免疫、能量代谢、心血管的作用[38]。没食子酸可以增强抗氧化活性、降低肝腺毒性, 以及降低共治组大鼠肝肾中某些炎症生物标志物水平和活性, 保护暴露于真菌毒素大鼠的肝肾系统免受损害[39]。LIU 等[40]报道饮用葡萄酒不会引起糖脂代谢紊乱, 其所含的有机酸能下调肝脏 ACC1 等基因及己酮糖激酶 C 蛋白(ketohexokinase-C, KHK-C)的表达, 抑制果糖的不良作用, 并减少肝脂合成。黄酒的有机酸中 3-甲基丁酸和乙酸是主要风味贡献物, 其次为丁酸和己酸[41]。啤酒中的有机酸主要包括乙酸、丁酸、苯乙酸、2-甲基丙酸、3-甲基丁酸和阿魏酸等, 其中阿魏酸作为天然抗氧化剂, 具有抗血栓、抗炎和镇痛作用[42]。白酒中的有机酸主要受发酵过程和非酵母菌影响, 在酱香型白酒中发现乳酸、己酸、2-羟基-4-甲基戊酸、咖啡酸等 38 种有机酸, 其中咖啡酸具有抗炎、抗病毒、抗肿瘤和抗氧化特性[43]。MIRZAEI 等[44]发现咖啡酸及其衍生物通过增强活性氧水平、损伤线粒体功能并调控磷脂酰肌醇 3-激酶/蛋白激酶 B 信号通路(phosphoinositide 3-kinase/protein kinase B signaling pathway, PI3K/Akt)、腺苷酸活化蛋白激酶(AMP-activated protein kinase, AMPK)等关键信号通路, 诱导肿瘤细胞凋亡并抑制上皮-间质转化, 从而降低肿瘤侵袭与转移能力。

3.5　生物活性成分的生物利用度与肠道菌群的转化作用

酒饮料中生物活性成分的含量固然重要, 但其健康效应的发挥更取决于这些成分在人体内的生物利用度——即被吸收进入血液循环并到达靶组织的比例和速率。事实上, 酒饮料中富含的多种关键活性物质, 尤其是多酚类, 然而这些活性成分在胃肠道的吸收率和转化率仍有待于研究。以葡萄酒中的多酚为例, 许多大分子物质如原花青素和鞣花单宁, 因其分子量大、结构复杂, 在小肠中的直接吸收率低, 仅有 40%~50%[45]。这意味着大部分摄入的多酚无法以其原始形态进入血液循环发挥作用。然而, 这些未被吸收的成分并非无效, 它们会继续进入结肠, 成为肠道微生物菌群的关键作用底物[46]。肠道菌群拥有宿主所缺乏的多种酶系, 能够对复杂多酚进行解聚、水解和环裂解等一系列生物转化。如, 来自葡萄酒单宁的鞣花酸可在菌群作用下转化为生物活性更高、更易吸收的尿石素; 而黄烷醇、花青素等黄酮类化合物则被代谢为各种简单的酚酸和芳香族化合物[47]。这些由菌群产生的小分子代谢物, 相较于其母体化合物, 通常具有更高的生物利用度和生物活性, 能够被结肠上皮细胞有效吸收, 进入血液循环, 从而在全身发挥抗氧化、抗炎等生理功能。

可见, 酒饮料的健康效应并非仅由原始活性成分决定, 而是一个由“饮品-宿主-微生物”3 方共同作用的复杂过程。酒中成分的种类和数量奠定了物质基础, 而个体的肠道菌群结构则直接决定了活性成分的最终转化效率和活性产物谱[48]。这为解释饮酒健康效应的个体差异提供了重要的微生态学视角, 并进一步强调了维持健康肠道菌群结构在发挥酒类饮料潜在健康益处中的关键作用。

4　适量饮用酒对人体健康的调节作用

4.1　改善和预防心血管疾病

葡萄酒被认为是“法国悖论”现象的重要解释因素, 即饱和脂肪的摄入量较高, 而心脏病的患病率却较低。流行病学研究也显示, 适度饮用葡萄酒与冠心病和脑卒中风险降低相关, 这可能与其含有的白藜芦醇等成分在改善心脏功能障碍、应对压力超负荷等方面的作用有关[49]。CHOLEVA 等[50]将 64 名冠心病患者分为不饮酒组、饮葡萄酒组、乙醇组, 且进行为期 8 周的饮食干预, 发现乙醇组的氧化鸟嘌呤种类和蛋白质羰基水平显着增加, 而葡萄酒组这两个指标水平显著降低, 显著降低了氧化损伤标志物水平, 表明葡萄酒中的活性成分能够拮抗酒精引起的氧化应激。

已报道, 适量饮用黄酒可调节血压、降低血脂水平, 减少高脂血症的患病率, 对维持心血管健康具有积极作用, 这与其丰富的多酚和多肽类物质密切相关。夏建宇[51]调查 870 名绍兴居民体检报告和饮黄酒量的关系, 统计学分析显示适量饮用黄酒有助于降低收缩压, 减少高血压的发生风险。黄酒多酚能显著改善阿霉素引起的心脏肥大和心脏功能障碍并减轻了阿霉素引起的氧化应激水平增加, 内源性抗氧化酶活性降低和炎症反应[52]。XU 等[53]报道, 黄酒中的多酚化合物可显著减轻心肌缺血再灌注损伤, 改善心脏功能并降低组织损伤程度, 其保护作用可能通过促进 Nrf2 核转位、增强抗氧化反应及维持线粒体功能。还发现黄酒及其富含的活性肽表现显著的抗氧化和心肌细胞保护作用, 主要通过激活沉默信息调节因子 1 (silent information regulator 1, Sirt1)/Nrf2 信号通路, 从而增强细

胞的抗氧化应激能力[54]。另外，啤酒中含有啤酒花黄酮和 B 族维生素，通过对 36 名肥胖患者进行 14 周的啤酒干预，发现适度饮用啤酒对血管和体重无不良影响，还能增强高密度脂蛋白的抗氧化能力，促进胆固醇外排，有助于减少脂质在血管壁中的沉积[55]。TRIUS-SOLER 等[11]报道适度饮用含酒精或无酒精啤酒均可改善血脂水平并降低血压，与异黄腐酚等多酚成分有关。

已有研究报道，白酒中含有多种生物活性化合物具有抗氧化作用，如亚油酸、α-亚麻酸、亚硝酸乙酯、费鲁酸、番石榴素、四甲基吡嗪及二甲硫化物等。它们可缓解机体动脉粥样硬化进程，在心血管疾病的预防中发挥潜在保护作用[56–57]。ZHU 等[58]研究显示白酒对心血管系统的潜在保护作用并非来源于乙醇本身，而主要归因于其所含的多种发酵来源活性成分，其可通过调控花生四烯酸代谢通路、焦点黏附通路、细胞外基质-受体相互作用通路及细胞黏附分子通路，下调组织因子、凝血酶和纤维蛋白原等关键基因的表达，同时抑制 TNF α、IL-6、前列腺素内过氧化物合酶 2b、纤溶酶原激活物抑制剂-1 等促炎因子并上调白细胞介素-10，从而降低血栓形成风险并改善心血管健康。

综上所述，葡萄酒、黄酒、啤酒和白酒均通过其富含的多酚、多肽等活性成分，在改善血脂、降低氧化应激等方面对心血管系统产生保护作用，但其关键活性物质和作用通路各有侧重。

4.2 缓解神经系统疾病

研究表明，适量饮用葡萄酒可以改善认知功能和降低老年痴呆风险，葡萄酒中的白藜芦醇和黄酮类物质可穿过血脑屏障，保护神经系统，葡萄素 a 可以通过上调海马体中的脑源性神经营养因子-环磷腺苷效应元件结合蛋白(brain-derived neurotrophic factor-cAMP-response element binding protein, BDNF-CREB)信号传导和长时程增强效应(long-term potentiation, LTP)发挥神经保护作用[59]。葡萄酒对神经系统的调节与其饮用的剂量相关。通过对 145 名老年人为期 3 年的跟踪调查，发现长期少量饮用葡萄酒能更好地保护脑部双侧深层白和维持脑血流量，然而长期大量饮酒会阻碍老年人的认知反应[60]。AKAGI 等[61]也收集 1226 名大于等于 75 岁的老年人的每日饮酒频率、每日饮酒量、饮酒类型等信息，发现饮用葡萄酒与认知功能呈正相关，且中等频率饮酒者的认知功能高于不饮酒或每天高频率饮酒的人。可见，适度饮用葡萄酒可促进脑血流量、减轻氧化应激，从而延缓神经退行性病变的发生，且葡萄酒的神经保护作用具有“剂量依赖性”。

黄酒中含有 GABA、氨基酸和小分子肽，这些成分可通过调节神经递质代谢，改善中枢神经系统兴奋-抑制平衡，发挥安神和助眠作用。谢广发等[62]报道，黄酒能增强大鼠的学习记忆能力，且呈现一定的剂量依赖性，可能与调节凋亡相关基因(如 *Bax*/*Bcl-2*, *caspase-3*)的表达，进而减轻神经细胞凋亡、改善认知障碍有关[63]。黄酒还能通过调节脑组织的抗氧化能力和神经递质水平，减轻 D-gal 致衰老小鼠的神经损伤，从而改善认知功能[64]。另外，啤酒中黄酮类和多酚类物质具有轻度镇静和促进睡眠的作用。LEE 等[65]报道，含有黄腐酚和葎草酮的啤酒花提取物可通过作用于 GABA A 型受体，增强 δ 波活动，从而显著增加非快速眼动睡眠时间并改善睡眠质量。ALVES 等[66]研究发现啤酒花提取物能增强抗氧化酶活性，抑制与脑部炎症和神经退行性变化相关的蛋白表达。汪蓓灵等[67]发现高年份的酱香型白酒基酒对小鼠神经行为表现和脑内神经递质代谢具有显著影响，可以通过调节 GABA 和 *L*-谷氨酸等氨基酸代谢，维持神经递质稳态，从而减轻乙醇负面作用并提升饮用舒适度。因此，多种酒饮料可以通过多种生物活性成分协同作用，对神经系统具有显著的调节和保护效应，从而促进睡眠，并延缓神经衰老。

4.3 心理干预作用

酒饮料对心理健康有一定干预作用。研究表明，酒精会降低血清素和去甲肾上腺素的水平，低剂量的酒精可以激活神经元中的多巴胺能传递。适量饮用酒饮料可能通过改善情绪、缓解压力发挥积极作用。适量饮用红葡萄酒(每天 1~2 杯)可通过调节神经递质、改善社交氛围发挥心理健康调节作用。红葡萄酒中的白藜芦醇可促进脑内 GABA 的合成，GABA 可抑制神经递质，抑制中枢神经兴奋，缓解焦虑情绪[68]。同时，葡萄酒常作为社交饮品，在社交场合中适量饮用可增强人际互动，改善情绪状态[69]。黄酒常被用于“养生保健”，黄酒中的 GABA 是一种非蛋白质氨基酸，是神经组织中的重要抑制性神经递质，具有改善脑功能、抗焦虑、降血压及活化肝、肾功能等生理活性[70]。

4.4 其他健康的调节作用

除心血管系统、神经系统、心理健康外，酒饮料还能调节消化系统、免疫系统等其他系统，该作用与活性成分及饮酒量密切相关。红葡萄酒中的有机酸可促进唾液与胃液分泌，帮助消化蛋白质与脂肪，多酚可抑制幽门螺杆菌的生长，减少胃黏膜损伤。同时，葡萄酒中的多酚物质在肠道中分解、代谢、转化成活性代谢物的同时，对肠道菌群结构也有积极调节[71]。GUÍA 等[72]发现红葡萄酒中的 SO_2 处理增强肠道中酚类代谢，增加了戊内酯等低分子量酚类化合物，这些化合物在小肠和结肠中生物利用度高。

黄酒对消化系统的调节主要与有机酸、氨基酸及多糖有关。黄酒中的有机酸可调节肠道 pH，促进肠道蠕动，改善便秘；氨基酸可促进肠道黏膜细胞的修复与再生，保护肠道屏障功能；多糖则可增强肠道免疫功能，减少肠道感

染风险。黄酒低聚糖是黄酒缓解便秘的关键组分, 可定向提高肠道益生菌的丰度, 并且黄酒通过调节肠道菌群、肠道与血清代谢物含量, 从而缓解洛哌丁胺诱导的小鼠便秘, 其缓解作用源于其富含的功能性组分[73]。适量啤酒饮用对消化系统有两面的影响。首先, 啤酒中的有机酸可促进消化, 硅可保护胃黏膜; 其次, 啤酒中的 CO_2 会引起腹胀、打嗝, 过量饮用还会刺激胰腺, 增加胰腺炎的发病风险。此外, 啤酒中的嘌呤含量较高, 过量饮用会导致血尿酸升高, 诱发痛风。适量饮用啤酒对免疫系统的调节作用主要与多酚有关, 黄腐酚可增强巨噬细胞的吞噬功能, 提高机体抵抗力, 但过量饮用会抑制免疫系统功能, 增加感染风险[74]。白酒中的非乙醇类挥发性化合物可以调节小鼠的肠道微生物群[75]。

5　结束语

必须强调的是, 酒饮料对人体健康的调节作用并非普适, 其效应在不同个体间呈现显著差异。基因多态性是决定这一差异的重要内在因素, 尤其是东亚人群中普遍存在的乙醛脱氢酶 2 (aldehyde dehydrogenase 2, *ALDH2*)基因缺陷, 其携带比例高达 35%~40%[76]。该基因缺陷会导致机体对酒精初级代谢产物——乙醛的清除能力显著降低, 而乙醛不仅被世界卫生组织认定为I类致癌物[77], 其在体内的蓄积还会明显增加食管癌等多种恶性肿瘤的发生风险[78]。除遗传因素外, 生理差异同样不可忽视。由于体脂比例、水分含量以及胃内酒精脱氢酶活性较低等原因, 女性在摄入相同酒精量时往往表现出更高的血醇浓度, 从而更易受到酒精相关损伤[68]。因此, “适量饮酒”并非一体通用的安全准则, 任何关于酒饮料健康效应的膳食建议, 都必须在充分考虑个体遗传背景、性别、年龄及整体健康状况的前提下加以审慎解读, 否则将可能误导公众, 并掩盖酒精对特定高风险人群造成的潜在严重危害。

在此基础上, 不同酒类在成分组成及健康效应方面亦存在显著差异。黄酒、葡萄酒、啤酒和白酒 4 类酒饮料均富含多种生物活性成分, 但其主要功能因子各不相同。葡萄酒以多酚类物质为特征性活性成分, 如白藜芦醇和原花青素; 黄酒以氨基酸、B 族维生素及多糖为主要功能组分; 啤酒则富含硅和黄腐酚等活性物质; 白酒以乙醇为主体, 同时含有多种来源于发酵与蒸馏过程的微量风味与功能成分, 如有机酸、酯类、高级醇、醛酮类及少量多肽和多糖等, 这些成分共同构成其独特的风味特征, 并可能在适量饮用条件下通过抗氧化、调节血脂代谢及影响肠道微生态等途径产生一定的生理调节作用。大量研究表明, 酒饮料对人体健康的调节作用具有明显的剂量依赖性和酒类特异性, 在适量饮用的前提下, 葡萄酒、黄酒、啤酒和白酒在降低心血管疾病风险方面展现出一定潜力, 并可能在保护神经细胞结构与功能、改善认知能力、促进消化、调节肠道菌群结构以及心理健康等方面发挥积极作用。未来研究可依托代谢组学等多组学技术, 系统解析不同酒类中活性成分的组成特征及其作用机制, 为酒饮料潜在健康调节效应的科学评估提供坚实的物质基础。同时, 基于风险评估中饮酒与癌症、伤害及传染病风险呈正相关的证据, 应加强对消费者的科学引导, 倡导理性饮酒方式, 包括适量饮酒、佐餐饮酒以及选择低度或脱酒精酒类, 以减少肠道对酒精的吸收、降低血液酒精浓度, 从而最大限度地降低酒精带来的健康风险。

参考文献

[1] 魏昭, 吴蕊, 王权, 等. 美极梅奇酵母在发酵果酒中的应用研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2024, 15(24): 248–254.
WEI Z, WU R, WANG Q, *et al*. Research progress on the application of magnum yeast in fermented fruit wine [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2024, 15(24): 248–254.

[2] DRAIJER R, GRAAF DY, SLETTENAAR M, *et al*. Consumption of a polyphenol-rich grape-wine extract lowers ambulatory blood pressure in mildly hypertensive subjects [J]. Nutrients, 2015, 7(5): 3138–3153.

[3] CLARA P, MAGÍ F, JOSE R, *et al*. Moderate consumption of wine, through both its phenolic compounds and alcohol content, promotes hydroxytyrosol endogenous generation in humans. A randomized controlled trial [J]. Molecular Nutrition & Food Research, 2015, 59(6): 1213–1216.

[4] DOMÍNGUEZ-LÓPEZ I, LAMUELA-RAVENTÓS RM, RAZQUIN C, *et al*. Urinary tartaric acid as a biomarker of wine consumption and cardiovascular risk: The PREDIMED trial [J]. European Heart Journal, 2024, 46(2): 161–172.

[5] GOLAN R, SHELEF I, SHEMESH E, *et al*. Effects of initiating moderate wine intake on abdominal adipose tissue in adults with type 2 diabetes: A 2-year randomized controlled trial [J]. Public Health Nutrition, 2016, 20(3): 549–555.

[6] BRIANSÓ-LLORT L, SIMÓ-SERVAT O, RAMOS-PEREZ L, *et al*. Effect of resveratrol content in red wine on circulating sex hormone-binding globulin: Lessons from a pilot clinical trial [J]. Molecular Nutrition & Food Research, 2022, 66(16): e2200125.

[7] GIORGIA S, ANGELO C, ANDREA S, *et al*. To beer or not to beer: A meta-analysis of the effects of beer consumption on cardiovascular health [J]. PLoS One, 2020, 15(6): e0233619.

[8] CLÁUDIA M, LILIANA D, INÊS BM, *et al*. Impact of beer and nonalcoholic beer consumption on the gut microbiota: A randomized, double-blind, controlled trial [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2022, 70(41): 13062–13070.

[9] CASTRO-SEPULVEDA M, JOHANNSEN N, ASTUDILLO S, *et al*. Effects of beer, non-alcoholic beer and water consumption before exercise on fluid and electrolyte homeostasis in athletes [J]. Nutrients, 2016, 8(6): 345.

[10] HERNÁNDEZ-QUIROZ F, NIRMALKAR K, VILLALOBOS-FLORES LE, *et al*. Influence of moderate beer consumption on human gut

microbiota and its impact on fasting glucose and *β*-cell function [J]. Alcohol, 2019(85): 77–94.

[11] TRIUS-SOLER M, MARHUENDA-MUÑOZ M, LAVERIANO-SANTOS EP, *et al*. Moderate consumption of beer (with and without ethanol) and menopausal symptoms: Results from a parallel clinical trial in postmenopausal women [J]. Nutrients, 2021, 13(7): 2278.

[12] CHA J, PARK ES, KIM JE, *et al*. Consumption of Korean rice wine alters certain human gut microbial genera in different ways from consumption of other alcoholic beverages: A randomized, cross-over trial [J]. LWT, 2024(200): 116152.

[13] CHENG W, ROLLS ET, ROBBINS TW, *et al*. Decreased brain connectivity in smoking contrasts with increased connectivity in drinking [J]. eLife, 2019(8): e40765.

[14] PIEPOLI MF, HOES AW, AGEWALL S, *et al*. 2016 European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: The sixth joint task force of the European society of cardiology and other societies on cardiovascular disease prevention in clinical practice (constituted by representatives of 10 societies and by invited experts) developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR) [J]. Atherosclerosis, 2016(252): 207–274.

[15] PHILLIPS JA. Dietary guidelines for Americans, 2020–2025 [J]. Workplace Health & Safety, 2021, 69(8): 395.

[16] TIȚA O, ONACHE PA, GEANA EI, *et al*. Phytochemical screening and antioxidant activities of white and red wines from different varieties and wine regions in Romania [J]. Antioxidants, 2025, 14(5): 564.

[17] LIN H, MENG L, SUN Z, *et al*. Yellow wine polyphenolic compound protects against doxorubicin-induced cardiotoxicity by modulating the composition and metabolic function of the gut microbiota [J]. Circulation: Heart Failure, 2021, 14(10): e008220.

[18] GHOSH S, BASAK P, DUTTA S, *et al*. New insights into the ameliorative effects of ferulic acid in pathophysiological conditions [J]. Food and Chemical Toxicology, 2017(103): 41–55.

[19] NICÁCIO KDJ, FERREIRA MS, KATCHBORIAN-NETO A, *et al*. Anti-inflammatory markers of hops cultivars (*Humulus lupulus* L.) evaluated by untargeted metabolomics strategy [J]. Chemistry & Biodiversity, 2022, 19(4): e202100966.

[20] KORES K, KOLENC Z, FURLAN V, *et al*. Inverse Molecular docking elucidating the anticarcinogenic potential of the hop natural product xanthohumol and its metabolites [J]. Foods, 2022, 11(9): 1253.

[21] ZHANG J, ZHAO M, CHEN J, *et al.* The improvement of *Hovenia acerba*-sorghum co-fermentation in terms of microbial diversity, functional ingredients, and volatile flavor components during Baijiu fermentation [J]. Frontiers in Microbiology, 2024(14). DOI: 10.3389/fmicb.2023.1299917

[22] SONG Y, SUN L, MA P, *et al.* Dihydromyricetin prevents obesity via regulating bile acid metabolism associated with the farnesoid X receptor in ob/ob mice [J]. Food & Function, 2022(5). DOI: 10.1039/d1fo03971g

[23] ZHENG C, ZHONG Y, ZHANG W, *et al.* Chlorogenic acid ameliorates post-infectious irritable bowel syndrome by regulating extracellular vesicles of gut microbes [J]. Advanced Science, 2023, 10(28): 2302798.

[24] 张璐, 张昱, 蒲云峰, 等. 慕萨莱思葡萄酒酿造过程中的氨基酸组成及含量分析[J]. 食品工业, 2018, 39(4): 260–263.
ZHANG L, ZHANG Y, PU YF, *et al.* Analysis of amino acid composition and content in the winemaking process of muscat wine [J]. The Food Industry, 2018, 39(4): 260–263.

[25] TU J, JIN Y, ZHUO J, *et al.* Exogenous GABA improves the antioxidant and anti-aging ability of silkworm (*Bombyx mori*) [J]. Food Chemistry, 2022(383). DOI: 10.1016/j.foodchem.2022.132400

[26] 李爽, 陈林玉, 王东浩, 等. 红小米黄酒心肌保护作用及活性成分研究[J]. 中草药, 2022, 53(22): 7010–7018.
LI S, CHEN LY, WANG DH, *et al*. Cardioprotective effects and active components of red millet Huangjiu [J]. Chinese Herbal Medicines, 2022, 53(22): 7010–7018.

[27] ZHANG S, JIN S, ZHANG C, *et al*. Beer-gut microbiome alliance: A discussion of beer-mediated immunomodulation via the gut microbiome [J]. Frontiers in Nutrition, 2023(10): 1186927.

[28] LIU Y, ZHANG P, TANG Y, *et al.* Combined metagenomics and metabolomics to analyse the fermentation process of Taorong-type Baijiu and its response mechanism with amino acids [J]. Food Chemistry: X, 2025(30): 102987.

[29] ZHANG L, JIANG Y, YIN Z, *et al.* Isolation and evaluation of two angiotensin-I-converting enzyme inhibitory peptides from fermented grains (Jiupei) used in Chinese Baijiu production [J]. RSC Advances, 2018(65). DOI:10.1039/c8ra07251e

[30] OLIVARES-GALVÁN S, MARINA ML, GARCÍA MC. Extraction of valuable compounds from brewing residues: Malt rootlets, spent hops, and spent yeast [J]. Trends in Food Science & Technology, 2022(127): 181–197.

[31] BEZERRA LDI, CAILLOT CRA, OLIVEIRA DFA, *et al*. Cabernet sauvignon wine polysaccharides attenuate sepsis inflammation and lethality in mice [J]. Carbohydrate Polymers, 2019(210): 254–263.

[32] CHO CW, HAN CJ, RHEE Y, *et al*. Immunostimulatory effects of polysaccharides isolated from Makgeolli (traditional Korean rice wine) [J]. Molecules, 2014, 19(4): 5266–5277.

[33] 沈赤, 毛健, 陈永泉, 等. 黄酒多糖对 S180 荷瘤小鼠肿瘤抑制及免疫增强作用[J]. 食品工业科技, 2014, 35(24): 346–350.
SHEN C, MAO J, CHEN YQ, *et al*. Effects of Huangjiu polysaccharides on tumor inhibition and immune enhancement in S180 tumor-bearing mice [J]. Science and Technology of Food Industry, 2014, 35(24): 346–350.

[34] OUMEDDOUR DZ, LIN W, LIAN C, *et al*. The anti-diabetic effect of non-starch polysaccharides extracted from wheat beer on diet/stz-induced diabetic mice [J]. Foods, 2024, 13(17): 2692.

[35] GENG J, WU Y, TIAN H, *et al.* Alleviation of high-fat diet-induced hyperlipidemia in mice by *Stachys sieboldii* Miq. Huangjiu via the modulation of gut microbiota composition and metabolic function [J]. Foods, 2024, 13(15): 2360.

[36] LIU Y, LI X, QIN H, *et al.* Comparing the antioxidation and

bioavailability of polysaccharides from extruded and unextruded Baijiu vinasses via *in vitro* digestion and fecal fermentation [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2024, 276(2): 133681.

[37] LI M, LIAO Q, WU J, *et al.* Huangshui polysaccharide: A multifunctional additive for enhancing antioxidant activity, aroma profile, and gut health in Baijiu [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2025, 333(2): 148706.

[38] 范文强, 赵亚雄, 郇丹, 等. 白酒中酸类物质的研究进展[J]. 食品科技, 2025, 50(3): 77–83.
FAN WQ, ZHAO YX, XUN D, *et al*. Research progress on acid substances in Baijiu [J]. Food Science and Technology, 2025, 50(3): 77–83.

[39] OWUMI SE, NAJOPHE SE, IDOWU TB, *et al*. Protective mechanisms of gallic acid on hepatorenal dysfunction of zearalenone treated rat [J]. Biologia, 2021, 76(10): 3123–3135.

[40] LIU Y, HAN F, MA X, *et al*. Organic acids from ice wine ameliorate fructose-induced disorders of glycolipid metabolism in C57BL/6J mice [J]. Food & Function, 2025, 16(9): 3296–3307.

[41] FÉCHIR M, REGLITZ K, MALL V, *et al*. Molecular insights into the contribution of specialty barley malts to the aroma of bottom-fermented lager beers [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2021, 69(29): 8190–8199.

[42] KANG Q, SUN J, WANG B, *et al*. Wine, beer and Chinese Baijiu in relation to cardiovascular health: The impact of moderate drinking [J]. Food Science and Human Wellness, 2023, 12(1): 1–13.

[43] WANG G, SONG X, ZHU L, *et al.* A flavoromics strategy for the differentiation of different types of Baijiu according to the non-volatile organic acids [J]. Food Chemistry, 2021(374): 131641.

[44] MIRZAEI S, GHOLAMI MH, ZABOLIAN A, *et al.* Caffeic acid and its derivatives as potential modulators of oncogenic molecular pathways: New hope in the fight against cancer [J]. Pharmacological Research, 2021(171): 105759.

[45] SUN X, CHENG X, ZHANG J, *et al*. Letting wine polyphenols functional: Estimation of wine polyphenols bioaccessibility under different drinking amount and drinking patterns [J]. Food Research International, 2020, 127108704. DOI: 10.1016/j.foodres.2019.108704

[46] CELEP E, CHAREHSAZ M, AKYÜZ S, *et al*. Effect of *in vitro* gastrointestinal digestion on the bioavailability of phenolic components and the antioxidant potentials of some Turkish fruit wines [J]. Food Research International, 2015(78): 209–215.

[47] FORESTER SC, WATERHOUSE AL. Metabolites are key to understanding health effects of wine polyphenolics [J]. The Journal of Nutrition, 2009, 139(9): 1824S–1831S.

[48] THEILMANN MC, GOH YJ, NIELSEN KF, *et al*. Lactobacillus acidophilus metabolizes dietary plant glucosides and externalizes their bioactive phytochemicals [J]. mBio, 2017, 8(6). DOI: 10.1016/j.foodres.2015.10.009

[49] LUCERÓN-LUCAS-TORRES M, SAZ-LARA A, DÍEZ-FERNÁNDEZ A, *et al*. Association between wine consumption with cardiovascular disease and cardiovascular mortality: A systematic review and meta-analysis [J]. Nutrients, 2023, 15(12): 2785.

[50] CHOLEVA M, ARGYROU C, DETOPOULOU M, *et al*. Effect of moderate wine consumption on oxidative stress markers in coronary heart disease patients [J]. Nutrients, 2022, 14(7): 1377.

[51] 夏建宇. 绍兴黄酒对心血管疾病的保护作用[D]. 绍兴: 绍兴文理学院, 2022.
XIA JY. The protective effect of Shaoxing yellow wine on cardiovascular diseases [D]. Shaoxing: Shaoxing University, 2022.

[52] LIN H, ZHANG J, NI T, *et al*. Yellow wine polyphenolic compounds prevents doxorubicin-induced cardiotoxicity through activation of the Nrf2 signalling pathway [J]. Journal of Cellular and Molecular Medicine, 2019, 24(24): 14453–14466.

[53] XU L, ZHOU J, LOU H, *et al*. Yellow wine polyphenolic compounds protect against myocardial ischemia-reperfusion injury in rats by activating Nrf2 nuclear translocation to regulate the balance of mitochondrial fission and fusion [J]. Frontiers in Cardiovascular Medicine, 2025, 12: 1506388.

[54] HE Z, ZHOU Y, LI S, *et al*. Bioactive peptides and evaluation of cardiac cytoprotective effects of red millet yellow wine as functional food [J]. Foods, 2024, 13(24): 4111.

[55] 于嘉琪, 夏婷, 王涿邯, 等. 啤酒中多酚和类黑精及其抗氧化功效研究进展[J]. 食品研究与开发, 2022, 43(13): 203–209.
YU JQ, XIA T, WANG ZH, *et al*. Research progress on polyphenols, melanoidins in beer and their antioxidant effects [J]. Food Research and Development, 2022, 43(13): 203–209.

[56] ZHANG H, TANG W, WANG S, *et al.* Tetramethylpyrazine inhibits platelet adhesion and inflammatory response in vascular endothelial cells by inhibiting P38 MAPK and NF-*κ*B signaling pathways [J]. Inflammation, 2020(43): 286–297.

[57] SHI Z, LIU Y, HU Z, *et al.* Effect of radiation processing on phenolic antioxidants in cereal and legume seeds: A review [J]. Food Chemistry, 2022(396): 133661.

[58] ZHU H, LAN C, ZHAO D, *et al.* Wuliangye Baijiu but not ethanol reduces cardiovascular disease risks in a zebrafish thrombosis model [J]. NPJ Science of Food, 2022. DOI: 10.1038/s41538-022-00170-2

[59] CHOI J, CHOI SY, HONG Y, *et al*. The central administration of vitisin a, extracted from vitis vinifera, improves cognitive function and related signaling pathways in a scopolamine-induced dementia model [J]. Biomedicine & Pharmacotherapy, 2023(163): 114812.

[60] HALLER S, MONTANDON ML, RODRIGUEZ C, *et al*. Impact of coffee, wine, and chocolate consumption on cognitive outcome and mri parameters in old age [J]. Nutrients, 2018, 10(10): 1391.

[61] AKAGI Y, KABAYAMA M, GONDO Y, *et al*. Alcohol drinking patterns have a positive association with cognitive function among older people: A cross-sectional study [J]. BMC Geriatrics, 2022, 22(1): 158.

[62] 谢广发, 朱成钢, 胡志明, 等. 绍兴黄酒对大鼠学习记忆力的影响[J]. 酿酒科技, 2007(5): 139–141.
XIE GF, ZHU CG, HU ZM, *et al*. The effect of Shaoxing yellow wine on learning and memory in rats [J]. Liquor-Making Science & Technology,

2007(5): 139–141.

[63] LIU R, FU Z, ZHANG F, *et al*. Effect of yellow rice wine on anti-aging ability in aged mice induced by d-galactose [J]. Food Science and Human Wellness, 2020, 9(2): 184–191.

[64] 刘蓉. 黄酒对 *D*-gal 致衰老小鼠的认知、抗疲劳能力以及肠道微生物菌群的影响研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2020.
LIU R. Study on the effects of Huangjiu on cognition, anti-fatigue ability, and gut microbiota in *D*-galactose-induced aging mice [D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2020.

[65] LEE H, CHUNG SH, KWON DJ, *et al*. Sleep-enhancing effect of Hongcheon-hop (*Humulus lupulus* L.) extract containing xanthohumol and humulone through GABAA receptor [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2024, 338(2): 119019.

[66] ALVES RDM, NASCIMENTO PDR, MACHADO FDPA, *et al*. Hop (*Humulus lupulus* L.) extract reverts glycaemic imbalance and cognitive impairment in an animal model of obesity [J]. Food & Function, 2024, DOI: 10.1039/D4FO02062F

[67] 汪蓓灵, 李苑麟, 黄永光. 不同年份酱香型白酒基酒对小鼠行为学特征及神经递质表达的影响[J]. 中国酿造, 2025, 44(9): 79–86.
WANG PL, LI YL, HUANG YG. Effects of base liquors of different years of sauce-flavored baijiu on behavioral characteristics and neurotransmitter expression in mice [J]. China Brewing, 2025, 44(9): 79–86.

[68] AUGUSTO CD, SIMONA C, VINCENZO B, *et al*. Alcohol dosing and total mortality in men and women: An updated meta-analysis of 34 prospective studies [J]. Archives of Internal Medicine, 2006, 166(22): 2437–2445.

[69] 张元, 白卫东, 刘功良. 黄酒生物活性成分及其功能研究进展[J]. 中国酿造, 2017, 36(7): 5–9.
ZHANG Y, BAI WD, LIU GL. Research progress on bioactive components and functions of Huangjiu [J]. China Brewing, 2017, 36(7): 5–9.

[70] 李国龙, 金建明, 谢广发. 黄酒的营养成分与功能因子分析研究[J]. 酿酒, 2021, 48(3): 78–80, 85.
LI GL, JIN JM, XIE GF. Analysis of nutritional components and functional factors of yellow wine [J]. Liquor Making, 2021, 48(3): 78–80, 85.

[71] 王妍凌, 薛洁, 赵昊, 等. 高通量测序分析新疆不同产区葡萄酒对大鼠肠道菌群多样性的影响[J]. 中国酿造, 2023, 42(2): 83–88.
WANG YL, XUE J, ZHAO H, *et al*. High-throughput sequencing analysis of the effects of wines from different regions of Xinjiang on the diversity of rat gut microbiota [J]. China Brewing, 2023, 42(2): 83–88.

[72] GUÍA LDRE, CUEVA C, MOLINERO N, *et al*. May sulfites in wine affect gut microbiota? An *in vitro* study of their digestion and interplay with wine polyphenols [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2025. DOI: 10.1021/ACS.JAFC.5C02710

[73] 冯欣静. 半干型绍兴黄酒缓解便秘的关键物质解析及机制研究[D]. 无锡: 江南大学, 2022.
FENG XJ. Study on the key substances and mechanisms of semi-dry Shaoxing yellow wine in relieving constipation [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2022.

[74] RODRIQUEZ-SAAVEDRA M, TAMARGO A, MOLINERO N, *et al*. Simulated gastrointestinal digestion of beer using the simgi® model. Investigation of colonic phenolic metabolism and impact on human gut microbiota [J]. Food Research International, 2023, 173(1): 113228.

[75] JI M, FANG C, JIA W, *et al*. Regulatory effect of volatile compounds in fermented alcoholic beverages on gut microbiota and serum metabolism in a mouse model [J]. Food & Function, 2021(12): 5576–5590.

[76] MATSUMURA Y, STILES KM, REID J, *et al*. Gene therapy correction of aldehyde dehydrogenase 2 deficiency [J]. Molecular Therapy-Methods & Clinical Development, 2019, 15(C): 72–82.

[77] KING L, APLIN R, GILL C, *et al*. A state-of-the-science review of alcoholic beverages and polycyclic aromatic hydrocarbons [J]. Environmental Health Perspectives, 2024, 132(1): 16001.

[78] LINDERBORG K, JOLY PJ, VISAPÄÄ J, *et al*. Potential mechanism for Calvados-related oesophageal cancer [J]. Food and Chemical Toxicology, 2007, 46(2): 476–479.

(责任编辑: 蔡世佳 安香玉)