

红曲防治心血管疾病作用机制的研究进展

张 赫^{1*}, 陈会君^{2#}

¹黑龙江中医药大学研究生院, 黑龙江 哈尔滨

²黑龙江中医药大学附属第二医院心血管二科, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2026年6月15日; 录用日期: 2026年7月9日; 发布日期: 2026年7月16日

摘 要

心血管疾病是全球范围内导致死亡的主要原因之一, 随着人口老龄化进程加剧, 心血管疾病的发生率及死亡率呈逐年上升趋势。目前治疗以西药治疗为主, 常出现不良反应。红曲, 是一种临床常用的活血化瘀中药, 其内含有红曲色素、他汀类、甾醇、红曲多糖、氨基丁酸等多种活性成分, 具有调节糖脂代谢、抗动脉粥样硬化、抗炎、抗氧化反应、保护血管内皮、降血压、抗肥胖等多种药理学功效, 显著降低心血管疾病进程中多种危险因素, 通过多靶点干预展现对心血管疾病的防治作用。本文旨在为中药红曲在心血管疾病防治领域的深入研究和临床转化提供理论依据与方向参考, 并为新药研发提供更多选择。

关键词

红曲, 心血管疾病, 作用机制, 研究进展

Research Progress on the Mechanisms of Red Yeast Rice in the Prevention and Treatment of Cardiovascular Diseases

He Zhang^{1*}, Huijun Chen^{2#}

¹Graduate School of Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin Heilongjiang

²Second Cardiology Department, Second Affiliated Hospital of Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin Heilongjiang

Received: June 15, 2026; accepted: July 9, 2026; published: July 16, 2026

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 张赫, 陈会君. 红曲防治心血管疾病作用机制的研究进展[J]. 临床医学进展, 2026, 16(7): 1421-1428.
DOI: 10.12677/acm.2026.1672661

Abstract

Cardiovascular diseases are one of the leading causes of death worldwide, and their incidence and mortality rates have been rising steadily due to an increasingly aging population. Current treatments primarily rely on Western medicine, which often leads to adverse effects. Red yeast rice (*Monascus purpureus* Went) is a commonly used traditional Chinese medicine for promoting blood circulation and removing blood stasis. It contains various active components such as monascin, statins, sterols, *Monascus* polysaccharides and gamma-aminobutyric acid. These compounds exhibit multiple pharmacological effects, including regulation of glucose and lipid metabolism, anti-atherosclerosis, anti-inflammatory and antioxidant actions, protection of vascular endothelium, blood pressure reduction, and anti-obesity properties. They significantly reduce multiple risk factors involved in cardiovascular disease progression and demonstrate preventive and therapeutic potential through multi-target interventions. This article aims to provide theoretical foundations and directional guidance for further research and clinical translation of Red yeast rice in cardiovascular disease prevention and treatment, while also offering new options for drug development.

Keywords

Red Yeast Rice, Cardiovascular Diseases, Mechanism, Research Progress

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

红曲是一味活血化瘀的传统中药,为曲霉科真菌紫色红曲霉(*Monascus purpureus* Went)菌丝体及孢子寄生在粳米上而成,表面呈紫红色,又称红曲米、赤曲、红米等;主要产于我国浙江、福建、广东等地。此外,红曲色素作为一种食品添加剂,在韩国及欧美地区广泛使用[1]。红曲在我国已有近千年应用,最早药用记载为:“红曲酿酒,破血行药势,杀山岚瘴气,治打扑伤损。”中医古籍载红曲:“甘、温、无毒;消食活血、健脾燥胃。”在医学领域常用来治疗饮食积滞,脘腹胀满,赤白下痢,产后恶露不尽,跌打损伤等病证。其化学成分主要包括红曲色素、他汀类、甾醇、红曲多糖、 γ -氨基丁酸(gamma-aminobutyric acid, GABA)等多种生物活性物质[2]。现代药理学研究表明,红曲可通过多靶点及多通路有效调节糖脂代谢,具有调脂、降血糖、降血压、抗动脉粥样硬化、抗氧化、抗肿瘤、抑菌等药理作用[3]。目前,红曲及其中药制剂已广泛应用于防治心血管疾病(cardiovascular diseases, CVD),辅助调理、改善心血管问题,减少病情加重风险,作用显著[4]。其有效机制主要以红曲中莫纳克林-K(monacolin K, MK)降低血脂作用为基础。本文整理归纳国内外近几年红曲及其有效成分对 CVD 作用机制相关文献,讨论红曲药理作用,以为红曲的临床研究与开发利用提供科学依据及医学证据。

2. 调节糖脂代谢

糖脂代谢异常是以血糖血脂异常升高为特点的代谢性综合征,是代谢性心血管疾病发生的重要危险因素,葡萄糖可以通过糖酵解代谢成丙酮酸,糖酵解产物为脂肪酸合成提供主要碳原和甘油部分,实现糖代谢与脂代谢的相互转化[5]。胰岛素抵抗(insulin resistance, IR)、高血糖和血脂异常会增加 CVD 发病率和死亡率[6]。长期血脂异常会导致管腔内脂质、炎症的积累及不稳定斑块的形成,进一步导致管腔狭

窄、闭塞,使冠状动脉供血不能满足心肌代谢所需能量,最终导致心肌缺血坏死,甚至诱发心力衰竭[7]。有研究表明约 30%的 2 型糖尿病患者合并 CVD,且 CVD 是 2 型糖尿病患者死亡的主要原因,约占研究期间患者死亡总数的 50% [8]。糖尿病心血管并发症主要包括合并动脉粥样硬化、冠心病、心肌病、心力衰竭及动脉瘤等,是糖尿病患者死亡风险上升的主要因素[9]。

2.1. 调脂

日本学者最早从红曲中分离筛选出抑制体内胆固醇合成的活性成分 MK;目前,已从红曲发酵物中分离出 Monacolin L、Monacolin M、Monacolin X 等多种 Monacolin 类化合物。3-羟基-3-甲基戊二酸单辅酶 A (HMG-CoA)还原酶是控制体内胆固醇合成速度的关键酶,Monacolin 类化合物可通过竞争性抑制 HMG-CoA 还原酶而有效减少或阻断内源性胆固醇的合成,其中 MK 的空间结构与体内 HMG-CoA 还原酶最为接近,活性最显著,后来证实其为化学合成药洛伐他汀。此外,红曲中豆甾醇可有效降低体内胆固醇水平,降低血脂[10]。Cicero 等[11]研究发现长期应用 MK 的 111 位正常或高胆固醇血症患者的低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)平均含量降低 20%,并显著降低冠心病患者的心血管事件风险。De Lellis 等[12]研究证实了服用含有 MK、 γ -谷维素(γ -oryzanol)和 GABA 为主要成分的红曲制剂疗效确切,可改善脂质代谢。与安慰剂组相比,试验组 LDL-C 与总胆固醇(total cholesterol, TC)平均含量分别下降了 19.3%和 8.3%。高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)的平均含量增加了约 29.3%。Monascin (MS)和 Ankaflavin (AK)是红曲色素中的两个主要降脂成分。MS 和 AK 在降低 LDL-C 的同时保留了 HDL-C 的含量。有研究表明,MS 和 AK 通过抑制酰基辅酶 A-胆固醇酰基转移酶(ACAT)、微粒体甘油三酯转移蛋白和载脂蛋白 B (apolipoprotein B-100, Apo B-100)水平,从而阻止 LDL-C 的组装;MS 和 AK 还可使低密度脂蛋白受体(low-density lipoprotein receptor, LDLR)表达增强,增加了 LDL-C 向肝脏代谢的运输,降低体内 LDL-C 的水平[13]。此外,MS 和 AK 通过刺激 Apo-A1 表达,促进 HDL-C 合成。上述多种机制共同发挥调脂作用。王小璐[14]利用油酸诱导 HepG2 细胞,建立体外脂肪蓄积模型,研究红曲黄素 C 改善脂质蓄积的作用机制,对细胞中 TC 及甘油三酯(triglyceride, TG)含量进行检测;发现红曲黄素 C 浓度为 8 $\mu\text{g/mL}$ 时能显著降低细胞内 TG 含量, TG 含量下降 51.3%,且与空白组相比无显著性差异。郝珍飞[15]研究发现,红曲素作用于 HepG2 细胞,可使肝脏 X 型受体(liver X receptor, LXR)、固醇调节原件 1 (SREBP-1c)、FAS 蛋白及 mRNA 表达水平下调,抑制 LXR/SREBP/FAS 通路,从而抑制了脂肪酸的生成。还可激活过氧化物酶体增殖物激活受体(peroxisome proliferator-activated receptors, PPARs)、CPT-1、ACO 等因子,促进脂肪酸 β 氧化,从而发挥降脂作用。

2.2. 降糖

红曲主要通过保护胰岛 β 细胞、促进胰岛素分泌、改善 IR、抑制糖异生、延缓碳水化合物吸收等方面发挥降糖作用[16]。红曲中 MS 是 PPAR γ 激动剂,通过激活磷脂酰肌醇 3-激酶/Akt 通路,减弱 PPAR γ 磷酸化,提高胰岛素敏感性[17]。同时,MS 抑制蛋白酪氨酸磷酸酶 1B (PTP1B)表达,减轻 IR。丙酮醛是体内晚期糖基化终末产物(advanced glycation end products, AGEs)的前体,直接参与糖尿病并发症的发生发展,MK 和 MS 可通过抑制甲基乙二醛,恢复胰腺十二指肠同源框-1 (PDX-1)转录因子的表达,进而减轻 AGEs 诱导的胰腺损伤,最终促进葡萄糖摄取与胰岛素分泌,减轻胰岛 β 细胞毒性,降低糖尿病发病风险[18]。 α -葡萄糖苷酶是人体消化吸收碳水化合物的关键酶,其活性与餐后血糖浓度关系密切,通过抑制其活性可改善及治疗 2 型糖尿病。赵楠[19]通过研究发现红曲中 AK 和 MS 能够与 α -葡萄糖苷酶结合形成稳定的复合物,引起其微观结构改变,最终对 α -葡萄糖苷酶产生抑制作用。动物实验表明红曲可以改善葡萄糖耐量和胰岛素分泌,降低了糖尿病小鼠的血糖水平;保护胰岛 β 细胞和胰岛内皮微环境,使胰岛免受高血糖损伤。此外,红曲可强效抑制氧化应激关键因子 8-OHdG、4-HNE、gp91phox 的表达,调

节 GLUT-2 和 GCK 相关通路, 提高胰岛对血糖变化的敏感性[20]。糖异生指由非糖物质在肝脏和肾脏中转化为葡萄糖或糖原的代谢过程, 磷酸烯醇式丙酮酸羧激酶(phosphoenolpyruvate carboxykinase, PEPCK)是糖异生的关键酶, 红曲可降低 PEPCK 活性, 抑制糖异生从而减少内源性葡萄糖生成[21]。白世龙等[22]对红曲治疗糖尿病进行网络药理学研究, 得出结论: 红曲主要活性成分可能通过 SRC、STAT3 和 HSP90AA1 等关键靶点治疗糖尿病, 为红曲治疗糖尿病提供理论参考。此外, 有临床试验表明常规降糖方案基础上联合红曲制剂可显著降低 2 型糖尿病患者血糖水平。

3. 抗动脉粥样硬化

动脉粥样硬化(arteriosclerosis, AS)以脂质沉积、炎性细胞浸润、平滑肌细胞和坏死细胞碎片的累积和转化为病变特征, 是 CVD 的重要危险因素[23]。当粥样硬化斑块累及冠状动脉, 引起血管狭窄或堵塞, 导致心肌缺血及冠状动脉硬化性心脏病[24]。红曲中 MK、MS、AK 通过降低人体中 TC 和 LDL-C 水平, 调脂抑制血管内斑块形成, 达到防治 AS 疾病的目的; 有研究表明, AK 预防主动脉脂质斑块积聚作用更为显著[25]。何卫士等[26]选取 151 例高脂血症伴动脉粥样硬化性心血管疾病风险患者作为研究对象, 服用红曲制剂后, 患者冠状动脉钙化积分、颈动脉内膜中层厚度均显著下降, 且 Apo B、LDL-C、瘦素水平均下降, 证实红曲可改善 AS 情况, 减少心脑血管事件发生率。此外, 红曲有效成分可通过 PI3K/PKB/Akt 信号通路增强内皮型一氧化氮合酶活性, 增加血浆中一氧化氮(NO)含量。NO 具有维持血管舒张, 抑制血小板的聚集和平滑肌细胞的增生的作用, 是维持内皮细胞功能和血管稳定的关键, 可有效防止 AS 生成[27]。红曲可使 ApoE 敲除小鼠肠道组织中紧密连接蛋白-1 和 occludin 蛋白的表达水平显著提升, 进而增加细胞间连接结构和肠道微绒毛长度, 改善肠道屏障功能, 同时还可降低与胆固醇和 LDL-C 水平呈正相关的 *Alistipes* 和 *Flavonifractor* 菌株的丰度, 改善肠道微生物群, 调节脂质代谢, 最终表明红曲可能通过影响肠道微生物群结构延缓 AS 疾病进程[28]。红曲可通过降低细胞间黏附分子-1 (intercellular adhesion molecule 1, ICAM-1)、血管细胞间黏附分子-1 (vascular cell adhesion molecule 1, VCAM-1)、基质金属蛋白酶 2 (matrix metalloproteinase 2, MMP-2)的水平、增加血浆中巨噬细胞移动抑制因子(macrophage migration inhibitory factor, MIF)含量, 减少巨噬细胞向主动脉壁的浸润, 减缓 AS 发生, 预防血栓生成[29]。

4. 抗炎、抗氧化反应

炎症反应是 CVD 发生、发展的重要机制, 慢性低度炎症会持续激活免疫系统, 导致血管内皮细胞功能障碍, 血管内皮功能障碍是冠状动脉疾病发生的早期关键环节, 同时, 炎症标志物加速促进氧化应激、血管收缩和血小板聚集, 氧化应激与炎症反应之间的相互作用加剧血管损伤与疾病恶化[30]。刘凯[31]发现红曲低聚糖能提高巨噬细胞增殖、抑制由脂多糖(lipopolysaccharide, LPS)诱导的巨噬细胞分泌 NO、显著降低 LPS 诱导的 IL-6 和 TNF- α 的分泌, 且对 ABTS 自由基具有较强的清除能力, 发挥抗炎、抗氧化活性, 降低 CVD 风险。施洋等[32]发现, 红曲可显著降低患者血清 hs-CRP、TNF- α 、IL-1 β 、IL-6 及 IL-8 水平, 抑制炎症因子释放, 减轻血管内皮损伤和平滑肌细胞增殖, 延缓 AS 斑块进展。Wu 等[33]观察红曲对 ApoE 敲除小鼠 AS 及斑块稳定性影响, 发现红曲降低 hs-CRP、IL-6 和 TNF- α 水平, 同时还降低了主动脉中 NF- κ B 和 MMP-9 的蛋白质水平, 证实红曲可调节炎症信号通路来预防 AS 疾病。有研究发现, 红曲制剂血脂康可以减少血清中 TNF- α 、IL-6 和 IL-1 β 炎症因子表达, 通过 TLR4/NF- κ B 信号通路抑制炎症反应, 减少除颤次数, 缩短自主循环恢复所需时间, 减轻心肺复苏后缺血一再灌注损伤[34]。此外, 血脂康可通过抑制内质网应激介导的炎症反应, 减轻易受损斑块进展[35]。红曲中含有很多种抗氧化物质, 如 Dimerumic acid、酚类、红曲色素、黄酮、类黄酮等, 都表现出抗氧化活性[36]。特别是红曲红色素, 具有较强清除羟自由基、DPPH 等自由基及抑制黄嘌呤氧化酶的能力[27]。谷胱甘肽/氧化谷胱甘肽是关键的内源性抗氧化系统, 其平衡状态直接影响体内抗氧化能力。红曲通过调节两者间的平衡减轻氧化

应激,同时抑制巨噬细胞中烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸氧化酶(NOX)活性,清除 ROS 产生,进而减轻氧化应激,红曲中含有的硒元素还可增强谷胱甘肽过氧化物酶 1 的活性,进一步增强抗氧化防御,保护血管内皮功能并延缓 AS 的过程[37]。Liu 等[38]发现红曲提取物通过调控 Nrf2 信号通路,诱导促血管生成细胞中的血红素氧合酶 1 (heme oxygenase 1, HO-1)的表达,HO-1 是一种关键的抗氧化、抗凋亡分子,可抑制高葡萄糖诱导的氧化应激,调节血管内皮细胞功能,降低糖尿病血管病变风险。

5. 降血压

高血压病的发病机制涉及神经调节异常、肾素-血管紧张素-醛固酮系统失衡、血管内皮功能受损、血管结构重塑、胰岛素抵抗和离子通道受损多个环节。红曲通过多机制联合作用发挥降压效应。红曲成分 MK、GABA 可能对降低血压起到一定作用[39]。动物实验表明, MK 通过抑制胆固醇介导的血清糖皮质激素激活酶,阻断 Nedd4-2 蛋白磷酸化,最终抑制上皮钠离子通道,降低 ABCA1 缺陷小鼠血压水平[40]。此外,红曲降压效果还可能通过抑制血管紧张素转化酶(angiotensin-converting enzyme, ACE),阻断血管紧张素 I (angiotensin I, Ang I)向 Ang II 的转化,调节体内缓激肽水平而发挥作用[21]。红曲可有效降低自发性高血压模型大鼠肺组织内 ACE 活性,减少血浆中 Ang II 和血浆内皮素含量,同时可提高肺主动脉中的 NOS 活性,释放 NO 并增加血浆中降钙素基因相关肽含量[41]。一级原发性高血压患者在服用含有红曲、叶酸、辅酶 Q10、黄连素、普利醇的补剂后,24 小时平均收缩压和舒张压水平均显著下降[42]。有研究表明,红曲可使代谢综合征患者的平均动脉压降低 3.79 mmHg,同时显著减低 60~70 岁患者及≤3 个月的干预期患者的收缩压和舒张压水平[43]。综上所述,红曲虽对降压起到一定作用,但目前支持红曲直接治疗高血压病的证据仍然比较薄弱。因此,需要更严谨、高质量的数据为其提供更强有力的支持。

6. 抗肥胖

肥胖除与上述多种心血管危险因素(胰岛素抵抗、血脂紊乱、慢性炎症、血压升高等)密切相关外,其本身作为 CVD 独立危险因素,可加重心脏负担,直接损害心脏结构与功能[44]。一项纳入 36 万中国成年人的前瞻性队列研究显示:与正常 BMI 相比, BMI ≥ 30.0 kg/m² 的参与者, CVD 发生风险升高 58%, BMI 升高与 CVD 风险增加呈剂量反应关系,且肥胖显著增加缺血性心脏病风险[45]。红曲的抗肥胖作用主要源于其脂溶活性和轻微抑制食欲效应,3T3-L1 细胞实验表明, MS 和 AK 通过下调 PPAR γ 、CCAAT 增强子结合蛋白 β (C/EBP β)、C/EBP δ 和 C/EBP α 转录因子的表达来抑制前体脂肪细胞的增殖分化和脂肪生成,还通过提高甘油释放量以及下调脂蛋白脂肪酶活性刺激成熟脂肪细胞脂解,最终减少脂肪组织中新生成脂肪细胞[46][47]。此外,红曲可防止高脂饮食小鼠体重、脂肪垫重量和肝脏重量增加,同时减少肝细胞脂滴蓄积,降低瘦素和肝脏酶学水平,缓解高脂饮食小鼠肥胖状态[48]。另有研究表明,红曲可通过维持棕色脂肪组织表型,调控棕色脂肪组织基因表达谱,从而防治肥胖相关代谢疾病[49]。

7. 总结与展望

综上所述,中药红曲具有多活性成分、多途径、多靶点、多作用机制、整体性的特点。随着现代科学研究的不断深入,红曲及其有效成分在防治 CVD 的作用已被证实。国内外研究学者发现,红曲及其有效成分包括红曲色素、他汀类、甾醇、红曲多糖、GABA 等可防治高脂血症、2 型糖尿病、高血压、冠心病等疾病,安全性高,不良反应少。此外,还具有抗肿瘤[50]、抑菌、抗抑郁、保护肝损伤、抗骨质疏松等作用[3]。其分子机制主要包括抑制炎症反应、抗氧化损伤、抗动脉粥样硬化、改善内皮细胞功能紊乱、减少脂肪细胞生成、稳定离子通道等,证实红曲在 CVD 的应用潜力。

尽管红曲的化学成分和临床应用已有较为丰富的研究,但仍存在局限性:其复杂分子机制需深入解析,活性成分群之间的协同作用有待系统阐述,且协同作用后疗效增强的作用机制也不明确。此外,缺

乏大样本、多中心、长期随访的对照试验提供高质量临床证据。红曲应用广泛, 可药食两用, 产业前景十分广阔。未来应运用网络药理学、代谢组学、分子对接等技术解析靶点、深化机制探索, 充分挖掘红曲与其他中药的协同药理作用。此外, 未来研究应聚焦于区分红曲中他汀依赖性与非他汀依赖性通路在心血管保护中的贡献比例。开发标准化、不含桔霉素的红曲制剂并开展其长期心血管终点事件研究, 为中医临床用药提供更多坚实证据, 充分利用其特色和优势推动中医药事业发展。

参考文献

- [1] Fukami, H., Higa, Y., Hisano, T., Asano, K., Hirata, T. and Nishibe, S. (2021) A Review of Red Yeast Rice, a Traditional Fermented Food in Japan and East Asia: Its Characteristic Ingredients and Application in the Maintenance and Improvement of Health in Lipid Metabolism and the Circulatory System. *Molecules*, **26**, Article 1619. <https://doi.org/10.3390/molecules26061619>
- [2] 张木兰, 李淼. 红曲“成分-药理-中药功效-疾病”研究进展及关联分析[J]. 亚太传统医药, 2022, 18(9): 215-220.
- [3] 蒋沅岐, 董玉洁, 周福军, 等. 红曲的化学成分、药理作用及临床应用研究进展[J]. 中草药, 2021, 52(23): 7379-7388.
- [4] 于逢春, 毕齐. 红曲类制剂临床研究进展[J]. 中华养生保健, 2024, 42(17): 71-75.
- [5] 王磐妍, 孙凤霄, 张敬, 等. 代谢性心血管疾病发病机制及中医药治疗研究进展[J]. 辽宁中医杂志, 2025: 1-13. <https://link.cnki.net/urlid/21.1128.r.20251024.1702.058>, 2026-07-13.
- [6] Han, W., Yang, S., Xiao, H., Wang, M., Ye, J., Cao, L., et al. (2022) Role of Adiponectin in Cardiovascular Diseases Related to Glucose and Lipid Metabolism Disorders. *International Journal of Molecular Sciences*, **23**, Article 15627. <https://doi.org/10.3390/ijms232415627>
- [7] 王增武, 马志毅, 薛素芳, 等. 基层冠心病与缺血性脑卒中共患管理专家共识 2022[J]. 中国心血管病研究, 2022, 20(9): 772-793.
- [8] Einarson, T.R., Acs, A., Ludwig, C. and Panton, U.H. (2018) Prevalence of Cardiovascular Disease in Type 2 Diabetes: A Systematic Literature Review of Scientific Evidence from across the World in 2007-2017. *Cardiovascular Diabetology*, **17**, Article No. 83. <https://doi.org/10.1186/s12933-018-0728-6>
- [9] 杨宏博, 聂文鹏, 张媛媛, 等. 中药防治糖尿病心血管并发症研究进展[J]. 光明中医, 2025, 40(7): 1316-1318.
- [10] 王玲, 吴军林, 吴清平. 红曲降血脂功能的研究及应用概况[J]. 食品工业科技, 2014, 35(8): 387-389+393.
- [11] Cicero, A.F.G., Fogacci, F. and Zambon, A. (2021) Red Yeast Rice for Hypercholesterolemia. *Journal of the American College of Cardiology*, **77**, 620-628. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.11.056>
- [12] De Lellis, L.F., Morone, M.V., Buccato, D.G., Cordara, M., Larsen, D.S., Ullah, H., et al. (2024) Efficacy of Food Supplement Based on Monacolins, γ -Oryzanol, and γ -Aminobutyric Acid in Mild Dyslipidemia: A Randomized, Double-Blind, Parallel-Armed, Placebo-Controlled Clinical Trial. *Nutrients*, **16**, Article 2983. <https://doi.org/10.3390/nu16172983>
- [13] Lee, C.L., Wen, J.Y., Hsu, Y.W., et al. (2018) The Blood Lipid Regulation of Monascus-Produced Monascin and Ankaflavin via the Suppression of Low-Density Lipoprotein Cholesterol Assembly and Stimulation of Apolipoprotein A1 Expression in the Liver. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, **51**, 27-37. <https://doi.org/10.1016/j.jmii.2016.06.003>
- [14] 王小璐. 红曲黄色素对油酸诱导 HepG2 细胞脂质蓄积的影响[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津科技大学, 2020.
- [15] 郝珍飞. 中药红曲提取物红曲素改善血脂异常作用机制的研究[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 辽宁中医药大学, 2022.
- [16] 玛合沙提·努尔江, 包天雨, 张添琪, 等. 红曲色素的生物活性及其作用机制研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2023, 49(6): 347-356.
- [17] Hsu, W.H., Lee, B.H., Chang, Y.Y., et al. (2013) A Novel Natural Nrf2 Activator with PPAR γ -Agonist (Monascin) Attenuates the Toxicity of Methylglyoxal and Hyperglycemia. *Toxicology and Applied Pharmacology*, **272**, 842-851. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2013.07.004>
- [18] Hsu, W.H. and Pan, T.M. (2014) A Novel PPAR γ Agonist Monascin's Potential Application in Diabetes Prevention. *Food Function*, **5**, 1334-1340. <https://doi.org/10.1039/c3fo60575b>
- [19] 赵楠. 红曲黄色素对 α -葡萄糖苷酶的抑制作用及其机制研究[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津科技大学, 2023.
- [20] Wang, J., Jiang, W., Zhong, Y., Lu, B., Shao, J., Jiang, S., et al. (2014) Xuezhikang Attenuated the Functional and

- Morphological Impairment of Pancreatic Islets in Diabetic Mice via the Inhibition of Oxidative Stress. *Journal of Cardiovascular Pharmacology*, **63**, 282-289. <https://doi.org/10.1097/fjc.0000000000000047>
- [21] Hu, J., Wang, J., Gan, Q., Ran, Q., Lou, G., Xiong, H., *et al.* (2020) Impact of Red Yeast Rice on Metabolic Diseases: A Review of Possible Mechanisms of Action. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **68**, 10441-10455. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c01893>
- [22] 白世龙, 赵杰宏, 陈丽萍, 等. 红曲治疗糖尿病网络药理学研究[J]. 亚太传统医药, 2024, 20(4): 180-186.
- [23] 付晓霄, 曹珊, 祁祥. 中医药治疗动脉粥样硬化研究进展[J]. 中医学报, 2025, 40(12): 2588-2594.
- [24] Huang, L., Zhang, L., Liu, C., Xu, Q. and Qiu, K. (2025) Interaction and Mechanisms of Depression and Cardiovascular Disease: A Mini-Review. *Peer Journal*, **13**, e20148. <https://doi.org/10.7717/peerj.20148>
- [25] 马悦, 高慧敏, 张玉波, 等. 关于修订我国红曲药用和食用相关质量标准的建议[J]. 中国中药杂志, 2024, 49(20): 5659-5673.
- [26] 何卫士, 李梦茜, 张帆, 等. 红曲制剂对高脂血症患者血清 APOB、LDL-C 及瘦素水平的影响及与动脉粥样硬化的关系[J]. 分子诊断与治疗杂志, 2024, 16(11): 2073-2076+2081.
- [27] 王琼, 莫中成, 郑标, 等. 红曲抗动脉粥样硬化的研究进展[J]. 湘南学院学报(医学版), 2022, 24(3): 69-72.
- [28] Dong, Y., Cheng, H., Liu, Y., Xue, M. and Liang, H. (2019) Red Yeast Rice Ameliorates High-Fat Diet-Induced Atherosclerosis in *Apoe*^{-/-} Mice in Association with Improved Inflammation and Altered Gut Microbiota Composition. *Food & Function*, **10**, 3880-3889. <https://doi.org/10.1039/c9fo00583h>
- [29] Xie, X., Wang, Y., Zhang, S., Zhang, G., Xu, Y., Bi, H., *et al.* (2012) Chinese Red Yeast Rice Attenuates the Development of Angiotensin II-Induced Abdominal Aortic Aneurysm and Atherosclerosis. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, **23**, 549-556. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2011.02.011>
- [30] Steven, S., Frenis, K., Oelze, M., Kalinovic, S., Kuntic, M., Bayo Jimenez, M.T., *et al.* (2019) Vascular Inflammation and Oxidative Stress: Major Triggers for Cardiovascular Disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, **2019**, 1-26. <https://doi.org/10.1155/2019/7092151>
- [31] 刘凯. 红曲低聚糖的分离、理化性质分析及体外抗炎抗氧化活性初探[D]: [硕士学位论文]. 成都: 成都中医药大学, 2022.
- [32] 施洋, 陈振东, 秦荣, 等. 红曲对克拉玛依地区少数民族颈动脉粥样硬化患者血脂及炎症因子的影响[J]. 中国药物经济学, 2023, 18(10): 37-41.
- [33] Wu, M., Zhang, W. and Liu, L. (2017) Red Yeast Rice Prevents Atherosclerosis through Regulating Inflammatory Signaling Pathways. *Chinese Journal of Integrative Medicine*, **23**, 689-695. <https://doi.org/10.1007/s11655-017-2416-x>
- [34] Liang, L., Shao, W., Shu, T., Zhang, Y., Xu, S., Guo, L., *et al.* (2019) Xuezhikang Improves the Outcomes of Cardiopulmonary Resuscitation in Rats by Suppressing the Inflammation Response through TLR4/NF- κ B Pathway. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, **114**, Article 108817. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2019.108817>
- [35] Shen, L., Sun, Z., Chu, S., Cai, Z., Nie, P., Wu, C., *et al.* (2017) Xuezhikang, an Extract from Red Yeast Rice, Attenuates Vulnerable Plaque Progression by Suppressing Endoplasmic Reticulum Stress-Mediated Apoptosis and Inflammation. *PLOS ONE*, **12**, e0188841. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188841>
- [36] 温学伟, 马新, 周立平, 等. 红曲抗氧化的研究进展[J]. 食品工业科技, 2011, 32(2): 376-378.
- [37] Feng, S.J., Tang, Z.H., Wang, Y., *et al.* (2019) Potential Protective Effects of Red Yeast Rice in Endothelial Function against Atherosclerotic Cardiovascular Disease. *Chinese Journal of Natural Medicines*, **17**, 50-58. [https://doi.org/10.1016/s1875-5364\(19\)30009-3](https://doi.org/10.1016/s1875-5364(19)30009-3)
- [38] Liu, J.T., Chen, H.Y., Chen, W.C., *et al.* (2017) Red Yeast Rice Protects Circulating Bone Marrow-Derived Proangiogenic Cells against High-Glucose-Induced Senescence and Oxidative Stress: The Role of Heme Oxygenase-1. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, **2017**, Article 3831750. <https://doi.org/10.1155/2017/3831750>
- [39] Minamizuka, T., Koshizaka, M., Shoji, M., *et al.* (2021) Low Dose Red Yeast Rice with Monacolin K Lowers LDL Cholesterol and Blood Pressure in Japanese with Mild Dyslipidemia: A Multicenter, Randomized Trial. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, **30**, 424-435.
- [40] Wu, M.M., Liang, C., Yu, X.D., *et al.* (2019) Lovastatin Attenuates Hypertension Induced by Renal Tubule-Specific Knockout of ATP-Binding Cassette Transporter A1, by Inhibiting Epithelial Sodium Channels. *British Journal of Pharmacology*, **176**, 3695-3711. <https://doi.org/10.1111/bph.14775>
- [41] 周香珍, 林书发, 何书华. 红曲药理学评价研究进展[J]. 中国现代中药, 2016, 18(7): 936-941.
- [42] Trimarco, V., Cimmino, C.S., Santoro, M., Pagnano, G., Manzi, M.V., Piglia, A., *et al.* (2012) Nutraceuticals for Blood Pressure Control in Patients with High-Normal or Grade 1 Hypertension. *High Blood Pressure & Cardiovascular Prevention*, **19**, 117-122. <https://doi.org/10.1007/bf03262460>

-
- [43] Yuan, R., Yuan, Y., Wang, L., Xin, Q., Wang, Y., Shi, W., *et al.* (2022) Red Yeast Rice Preparations Reduce Mortality, Major Cardiovascular Adverse Events, and Risk Factors for Metabolic Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Pharmacology*, **13**, Article 744928. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.744928>
- [44] 李青, 刘自州, 孙晓楠, 等. 肥胖的病因、流行病学与心血管风险因素[J]. 临床内科杂志, 2025, 42(1): 1-4.
- [45] Chen, Y., Yu, W., Lv, J., Sun, D., Pei, P., Du, H., *et al.* (2024) Early Adulthood BMI and Cardiovascular Disease: A Prospective Cohort Study from the China Kadoorie Biobank. *The Lancet Public Health*, **9**, e1005-e1013. [https://doi.org/10.1016/s2468-2667\(24\)00043-4](https://doi.org/10.1016/s2468-2667(24)00043-4)
- [46] Chen, W.P., Ho, B.Y., Lee, C.L., *et al.* (2008) Red Mold Rice Prevents the Development of Obesity, Dyslipidemia and Hyperinsulinemia Induced by High-Fat Diet. *International Journal of Obesity*, **32**, 1694-1704. <https://doi.org/10.1038/ijo.2008.156>
- [47] Jou, P.C., Ho, B.Y., Hsu, Y.W., *et al.* (2010) The Effect of *Monascus* Secondary Polyketide Metabolites, Monascin and Ankaflavin, on Adipogenesis and Lipolysis Activity in 3T3-L1. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **58**, 12703-12709. <https://doi.org/10.1021/jf103121c>
- [48] Lee, H.S., Lee, Y.J., Chung, Y.H., Nam, Y., Kim, S.T., Park, E.S., *et al.* (2015) Beneficial Effects of Red Yeast Rice on High-Fat Diet-Induced Obesity, Hyperlipidemia, and Fatty Liver in Mice. *Journal of Medicinal Food*, **18**, 1095-1102. <https://doi.org/10.1089/jmf.2014.3259>
- [49] Zhang, S., Jiang, Y., Wang, X., Zhang, H., Gu, P., Gong, Z., *et al.* (2023) The Effect of Xuezhikang Capsule on Gene Expression Profile in Brown Adipose Tissue of Obese Spontaneously Hypertensive Rats. *Journal of Ethnopharmacology*, **302**, Article 115700. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2022.115700>
- [50] Sun, Q.W. and Hong, H.S. (2023) Research Progress on Gene Synthesis and Anticancer and Lipid-Lowering Mechanism of Monacolin K. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry*, **23**, 1234-1241. <https://doi.org/10.2174/1871520623666230207122157>