黄芩提取物及其有效成分的药理作用研究进展

高鑫，尹柏坤，左军*
（黑龙江中医药大学，黑龙江 哈尔滨 150040）

摘要 黄芩味厚气薄，可升可降，其化学成分丰富，药理作用广泛。综述近年国内外黄芩相关研究，发现黄芩的主要成分为黄酮类、多糖类、甾类、挥发油等，炮制方法可影响各类成分含量，且对黄芩的研究多集中在黄酮类成分的黄芩苷、黄芩素以及汉黄芩素。黄芩对呼吸系统、消化系统、心脑血管系统等多系统具有多方面的药理活性，发挥抗炎、抑菌、抗病毒、抗氧化应激、抗肿瘤、抗纤维化、调节免疫等作用。

关键词 黄芩；黄芩苷；黄芩素；汉黄芩素；药理作用
中图分类号：R285 **文献标识码**：A **文章编号**：1002 - 2392(2025)03 - 0112 - 06
DOI：10.19664/j.cnki.1002 - 2392.250063

黄芩为唇形科植物黄芩的干燥根，味苦性寒，归肺、胆、脾、大肠、小肠经，临床常用于治疗流感性疾病、神经性疾病（如抑郁症、焦虑症等）、皮肤类疾病（瘙痒、湿疹等）以及消化系统疾病（腹痛、腹泻、稀水便等）[1]。张景岳认为其“气轻于味，可升可降，阴中微阳，枯者善于入肺，实者善入大肠，欲其上者酒炒，欲其下者生用”（《本草正》）。研究表明，黄芩具有黄酮类、苯丙素类、多糖类、甾类、挥发油等化学成分[2]。炮制方法可影响黄芩各类成分的含量，宋亚南等[3]研究发现，生黄芩、酒黄芩、黄芩炭中黄酮类成分的含量整体呈下降趋势。另外，黄芩炒炭后挥发油含量降低，挥发油组成亦改变[4]。黄芩中的主要活性成分为黄酮类化合物中的黄芩苷、黄芩素及汉黄芩素[5]，2020 年版《中国药典》[6]将黄芩苷列为鉴定与含量测定项下的指标性成分。药理学研究表明，黄芩有效成分黄芩苷具有抗炎、抗菌、抗肿瘤、抗氧化、抗病毒、降脂等药理作用[7-8]。黄芩素在抑菌、抗炎、抗氧化应激、提高动物生产性能等方面效果显著[9]。另外，黄芩素和黄芩苷具有很好的抗病毒作用，可作为抗化学毒性的解毒剂[10]。汉黄芩素主要发挥抗氧化、抗炎、抗凋亡、抑菌等药理作用[11]。为全面了解黄芩的药理作用，本文归纳了近年来国内外黄芩提取物及其有效成分（黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素）药理作用的研究，现综述如下。

收稿日期：2024 - 11 - 05 **修回日期**：2024 - 12 - 26
基金项目：国家中医药管理局全国名老中医药专家传承工作室建设项目——李冀全国名老中医药专家传承工作室（国中医人发〔2014〕20 号）；黑龙江省中医药科研项目（ZYW2024 - 092）
作者简介：高鑫（2000 - ），女，硕士研究生，研究方向：方剂配伍规律研究。
*通信作者：左军（1971 - ），男，博士，教授，硕士研究生导师，研究方向：方剂配伍规律及药效物质基础研究。

1 抗炎

黄芩中具有抗炎作用的活性成分主要为黄芩苷、黄芩素及汉黄芩素。于天一等[12]实验证明，黄芩提取物外敷干预糖尿病溃疡大鼠创面后，其创面面积、临床炎症指标（hs - CRP）、创面局部促炎因子（TNF - α、IL - 6）、创面局部抑炎因子（IL - 4、IL - 10）、抗氧化指标（SOD、GSH）水平均有所改善，表明黄芩提取物外敷能够在一定程度上提高创面局部抑炎因子水平，从而抑制组织炎症。Li 等[13]研究发现，黄芩提取物可通过阻断 TLR4 介导的 TLR4/MyD88/NF - κB 和 MAPK 信号通路，抑制 miR - 155 表达，从而抑制 LPS 诱导的 BV - 2 小胶质细胞中的神经炎症。黄芩苷可通过抑制细胞因子的活性来发挥抗炎作用[14]。黄芩苷可降低肛周脓肿模型大鼠创面组织炎性因子 IL - 6、IL - 18、前列腺素 E2（PGE2）水平，上调血管内皮生长因子 A/基质细胞衍生因子 - 1/CXC 趋化因子受体 4（VEGFA/SDF - 1/CXCR4）通路蛋白表达，从而减轻创面组织炎症[15]。董国良[16]应用黄芩苷灌胃慢性阻塞性肺疾病（COPD）模型大鼠，发现黄芩苷可通过激活抑炎因子组蛋白去乙酰化酶 2（HDAC2），上调 HDAC2、GR 蛋白表达，抑制促炎因子 NF - κB 的蛋白或 mRNA 表达，从而发挥抗炎作用。吴志明等[17]研究发现，高剂量黄芩苷可显著降低 IL - 6、TNF - β 水平，显著降低 Ras 同源基因家族成员 A（RhoA）、Rho 相关蛋白激酶 1（ROCK1）、ROCK2 mRNA 表达水平，从而减轻膝关节骨性关节炎大鼠炎性反应。黄芩苷可通过抑制 Toll 样受体 2（TLR2）/髓样分化因子（MyD88）/NF - κB 信号通路，降低炎症因子产生，从而阻止带状疱疹后遗神

经痛(PHN)大鼠神经炎症[18]。研究发现,黄芩素可通过调控 NF - κB/信号传导与转录激活因子 3(STAT3)/细胞外调节蛋白激酶(ERK)信号通路,抑制 NF - κB p65、STAT3、ERK 蛋白磷酸化,减少炎症细胞聚集,从而缓解过敏性鼻炎小鼠的炎症反应[19]。汉黄芩素可有效改善胶原诱导性关节炎大鼠的关节炎症反应,这可能与抑制内质网应激途径有关[20]。孙梦菲等[21]研究发现,汉黄芩素可能通过调控 TLR4/MyD88/NF - κB 信号通路,抑制 LPS 诱导的 BV - 2 小胶质细胞炎症因子的释放,保护 SH - SY5Y 细胞,从而达到减轻炎症和神经保护的作用。

2 抑菌

黄芩抗菌谱广,对白色念珠菌、金黄色葡萄球菌等的生长均有一定的抑制作用。研究发现,黄芩提取物的体外抗白色念珠菌作用显著,乙醇回流提取法的最佳提取工艺为提取温度 70 ℃、乙醇浓度 80%、提取时间 1.5 h、料液比 1∶15、提取次数 1 次,此条件下黄芩醇提物最小抑菌浓度(MIC)值为 0.390 6 mg/mL,提取率为 37.7%[22]。另外,黄芩可显著抑制脓肿分枝杆菌浮游菌的生长,黄芩提取物对脓肿分枝杆菌标准株的 MIC_{50}、MIC_{90} 分别为 3.13 mg/mL、50 mg/mL,最小杀菌浓度(MBC)为 100 mg/mL[23]。刘柏杉等[24]研究发现,黄芩提取物对金黄色葡萄球菌有显著的抗菌活性,可通过破坏金黄色葡萄球菌细胞膜,使菌体内蛋白质、核酸等物质外漏,从而发挥长效抗菌作用。另外,黄芩提取物可抑制幽门螺杆菌(Hp)的生长,下调其毒力因子的表达水平,并降低其对细胞的黏附能力,但这一作用可逆[25]。研究表明,黄芩苷可通过改善线粒体功能和动力学来调节金黄色葡萄球菌感染期间的免疫反应,表明黄芩苷是控制感染和细菌性疾病的一种有效物质[26]。王越等[27]研究不同浓度黄芩素对小鼠前成骨细胞 MC3T3 - E1 口腔常见菌的抑菌作用的影响时发现,18 μmol/L的黄芩素可在保证 MC3T3 - E1 细胞正常增殖的同时,有效促进细胞的成骨分化与抑制口腔常见菌金黄色葡萄球菌、血链球菌的增殖。

3 抗病毒

黄芩中的多种有效成分具有抗病毒作用。黄芩可抗呼吸道合胞病毒(RSV),灰色关联度分析显示其药效物质基础主要为黄芩苷、汉黄芩苷、白杨素 - 6 - C - 阿拉伯糖 - 8 - C - 葡萄糖苷等黄酮苷类成分[28]。黄芩苷在抗病毒方面作用广泛。程瑶等[29]研究黄芩苷对 2 型登革病毒(DENV - 2)的影响时发现,黄芩苷可通过抑制自噬发生,抑制自噬体和溶酶体融合,抑制 DENV - 2 的 RNA 和 NS1 蛋白的表达,下调 DENV - 2 诱导的人脐静脉内皮细胞(HUVECs)细胞自噬的发生,控制自噬流,其作用机制可能是通过 PI3K/Akt 信号通路调控,发挥抗 DENV 的作用。耿雪等[30]研究表明,黄芩苷可能通过抑制 SARS - CoV - 2 S 蛋白与细胞表面受体的融合,在非吸附阶段抑制病毒的入侵,从而发挥抗新冠病毒活性的作用,且黄芩苷抗病毒作用发挥在感染早期。Feng 等[31]研究黄芩苷对禽传染性支气管病毒(IBV)的影响时发现,黄芩苷可激活双链 RNA 依赖蛋白激酶/真核细胞起始因子 2α(PKR/eIF2α)通路的磷酸化,靶向 GTP 酶激活蛋白 - Src 同源结构域 3 - 结合蛋白 1(G3BP1)诱导应激颗粒形成,抑制细胞中的 IBV 复制以发挥抗 IBV 作用。李娜等[32]通过抗病毒细胞实验研究黄芩苷体外抗呼吸道合胞病毒(RSV)的作用效果,结果发现黄芩苷对 RSV 感染的各个阶段均有抑制作用,主要通过阻断 RSV 的吸附过程、抑制 RSV 在细胞内的增殖以达到抗 RSV 作用,其抗 RSV 作用的发挥可能与调节脂质代谢、氨基酸和嘌呤代谢等途径有关。

4 抗氧化应激

黄芩中的有效成分具有抗氧化应激作用。黄芩苷可减轻氯化钴($CoCl_2$)诱导的 H9c2 心肌细胞缺氧损伤的氧化应激反应[33]。李登科等[34]采用阿霉素(Dox)处理 H9c2 细胞以建立体外 Dox 心肌毒性模型,研究发现黄芩苷能减少活性氧(ROS)生成,增加 SOD、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH - Px)的表达,降低 MDA 含量,表明黄芩苷减轻 Dox 诱导的 H9c2 细胞损伤的机制与其抑制氧化应激的作用有关。黄芩苷可增加糖尿病肾病(DN)小鼠叉头转录蛋白 O3a(FOXO3a)的表达,降低 MDA 含量,升高过氧化氢酶(CAT)含量,清除氧自由基,减轻氧化应激[35]。Ma 等[36]检测 DN 的肾脏氧化应激和炎症水平发现,黄芩苷显著改善了肾脏 GSH - Px、SOD 和 CAT 水平,降低了 MDA 水平,也明显抑制了 T 淋巴细胞、T 辅助细胞、中性粒细胞和巨噬细胞等炎性细胞的浸润,以及调节促炎细胞因子(IL - 1β、IL - 6、MCP - 1 和 TNF - α)的 mRNA 水平,表明黄芩苷可通过缓解氧化应激反应来治疗 DN,其潜在机制与激活 Nrf2 介导的抗氧化信号通路和抑制 MAPK 介导的炎症信号通路有关。王欢欢等[37]应用汉黄芩素干预糖尿病脑梗死模型大鼠后,大鼠脑组织中 MDA 水平下降,SOD 水平升高,抑制氧化应激,其可能与抑制神经元中的 RhoA/ROCK 信号通路有关。

5 抗肿瘤

黄芩对非小细胞肺癌(NSCLC)、胰腺癌、胃癌、肝

癌、结肠癌等均有抑制作用。研究发现,黄芩可促进 NSCLC 氧化还原比,上调 ROS 水平,进而抑制肿瘤干细胞标志物表达,增强表皮生长因子受体酪氨酸激酶抑制剂(EGFR - TKIs)的抗肿瘤作用[38]。黄芩苷可抑制 NSCLC 细胞系 A549 的增殖,提高细胞凋亡率,这可能与其调控 miR - 15b - 3p/蛋白酪氨酸磷酸酶受体 J(PTPRJ)的表达有关[39]。黄芩苷通过 TLR4/NF - κB 信号通路触发线粒体介导的细胞凋亡,抑制迁移,从而提高结直肠癌的抗肿瘤免疫力[40];可通过抑制 NF - κB、COX - 2 表达,促进肿瘤细胞凋亡,抑制肿瘤细胞增殖,降低肿瘤细胞侵袭迁移率,从而减轻溃疡性结肠癌恶化程度,并且其与黄芩苷浓度呈一定量效关系[41]。符鑫等[42]研究证实黄芩苷对食管癌发挥显著的抗肿瘤作用,可能与其上调 miR - 126 - 5p 表达而下调 WEE1 表达有关。另外,黄芩苷可显著抑制子宫平滑肌瘤细胞的增殖、迁移和侵袭,其机制可能与抑制 PI3K/Akt 信号通路和 IκB 磷酸化有关[43];可抑制肝癌细胞的增殖、侵袭、迁移,显著促进肝癌细胞凋亡,其作用机制与下调 IL - 6/STAT3 信号通路密切相关[44]。黄芩素可显著抑制胃癌细胞系 BGC - 823 细胞的增殖,其机制可能与上调抑癌基因 microRNA - 7 - 5p(miR - 7)的表达,抑制 PI3K/Akt/mTOR 信号通路,诱导细胞自噬体的形成并抑制自噬流的产生有关[45]。吴利利[46]研究表明,黄芩素通过体外抑制 PI3K/Akt/mTOR 信号通路,干扰脉络膜黑色素瘤细胞的增殖、细胞周期进程、凋亡、迁移和自噬,此外,黄芩素在体内也具有强大的抗肿瘤作用,可显著抑制脉络膜黑色素瘤的生长。黄芩素还可抑制肝癌细胞的生长,其既可直接杀伤肿瘤细胞,又可通过抑制 M2 型巨噬细胞的侵袭、转移和分化,改变肿瘤微环境(TME)[47]。刘宇婧等[48]研究发现,汉黄芩素能通过促进肠道内有益菌的生长,抑制有害菌的繁殖,进而降低肠道内 M2 型巨噬细胞表达水平,从而抑制结直肠癌。

6 抗纤维化

黄芩中的黄芩苷、汉黄芩素等成分对腹膜纤维化、肝纤维化、肾纤维化等均有良好的抑制作用。汤娜等[49]研究发现,黄芩苷可能通过抑制低氧诱导因子 1α(HIF - 1α)/VEGF 通路来抑制腹膜透析大鼠腹膜纤维化。Zhao 等[50]研究发现,黄芩苷可显著提高 GSH - Px、总超氧化物歧化酶(T - SOD)和谷胱甘肽(GSH)水平,降低血清 MDA 水平,从而减轻肺纤维化大鼠肺纤维化程度,表明黄芩苷对博来霉素诱导的肺纤维化和成纤维细胞增殖起抑制作用。黄芩苷可能通过抑制半乳糖凝集素 3/蛋白激酶 B/糖原合成酶激酶/SNAI(galectin - 3/Akt/GSK - 3β/Snail)信号通路,进而改善慢性肾脏病大鼠肾纤维化[51]。汉黄芩素可明显改善糖尿病肾病(DN)大鼠肾纤维化,其作用机制可能与调控 TLR4/MAPK/NF - κB 信号通路有关[52]。黄芩苷可通过抑制 MyD88/NF - κB 通路,阻止转化生长因子 - β2(TGF - β2)诱导的细胞外基质沉积和 α - 平滑肌肌动蛋白(α - SMA)在小梁网细胞中的表达,防止人小梁网细胞纤维化[53]。研究发现,汉黄芩素可能通过激活 Hippo/YES 相关蛋白(YAP)信号通路,减轻慢性心力衰竭(CHF)大鼠心肌纤维化、改善肝硬化大鼠肝纤维化[54-55]。

7 调节免疫

研究发现,黄芩及其有效成分对机体免疫功能也有很好的调节作用。黄芩醇提取物可通过改善肠道免疫稳态,抑制 TLR4/NF - κB 通路,从而恢复辅助性 T 细胞 17/调节性 T 细胞(Th17/Treg)免疫平衡,改善溃疡性结肠炎小鼠的症状[56]。高剂量黄芩提取物通过作用于 Wnt/β - catenin 信号通路,调控转录因子(TCF)、糖原合成酶激酶 - 3β(GSK - 3β)、β - catenin 蛋白表达量,从而调节机体免疫反应及免疫障碍,改善肺结核大鼠免疫功能[57]。黄芩苷可增强免疫功能低下小鼠的免疫功能[58]。蒋雪玉等[59]研究发现,黄芩苷可通过抑制小鼠血清中 IgG 和 IgM 的生成,抑制脾脏中 B 细胞增殖和降低 $CD4^+$ T 细胞活化,从而抑制红细胞免疫。

8 其他

黄芩素可改善急性肺损伤(ALI)、急性肾损伤(AKI)、放射性肠损伤。黄芩素可通过抑制 ALOX12 介导的铁死亡以减轻顺铂和叶酸诱导的 AKI,恢复肾功能[60]。兰悦嘉等[61]研究发现,黄芩素可通过抑制 NOD 样受体热蛋白结构域 3/半胱氨酸天冬氨酸蛋白酶 - 1/消皮素 D(NLRP3/Caspase - 1/GSDMD)通路介导的细胞焦亡,从而改善 LPS 诱导的小鼠 ALI。朱业锦等[62]研究表明,黄芩素对放射性肠损伤有一定的防治作用,其可能是通过调节体内谷胱甘肽以及与线粒体功能密切相关的糖、氨代谢途径,维护线粒体功能,进而维持肠道干细胞干性与自我更新。

汉黄芩素能改善抑郁症大鼠抑郁样行为,这可能与调控 AMPK/mTOR 信号通路,增强自噬有关[63]。

黄芩苷可改善睡眠障碍(SD)大鼠的认知功能障碍,与其通过调控 Bcl - 2/Bax/Caspase - 3 信号通路的凋亡作用有关[64]。还可有效修复慢性萎缩性胃炎小鼠胃黏膜病变,其机制可能与下调 Janus 酪氨酸激酶 1(JAK1)、STAT3 的 mRNA 及蛋白表达有关[65]。黄芩

还对缺血性脑卒中大鼠具有神经保护作用，可能与 IL－33/ST2L 通路被抑制有关[66]。

通过综合分析，黄芩提取物及其有效成分及药理作用丰富，黄芩有效成分具体药理作用及作用机制见表 1。

表 1 黄芩有效成分药理作用机制

有效成分	药理作用	作用机制	参考文献
黄芩苷	抗炎	降低炎症因子 IL－6、IL－18、PGE2 水平，上调 VEGFA/SDF－1/CXCR4 通路蛋白表达	[15]
		上调 HDAC2、GR 蛋白表达，抑制 NF－κB 的蛋白或 mRNA 表达	[16]
		降低 IL－6、TNF－β 水平，抑制 RhoA/ROCK 通路	[17]
		抑制 TLR2/MyD88/NF－κB 信号通路	[18]
	抗病毒	抑制 DENV－2 的 RNA 和 NS1 蛋白表达，调节 PI3K/Akt 信号通路	[29]
		激活 PKR/eIF2α 通路的磷酸化	[31]
		调节脂质代谢、氨基酸和嘌呤代谢等途径，阻断 RSV 的吸附过程	[32]
	抗氧化应激	增加 FOXO3a 的表达，降低 MDA 和 8－OHdG 的表达，增加 CAT 和 Mn－SOD 的表达	[35]
		激活 Nrf2 介导的抗氧化信号通路、抑制 MAPK 介导的炎症信号通路	[36]
	抗肿瘤	调控 miR－15b－3p/PTPRJ 表达	[39]
		抑制 NF－κB、COX－2 表达	[41]
		上调 miR－126 表达，下调 WEE1 表达	[42]
		抑制 PI3K/Akt 信号通路和 IκB 磷酸化	[43]
		下调 IL－6/STAT3 信号通路	[44]
	抗纤维化	抑制 HIF－1α/VEGF 通路	[49]
		提高 GSH－Px、T－SOD、GSH 水平，降低血清 MDA 水平	[50]
		抑制 galectin－3/Akt/GSK－3β/Snail 信号通路	[51]
	调节免疫	抑制 IgG 和 IgM 生成，抑制 B 细胞增殖，降低 CD4 T 细胞活化	[59]
黄芩素	抗炎	调控 NF－κB/STAT3/ERK 信号通路，抑制 NF－κB p65、STAT3、ERK 蛋白磷酸化	[19]
	抑菌	抑制金黄色葡萄球菌、血链球菌增殖	[27]
	抗肿瘤	上调 miR－7 的表达，抑制 PI3K/Akt/mTOR 信号通路	[45]
		抑制 PI3K/Akt/mTOR 信号通路	[46]
汉黄芩素	抗炎	降低细胞上清 IL－1β、TNF－α 水平，抑制内质网应激通路等信号转导	[20]
		调控 TLR4/MyD88/NF－κB 信号通路	[21]
	抗氧化应激	抑制神经元中的 RhoA/ROCK 信号通路	[37]
	抗肿瘤	降低肠道内 M2 型巨噬细胞表达水平	[48]
	抗纤维化	激活 Hippo/YAP 信号通路	[54－55]

9 小结与展望

黄芩作为临床上常用的清热解毒药，其化学成分丰富，药理作用广泛。现代药理学研究表明黄芩具有黄酮类、多糖类、甾类、挥发油类等化学成分。通过对黄芩提取物的药理作用进行综述发现，在黄芩众多化学成分中黄酮类为其主要化学成分，其中黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素为其主要活性成分，具有抗炎、抑菌、抗病毒、抗氧化应激、抗肿瘤、抗纤维化、调节免疫等多种药理作用。

尽管关于黄芩有效成分的研究已经有很多文献报道，但仍有一些方面需要进一步研究。黄芩的药理作用复杂，目前药理作用研究动物实验相对较少，且对于黄芩各成分之间的相互作用以及其对黄芩整体药效的贡献认识还不够深入。另外，目前对黄芩有效成分的作用机制和靶点研究大多集中在单个蛋白或单条信号通路上，缺乏对整个生物网络的系统性研究。黄芩的有效成分可能通过多种途径和靶点发挥作用，单一的研究方法难以全面揭示其作用机制，故而，应综合运用多种现代科学技术手段开展研究。例如，采用网络药理学方法，通过构建药物－靶点－疾病网络，系统地预测黄芩潜在的作用靶点和信号通路，为后续实验提供方向。此外，黄芩有效成分在临床应用中的有效性和安全性还需进一步验证。黄芩的成分丰富，药理作用广泛，值得更深入地研究，未来可以加强运用基因组

学、转录组学、蛋白质组学和代谢组学等多组学技术，全面系统地研究黄芩的有效成分，从整体上揭示黄芩的作用机制，并开展更多的临床研究，为临床应用提供更广阔的前景。

参考文献：

[1] 李伟，贾志春，徐伟，等. 黄芩的化学成分、药理作用以及临床应用[J]. 山西大同大学学报(自然科学版)，2024，40(5)：85 - 90.

[2] 姚雪，吴国真，赵宏伟，等. 黄芩中化学成分及药理作用研究进展[J]. 辽宁中医杂志，2020，47(7)：215 - 220.

[3] 宋亚南，王云，陈影，等. 黄芩不同炮制品黄酮类成分的整合药动学研究[J]. 世界中医药，2024，19(17)：2552 - 2561，2571.

[4] 林欢欢，邵长鑫，彭婷，等. 黄芩炮制的历史沿革及现代研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志，2024，30(3)：279 - 289.

[5] WANG J L, FENG X J, LI Z W, et al. The flavonoid components of *Scutellaria baicalensis*: biopharmaceutical properties and their improvement using nanoformulation techniques[J]. Curr Top Med Chem, 2023, 23(1): 17 - 29.

[6] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京：中国医药科技出版社，2020：314 - 315.

[7] 南京中医药大学. 中药大辞典[M]. 2 版. 上海：上海科学技术出版社，2014：2433 - 2434.

[8] 李伟，徐伟. 黄芩苷药理作用研究进展[J]. 中西医结合研究，2022，14(3)：193 - 196.

[9] 高建亭，路晨月，师鑫潮，等. 黄芩素的药理作用及增溶技术研究进展[J]. 动物医学进展，2024，45 (11)：83 - 87.

[10] AHMADI A, MORTAZAVI Z, MEHRI S, et al. Scutellaria baicalensis and its constituents baicalin and baicalein as antidotes or protective agents against chemical toxicities: a comprehensive review[J]. Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol, 2022, 395(11): 1297 - 1329.

[11] 章琪露，聂睿哲，魏立彬，等. 汉黄芩素对 $A\beta_{1-42}$ 和 D - 半乳糖诱导的小鼠学习记忆损害的改善作用[J/OL]. 中国药科大学学报，1 - 14[2024 - 11 - 06]. http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1157.R.20241104.1333.002.html.

[12] 于天一，梁学威. 黄芩提取物外敷对糖尿病性溃疡大鼠创面影响的研究[J]. 中医药学报，2023，51(11)：43 - 46.

[13] LI B J, WANG M M, CHEN S, et al. Baicalin mitigates the neuroinflammation through the TLR4/MyD88/NF - κB and MAPK pathways in LPS - stimulated BV - 2 microglia[J]. Biomed Res Int, 2022: 3263446.

[14] 黄烈岩，聂黎行，康帅，等. 黄芩化学成分、药理作用和质量控制的研究进展[J]. 辽宁中医药大学学报，2024，26(4)：88 - 96.

[15] 余壮，何开强，文云波，等. 黄芩苷对肛周脓肿大鼠创面愈合及 VEGFA/SDF - 1/CXCR4 通路的影响[J]. 中国老年学杂志，2024，44(13)：3275 - 3280.

[16] 董国良. 黄芩苷干预 COPD 体内外模型抗炎/抗氧化作用及机制研究[D]. 南昌：南昌大学，2024.

[17] 吴志明，李曾艳. 黄芩苷对大鼠膝关节骨性关节炎的炎症调节作用研究[J]. 中国临床药理学杂志，2024，40(12)：1808 - 1812.

[18] 胡焓，冯丹，田佳玉，等. 黄芩苷通过抑制 TLR2/MyD88/NF - κB 信号通路减轻带状疱疹后遗神经痛大鼠神经炎症[J]. 中国老年学杂志，2023，43(24)：6073 - 6078.

[19] 胡青，颜微微，王文广，等. 黄芩素通过抑制 NF - κB/STAT3/ERK 信号通路改善过敏性鼻炎小鼠的炎症反应[J]. 中国老年学杂志，2024，44(1)：165 - 170.

[20] 王瑜茹，李思源，徐烨，等. 汉黄芩素对胶原诱导性关节炎大鼠关节炎症影响的内质网应激途径[J]. 中国组织工程研究，2025，29(5)：1026 - 1035.

[21] 孙梦菲，欧阳竞锋，吴春阳，等. 汉黄芩素减轻 LPS 诱导 BV - 2 细胞炎症并保护 SH - SY5Y 细胞的机制[J]. 中国实验方剂学杂志，2024，30(20)：62 - 69.

[22] 王宇博，王文晶，阎力君. 黄芩醇提物抗白色念珠菌的提取工艺优化[J]. 化学工程师，2023，37(5)：100 - 103.

[23] 东宝瑜，许馨月，李树华，等. 黄芩提取物对脓肿分枝杆菌生长及生物膜形成的影响[J]. 四川大学学报(自然科学版)，2023，60(4)：175 - 182.

[24] 刘柏杉，李晓仪，王秀芹，等. 黄芩提取物对金黄色葡萄球菌的体外抗菌活性及作用机制[J]. 饲料研究，2023，46(12)：84 - 88.

[25] 张建辉，沈姝霖，李雯慧，等. 黄芩提取物对幽门螺杆菌形态及生理生化特性的抑制作用研究[J]. 中国病原生物学杂志，2024，19(10)：1172 - 1176.

[26] ZHAO D J, DU B H, XU J H, et al. Baicalin promotes antibacterial defenses by modulating mitochondrial function[J]. Biochem Biophys Res Commun, 2022, 621: 130 - 136.

[27] 王越，林芳辰，苏琦，等. 黄芩素对 MC3T3 - E1 体外成骨分化及对口腔常见菌的抑菌作用[J]. 中山大学学报(医学科学版)，2024，45(4)：602 - 612.

[28] 高燕，吕凌，翟阳，等. 网络药理学联合灰色关联分析黄芩抗呼吸道合胞病毒小鼠肺炎的药效物质基础研究[J]. 中国现代应用药学，2023，40(15)：2056 - 2063.

[29] 程瑶，王远迎，姚飞扬，等. 黄芩苷通过调控 PI3K/AKT 信号通路抑制登革病毒感染诱导的人静脉内皮细胞的自噬[J]. 南方医科大学学报，2024，44(7)：1272 - 1283.

[30] 耿雪，王雪，周倩，等. 黄芩苷对 SARS - CoV - 2 侵袭的抑制作用研究[J]. 药学研究，2024，43(4)：333 - 337.

[31] FENG H P, ZHANG K, GUO Z, et al. Antiviral activity and underlying mechanisms of baicalin against avian infectious bronchitis virus in vitro[J]. Avian Pathol, 2022, 51(6): 574 - 589.

[32] 李娜，杜海涛，王晓雪，等. 黄芩苷抗呼吸道合胞病毒的细胞代谢组学研究[J]. 中国药理学通报，2023，39(4)：750 - 757.

[33] 沈艳玲，刘承红，王世魁，等. 黄芩苷通过 ROS 依赖性调节 RhoA/ROCK 通路保护氯化钴诱导心肌细胞损伤的实验研究[J]. 海南医学院学报，2024，30(7)：481 - 488.

[34] 李登科，张伟，黄从新. 黄芩苷通过调节 Nrf2/HO - 1 信号通路减轻阿霉素诱导的 H9c2 细胞毒性[J]. 心血管病学进展，2024，45(5)：457 - 465.

[35] 郗有丽，王敏，周杰. 黄芩苷调控氧化应激治疗糖尿病肾病[J]. 生物加工过程，2024，22(4)：419 - 425.

[36] MA L Y, WU F, SHAO Q Q, et al. Baicalin alleviates oxidative stress and inflammation in diabetic nephropathy via Nrf2 and MAPK signaling pathway[J]. Drug Des Devel Ther, 2021, 15: 3207 - 3221.

[37] 王欢欢，梁盼盼，杨金水，等. 汉黄芩素干预糖尿病脑梗死模型大鼠的神经损伤[J]. 中国组织工程研究，2025，29(11)：2327 - 2333.

[38] 余娅娅，雷尘静，肖真真，等. 黄芩联合 EGFR - TKIs 对非小细胞肺癌的影响[J/OL]. 中国实验方剂学杂志，1 - 12[2024 - 10 - 31]. https://doi.org/10.13422/j.cnki.syfjx.20242127.

[39] 郭英，庞秋菊，贺凡，等. 黄芩苷调节 miR - 15b - 3p 与 PTPRJ 表达在非小细胞肺癌细胞增殖与凋亡中的作用研究[J/OL]. 中医学报，1 - 15[2024 - 11 - 01]. http://kns.cnki.net/kcms/detail/41.1411.R.20240808.1413.036.html.

[40] SONG L J, ZHU S M, LIU C, et al. Baicalin triggers apoptosis, inhibits migration, and enhances anti - tumor immunity in colorectal cancer via TLR4/NF - κB signaling pathway[J]. J Food Biochem, 2022, 46(3): e13703.
[41] 戴欣雅,丁明剑,刘桂伟,等. 基于 NF - κB、COX - 2 蛋白表达分析黄芩苷对溃疡性结肠癌细胞增殖和凋亡的作用及机制[J]. 中国老年学杂志,2024,44(18):4494 - 4498.
[42] 符鑫,彭鑫,黄婷婷,等. 黄芩苷通过 miR - 126 - 5p 调节 WEE1 对食管癌细胞增殖、凋亡、迁移、侵袭的影响[J]. 中国老年学杂志,2024,44(11):2693 - 2698.
[43] 赖振岸,林泽辉,王明霞,等. 黄芩苷对子宫平滑肌瘤细胞增殖、迁移和侵袭的影响及机制研究[J]. 现代肿瘤医学,2024,32(18):3441 - 3447.
[44] 王玉洁,林晨,王一凤,等. 基于网络药理学与实验研究探讨黄芩苷对 Hepa1 - 6 肝癌细胞凋亡的影响[J]. 上海中医药杂志,2024,58(7):31 - 39.
[45] 温美鑫,卜佳亮,姚光媛,等. 黄芩素调控 miR - 7 对人胃癌 BGC - 823 细胞自噬的影响及其作用机制研究[J]. 细胞与分子免疫学杂志,2024,40(11):990 - 997.
[46] 吴利利. 黄芩素对脉络黑色素瘤细胞增殖、凋亡、迁移和自噬的机制研究[D]. 南昌:南昌大学,2024.
[47] 成立,张心一,郭磊,等. 黄芩素通过调节 M2 型巨噬细胞来抑制肝细胞癌的增长机制[J]. 中国药理学通报,2024,40(11):2104 - 2112.
[48] 刘宇婧,陆璐,潘家姝,等. 汉黄芩素通过调节肠道菌群抑制结直肠癌的药效机制[J]. 中华中医药杂志,2024,39(8):3949 - 3957.
[49] 汤娜,熊怡,刘娟. 黄芩苷调节 HIF - 1α/VEGF 信号通路对腹膜透析大鼠腹膜纤维化和血管生成的影响[J]. 中国中西医结合肾病杂志,2024,25(8):668 - 672,753 - 754.
[50] ZHAO H, LI C D, LI L N, et al. Baicalin alleviates bleomycin - induced pulmonary fibrosis and fibroblast proliferation in rats via the PI3K/AKT signaling pathway[J]. Mol Med Rep, 2020, 21(6): 2321 - 2334.
[51] 刘倩盼,邵翔,李玉婷,等. 黄芩苷调节 galectin - 3/Akt/GSK - 3β/Snail 信号通路改善慢性肾脏病大鼠的肾纤维化机制[J]. 河北医药,2024,46(15):2261 - 2265.
[52] 张旭东,任桂灵,陈慧慧,等. 汉黄芩素调控 TLR4/MAPK/NF - κB 信号通路对糖尿病肾病大鼠肾纤维化的影响[J]. 中国药理学通报,2023,39(10):1840 - 1846.
[53] LI L, LIU Q, SHI L J, et al. Baicalin prevents fibrosis of human trabecular meshwork cells via inhibiting the MyD88/NF - κB pathway[J]. Eur J Pharmacol, 2023, 938: 175425.
[54] 霍雨佳,阳远舟,邹成丽,等. 汉黄芩素调节 Hippo/YAP 信号通路对慢性心力衰竭大鼠心肌纤维化的影响[J]. 中西医结合心脑血管病杂志,2024,22(15):2740 - 2745.
[55] 杨茂辉,冉恒泉,王何斌,等. 汉黄芩素调节 Hippo/YAP 信号通路对肝硬化大鼠肝纤维化的影响[J]. 湖南中医药大学学报,2024,44(7):1160 - 1166.
[56] 郭春雨,董红敬,郭兰萍,等. 基于 Th17/Treg 免疫平衡研究黄芩醇提物治疗溃疡性结肠炎的作用机制[J]. 中国新药杂志,2024,33(4):390 - 399.
[57] 孔金玲,黄银秋,王笑,等. 黄芩提取物对肺结核大鼠免疫功能的调控作用[J]. 中国老年学杂志,2023,43(1):120 - 124.
[58] 庞晓军,唐丰曼,黎东旺,等. 黄芩苷对环孢素致免疫功能低下小鼠免疫功能的影响[J]. 中国新药与临床杂志,2023,42(1):37 - 41.
[59] 蒋雪玉,杨懿铭,孙娟,等. 黄芩苷预治疗对小鼠红细胞输注模型中 IgG 和 IgM 抑制作用的研究[J]. 临床输血与检验,2024,26(5):604 - 609.
[60] 郭珊珊. 黄芩素通过抑制 ALOX12 介导的铁死亡减轻急性肾损伤[D]. 合肥:安徽医科大学,2024.
[61] 兰悦嘉,孟宪丽,吴嘉思. 黄芩素调控 NLRP3/Caspase - 1/GSDMD 通路介导的焦亡减轻小鼠急性肺损伤作用[J]. 中草药,2023,54(20):6694 - 6703.
[62] 朱业锦,王心平,王纤易,等. 基于气质联用技术的黄芩素防治放射性肠损伤小鼠血清代谢组学分析[J]. 南京中医药大学学报,2024,40(7):702 - 709.
[63] 张晋兰,綦航,李秀梅,等. 汉黄芩素调节 AMPK/mTOR 信号通路对抑郁症大鼠抑郁样行为的改善作用研究[J]. 河北医学,2024,30(9):1456 - 1461.
[64] 向桂珍,秦明凯,孙毅红,等. 黄芩苷通过调控 Bcl - 2/Bax/Caspase3 凋亡细胞改善睡眠障碍诱导的认知功能障碍[J/OL]. 海南医学院学报,1 - 18[2024 - 10 - 31]. https://doi.org/10.13210/j.cnki.jhmu.20240924.002.
[65] 段利颖,朱明阳,于泳,等. 黄芩苷对慢性萎缩性胃炎小鼠 JAK1、STAT3 表达的影响[J]. 广州中医药大学学报,2024,41(1):200 - 206.
[66] 孙玥,范洋溢,高旭光. 基于 IL - 33/ST2L 通路研究黄芩苷对缺血性脑卒中大鼠的神经保护作用[J]. 中国免疫学杂志,2023,39(6):1258 - 1263.

Research Progress on Scutellariae Radix Extract and the Pharmacological Effects of Its Active Components

GAO Xin, YIN Baikun, ZUO Jun

(*Heilongjiang University of Chinese Medicine*, *Harbin* 150040, *China*)

Abstract Scutellariae Radix has a thick flavor and light aroma, with both ascending and descending properties. Its chemical components are rich, and its pharmacological effects are diverse. This review summarizes recent research on Scutellariae Radix in China. It is found that the main components of Scutellariae Radix include flavonoids, polysaccharides, sterols, and volatile oils. The processing methods can affect the content of these components, and most studies focus on flavonoid components such as baicalin, baicalein, and wogonin. Scutellariae Radix has pharmacological activities across multiple systems, including the respiratory, digestive, and cardiovascular systems. It exerts anti - inflammatory, antibacterial, antiviral, antioxidant, anti - tumor, anti - fibrotic, and immune - regulating effects.

Key words Scutellariae Radix; Baicalin; Baicalein; Wogonin; Pharmacological effects