

薏苡仁化学成分及药理作用研究进展

李晓凯¹, 顾 坤¹, 梁慕文², 张胤弢¹, 王玉明^{1*}, 李遇伯^{1*}

1. 天津中医药大学 中药学院, 天津 301617

2. 天津体育学院 运动与健康研究院运动医学与运动生理实验室, 天津 301617

摘 要: 薏苡仁是一种常见的药食两用中药, 具有很高的营养价值, 有“禾本科之王”之称。含有脂肪酸及酯类、多糖、黄酮、三萜、生物碱、甾醇、内酰胺、淀粉等多种化合物, 在薏苡仁治疗疾病时各自发挥不同效果, 共同达到治疗目的。现代研究发现薏苡仁除了在传统中药理论中有良好的祛湿利水效果外, 也能治疗多种癌症、高血压、高血脂、脂肪肝、类风湿性关节炎等疾病, 还能增强免疫、调节肠道菌群, 也可作为药膳辅助疾病的治疗, 而且临床不良反应少, 用药更为安全。以薏苡仁油为主要原料的康莱特注射液已广泛用于多种癌症的临床治疗, 同时还有许多保健食品和药膳也在研发中。主要综述了薏苡仁的化学成分及药理作用研究进展, 希望能够为薏苡仁的进一步研究提供参考。

关键词: 薏苡仁; 脂肪酸; 酯类; 多糖; 黄酮; 三萜; 生物碱; 增强免疫; 癌症

中图分类号: R285 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2020)21-5645-13

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2020.21.031

Research progress on chemical constituents and pharmacological effects of *Coicis Semen*

LI Xiao-kai¹, GU Kun¹, LIANG Mu-wen², ZHANG Yin-tao¹, WANG Yu-ming¹, LI Yu-bo¹

1. School of Traditional Chinese Medicine, Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 301617, China

2. Laboratory of Sports Medicine and Sports Physiology, Institute of Sports and Health, Tianjin University of Sport, Tianjin 301617, China

Abstract: *Coicis Semen* is a common traditional Chinese medicine for medicine and food homology, with high nutritional value, known as “the King of Gramineae”. It contains fatty acids and esters, polysaccharides, flavonoids, triterpenes, alkaloids, sterols, lactams, starch and other compounds, which exerts different effects in the treatment of diseases of *Coicis Semen* to achieve the purpose of treatment. Recent research has found that *Coicis Semen* not only has a good effect of removing dampness and diuresis in the theory of traditional Chinese medicine, but also can treat a variety of cancers, hypertension, hyperlipidemia, fatty liver, rheumatoid arthritis and other diseases. Furthermore, it can enhance immunity and regulate intestinal flora. It also can be used as the treatment for medicinal diet auxiliary diseases, and the clinical adverse reactions are less, and the medication is safer. Kanglaite injection with *Coicis Semen* oil as the main raw material has been widely used in the clinical treatment of a variety of cancers, and many health foods and medicinal diets are also under development. This paper mainly discusses the research progress on the chemical constituents and pharmacological effects of *Coicis Semen*, hoping to provide reference for the further study of *Coicis Semen*.

Key words: *Coicis Semen*; fatty acids and esters; polysaccharides; flavonoids; triterpenes; alkaloids; immunity enhancement; cancers

薏苡仁为禾本科植物薏苡 *Coix lacryma-jobi* L. var. *ma-yuen* (Roman.) Stapf 的干燥成熟种仁^[1], 是一种常见的药食两用中药。薏苡仁在我国种植历史颇为悠久, 河姆渡遗址中就出现过它的踪迹, 夏朝

以后逐渐成为一种重要的粮食作物, 薏苡仁具有很高的营养价值, 蛋白质和脂肪的含量明显高于其它禾本科作物, 还含有多种维生素及微量元素^[2], 根、茎、叶也具有药用和食用价值, 被称为“禾本科之

收稿日期: 2020-01-03

基金项目: 国家自然科学基金青年项目(81903938); 天津市第三批人才发展特殊支持计划项目

作者简介: 李晓凯(1996—), 女, 在读硕士研究生, 从事中药学研究工作。

*通信作者 王玉明, 男, 讲师, 研究方向为代谢组学/中药质量评价。Tel: (022)59591974 E-mail: wangyuming226@163.com

李遇伯, 女, 教授, 博士生导师, 研究方向为代谢组学/毒性评价。Tel: (022)59591974 E-mail: yuboli1@163.com

王”，其产地遍布全国，多生长于湿润环境中^[3]。2002 年卫生部颁布了 87 种药食两用的药物，薏苡仁就是其中之一^[4]。归脾、胃、肺经，味甘、淡、凉，有利湿健脾、舒筋除痹、清热排脓、解毒散结之功效，主治水腫、脚气、小便淋瀝、泄瀉、风湿痹痛、筋脉拘挛、扁平疣等^[5]。现代药理研究表明，薏苡仁中甘油三酯类成分具有抗肿瘤作用，临床上以薏苡仁油为主要原料的康莱特注射液已广泛用于癌症的治疗，近年来随着国内外对薏苡仁的研究不断深入，其镇痛抗炎、降压、改善糖脂代谢、调节肠道菌群、美白等作用也得到证实，说明薏苡仁具有广阔的开发前景。

1 化学成分

薏苡仁含有淀粉、脂肪酸及酯类、多糖、蛋白质，以及酚酸、甾醇、黄酮、内酰胺、三萜、生物碱、腺苷等各种营养物质。主要活性成分为酯类、不饱和脂肪酸、糖类及内酰胺类等^[6]。

1.1 多糖

1.1.1 淀粉 与其他禾本科谷物类似，薏苡仁主要由淀粉构成，淀粉含量占 56% 以上，以支链淀粉为

主，淀粉粒主要为圆形或多角形，表面光滑。另外还含有一部分抗性淀粉^[8]，抗性淀粉是一类难吸收淀粉，其淀粉粒结构并不规整，且表面较为粗糙，呈现鳞片和沟壑状，无法直接为人体吸收，经小肠内发酵后才逐步吸收入血^[9]。

1.1.2 多糖 薏苡仁中多糖种类丰富，包括薏苡仁多糖 A、B、C，中性葡聚糖 1~7，酸性多糖 CA-1、CA-2 以及低聚果糖^[10]等成分，相对分子质量约 1.5×10^4 ，构成这些多糖的单糖主要包括甘露糖、鼠李糖、葡萄糖、阿拉伯糖、半乳糖等^[11]。

1.2 脂肪酸及酯类

薏苡仁中油脂含量一般在 5% 左右，主要为甘油三酯类成分，占薏苡仁油脂 85% 左右，近年来一共分离鉴定出了 22 种^[12-13]，其次为甘油单酯，甘油二酯和脂肪酰酯，《中国药典》就将甘油三酯作为质量检测指标^[1, 14-15]。此外，还含有部分游离脂肪酸，包括肉豆蔻酸、棕榈酸、壬二酸、硬脂酸、油酸、亚油酸等，不同产地的薏苡仁在脂肪酸及酯类的组成和含量上会存在一定差别，这往往也与薏苡仁品质相关^[11]。见表 1。

表 1 甘油三酯类成分

Table 1 Triglycerides

成分	分子式	相对分子质量	文献
三亚油酸甘油酯	C ₅₇ H ₉₈ O ₆	878.7	8
二亚油酸油酸甘油酯	C ₅₇ H ₁₀₀ O ₆	880.8	8
棕榈酸二亚油酸甘油酯	C ₅₅ H ₉₈ O ₆	854.7	8
亚油酸二油酸甘油酯	C ₅₇ H ₁₀₂ O ₆	882.8	8
棕榈酸亚油酸油酸甘油酯	C ₅₅ H ₁₀₀ O ₆	856.8	8
三油酸甘油酯	C ₅₇ H ₁₀₄ O ₆	884.8	8
棕榈酸二油酸甘油酯	C ₅₅ H ₁₀₂ O ₆	858.8	8
二棕榈酸亚油酸甘油酯	C ₅₃ H ₉₈ O ₆	830.7	8
油酸亚油酸硬脂酸甘油酯	C ₅₇ H ₁₀₄ O ₆	884.8	8
棕榈酸亚油酸硬脂酸甘油酯	C ₅₅ H ₁₀₂ O ₆	858.8	8
二棕榈酸油酸甘油酯	C ₅₃ H ₁₀₀ O ₆	832.8	8
二油酸硬脂酸甘油酯	C ₅₇ H ₁₀₆ O ₆	886.8	8
棕榈酸棕榈油酸油酸甘油酯	C ₅₃ H ₉₆ O ₆	828.8	11
二亚油酸肉豆蔻酸甘油酯	C ₅₃ H ₉₄ O ₆	826.7	11
棕榈酸油酸硬脂酸甘油酯	C ₅₇ H ₁₀₄ O ₆	860.8	11
二亚油酸棕榈油酸甘油酯	C ₅₅ H ₉₆ O ₆	852.8	11
二亚油酸亚麻酸甘油酯	C ₅₇ H ₉₆ O ₆	876.8	11
棕榈酸亚油酸十九碳烯酸甘油酯	C ₅₆ H ₁₀₂ O ₆	870.8	11
十九碳烯酸二油酸甘油酯	C ₅₈ H ₁₀₈ O ₆	900.8	11
十九碳酸二油酸甘油酯	C ₅₈ H ₁₀₆ O ₆	898.8	11
油酸亚油酸十九碳烯酸甘油酯	C ₅₈ H ₁₀₂ O ₆	896.8	11
二亚油酸十九碳烯酸甘油酯	C ₅₈ H ₁₀₂ O ₆	894.8	11

1.3 蛋白质和氨基酸

薏苡仁蛋白质含量高于其他禾本科植物, 大约含 20%, 且蛋白质品质优良。根据溶解性分类, 薏苡仁蛋白中醇溶性蛋白和谷蛋白含量高, 占 80%, 还有清蛋白和球蛋白^[16-17]。有研究发现谷蛋白、醇溶蛋白水解后产生的多肽有降压效果, 能够体外抑制血管紧张素活性^[17-18]。氨基酸总含量约有 20%, 共 18 种, 其中 9 种为必需或半必需氨基酸, 约占 6%, 各必需氨基酸间的比例非常接近人体需要, 还有部分功能性氨基酸^[2], 营养价值较高。此外, 罗继^[19]从薏苡仁中分离出有抗植物真菌活性的抗菌蛋白, 为植物真菌疾病的治疗提供了新思路, 对相

关抗菌药物的研发也有重要意义。

1.4 多酚类物质

薏苡仁总多酚包括结合型和游离型, 有清除自由基、抗癌、增强免疫、降血压血糖、抗炎镇痛功能, 抗氧化能力与游离型多酚含量有关, 结合型多酚更多与肠道健康相关, 通常在结肠经过菌群发酵后释放并发挥作用^[20]。游离型多酚已鉴定出对羟基苯甲酸(1)、香草酸(2)、丁香酸(3)、阿魏酸(4)、对香豆酸(5)、咖啡酸(6)、芥子酸(7)、香兰素酸(10)、2-羟基苯乙酸(11)、薏苡醇(12)^[21]、4-酮松醇酯(13)、丁香树脂醇(14)、儿茶酸(15)^[22], 结构式见图 1。其中 3 种最主要的酚酸对肠道菌群具有调节作用^[23]。

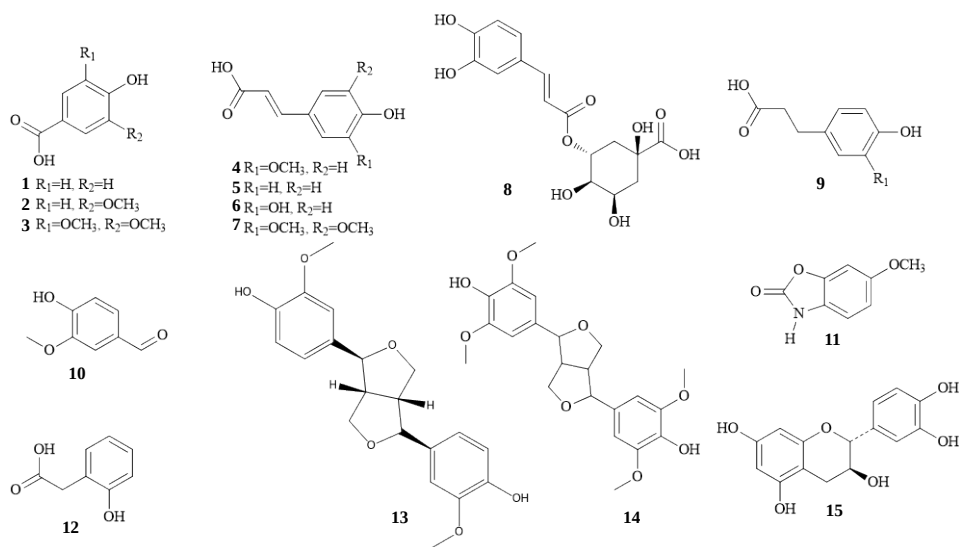


图 1 多酚类化合物

Fig. 1 Polyphenols

1.5 甾醇

薏苡仁含有多甾醇类物质, 目前分离的得到有 α -谷甾醇(16)、 β -谷甾醇(17)、 γ -谷甾醇(18)、菜油甾醇(19)、麦角甾醇(20)、胆甾醇(21)、钝叶大戟甾醇、阿魏酰豆甾醇、阿魏酰菜子甾醇、芸苔甾醇(22)、豆甾醇(23)等, 结构式见图 2。其中部分甾醇有促进排卵的活性, 能够治疗顽固性无排卵症患者^[4, 24]。

1.6 黄酮类化合物

目前在薏苡仁麸皮中发现了 15 种黄酮类化合物, 薏苡仁中单体黄酮研究较少, 已鉴定出的黄酮类成分有槲皮素(24)、山柰酚(27)、芦丁(28)^[25], 结构式见图 3。薏苡仁总黄酮能有效清除 DPPH 自由基, 能保护线粒体免受自由基损伤, 清除能力与浓

度呈正相关^[26-28]。

1.7 内酰胺类化合物

内酰胺类物质极性较小, 在提取薏苡仁油时会一起溶出。最早在薏苡仁根中提取出来, 且薏苡仁根、薏苡仁叶中的含量远高于种仁, 有镇痛抗炎的活性, 还能够抗癌、镇静、降温^[6, 29]。薏苡仁内酰胺又称薏苡仁内酯、薏苡仁素, 目前已鉴定出薏苡仁螺内酰胺 A(33), 薏苡仁螺内酰胺 B(34), 薏苡仁螺内酰胺 C(35), 薏苡仁内酰胺(36), 结构式见图 4。

1.8 三萜类化合物

三萜类化合物具有抗癌, 抗病毒, 降血糖、血脂、血压的作用^[30]。目前从薏苡仁中分离出来 2 种类型的三萜化合物, 分别为无羁萜(37)和白茅素(38)^[31], 结构式见图 5。

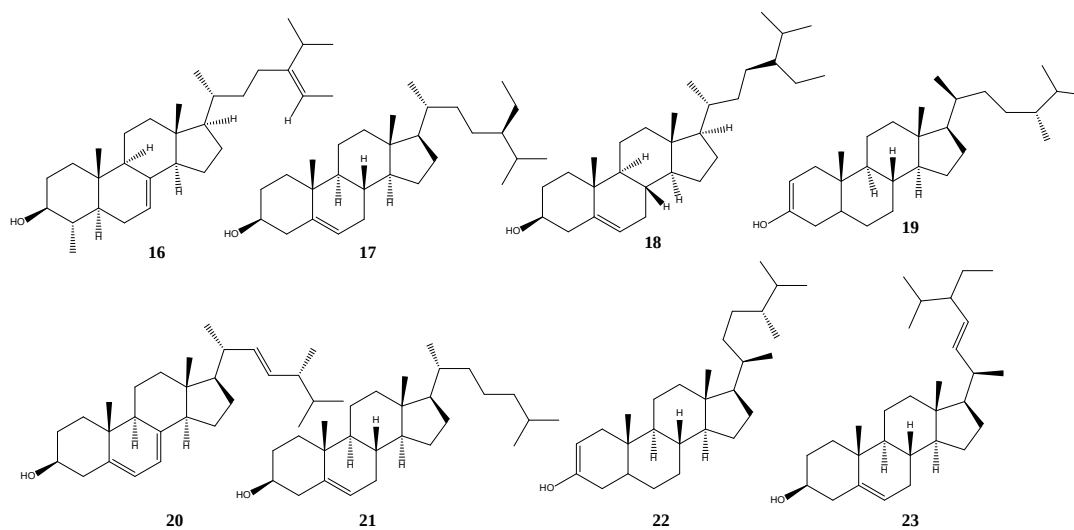


图2 甾醇类化合物

Fig. 2 Sterols

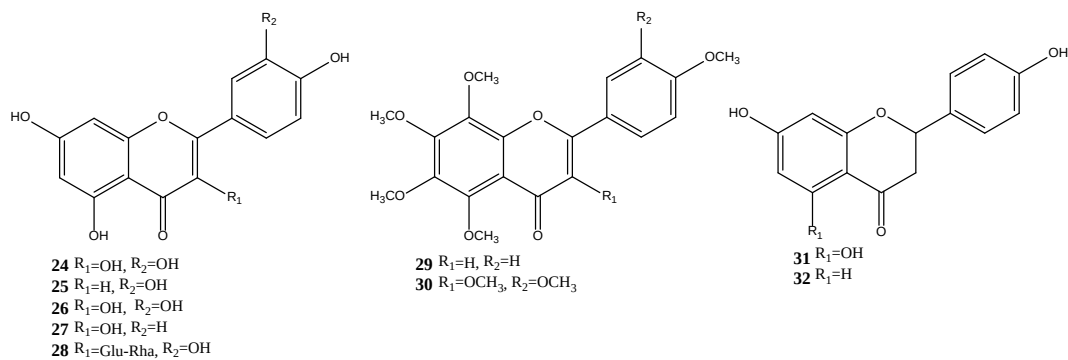


图3 黄酮类化合物

Fig. 3 Flavonoids

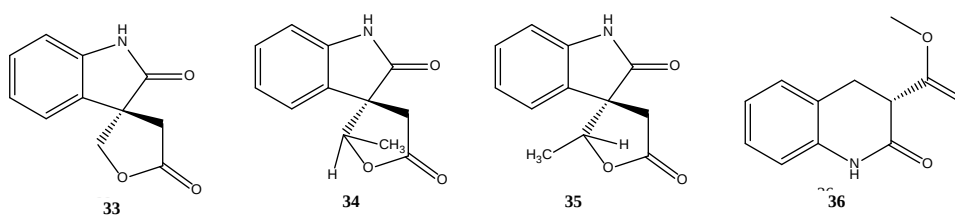


图4 内酰胺类化合物

Fig. 5 Lactam

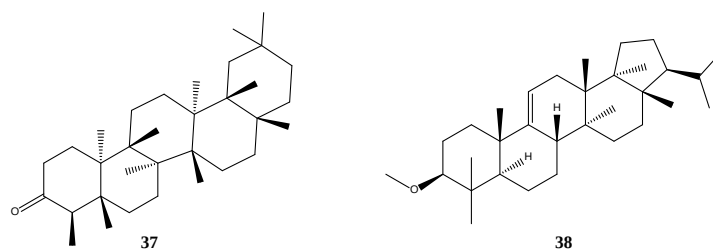


图5 三萜类化合物

Fig. 5 Triterpenes

1.9 其他

薏苡仁成分复杂,现已确定其中 70 多种化合物结构式,还有生物碱(39)^[29]、茛菪类化合物(40)、嘌呤类化合物(41、42)、薏苡醇(43)、苯并噁嗪(44)、木脂素类化合物(45),

多种维生素和矿物质元素、膳食纤维等^[24],结构式见图 6。薏苡仁其他部分如种壳、麸皮、根中也发现有药理活性成分,且部分成分含量高于薏苡仁种仁,对于疾病治疗、扩大药物资源有重要意义^[6]。

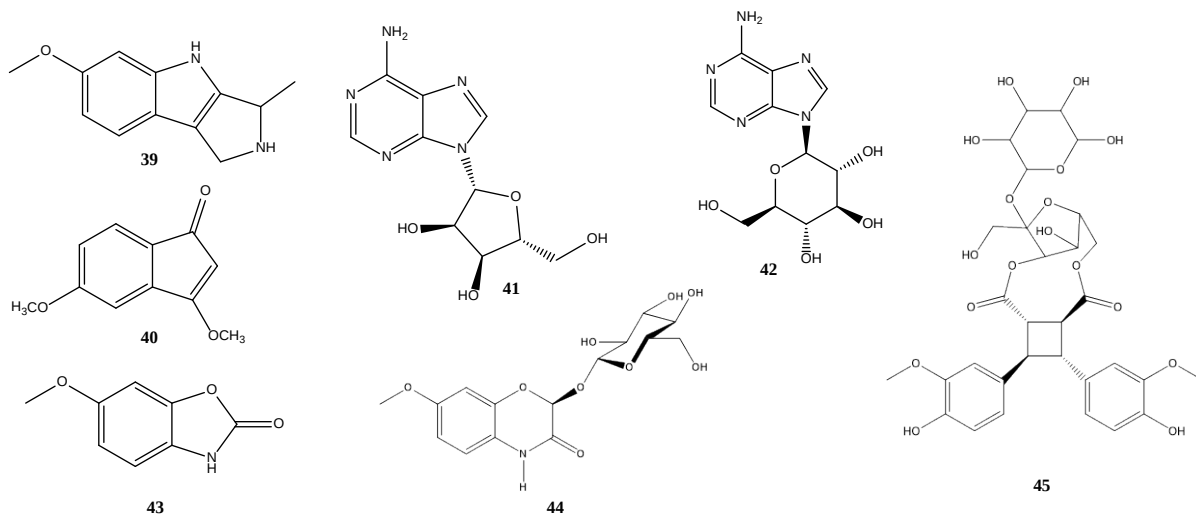


图 6 其他化合物

Fig. 6 Other compounds

1.10 炮制方法与成分变化

薏苡仁的炮制方法有清炒、麸炒、砂炒、土炒、盐炒、糯米炒、姜汁拌炒和法薏苡仁^[32-34],近年来有学者提出薏苡仁发酵后在总脂质和总氨基酸含量不变的情况下游离脂肪酸和氨基酸含量增加,对于调节代谢、降压有帮助,并且可降低 2-戊基呋喃的用量,提高薏苡仁的安全性^[35];薏苡仁发芽后游离酚酸含量增加,抗氧化活性也显著提高^[36],其提取物可抑制人结肠癌细胞增殖,诱导宫颈癌细胞凋亡^[37]。《中国药典》中只收录了麸炒方法^[1],除清炒和麸炒外其他方法研究较少。经炮制后薏苡仁寒凉之性减弱,能增强其利水、健脾、止泻的功效^[33],也更适合身体虚弱的病人服用。现代研究显示炮制后薏苡仁中甘油三酯类成分含量会增加;炒焦则会产生 5-羟甲基糠醛和糠

醛,麸炒后产生的尤其多;糠醛用作食品香料,5-羟甲基糠醛有健脾作用和毒副作用,对于内脏和人体横纹肌有损害,具有一定刺激性,但同时也有研究显示 5-羟甲基糠醛无法给人体造成严重损害^[38],而且也确实具有抗心肌缺血、抗氧化、Ca²⁺拮抗等活性^[39],因此也有研究建议将其作为中药新成分研究。见表 2。

2 药理作用

2.1 现代药理作用

近年来随着国内外学者对薏苡仁研究的逐渐深入,薏苡仁抗肿瘤、镇痛抗炎、调节糖脂代谢、增强免疫、降血压、抗氧化、抗衰老、美白等药理活性的报道相继出现,目前临床研究主要聚焦于抗癌方面,其中多种成分能通过不同通路发挥治疗作用,对于多种癌症有治疗意义(图 7)。

表 2 炮制后成分变化

Table 2 Composition changes after processing

炮制方法	成分变化
清炒法	炒后抗肿瘤活性成分甘油三酯类含量会增加,其中土炒品>清炒品>麸炒品>生品;而游离脂
麸炒法	肪酸和脂肪油含量降低,生品>麸炒品>清炒品 ^[40] 。炒后会产生 5-羟甲基糠醛和糠醛;麸炒
土炒法	品>清炒品>生品 ^[38]
法薏苡仁	炮制后甘油三酯含量增加,有研究认为法薏苡仁中甘油三酯含量高于所有炒品 ^[34]
发酵	总脂质和总氨基酸含量不变,游离脂肪酸如油酸、亚油酸、棕榈酸和硬脂酸和游离氨基酸含量
	增加 ^[35]
发芽	游离酚酸如香兰素酸、对香豆酸、咖啡酸和原儿茶酸含量显著增加 ^[36]

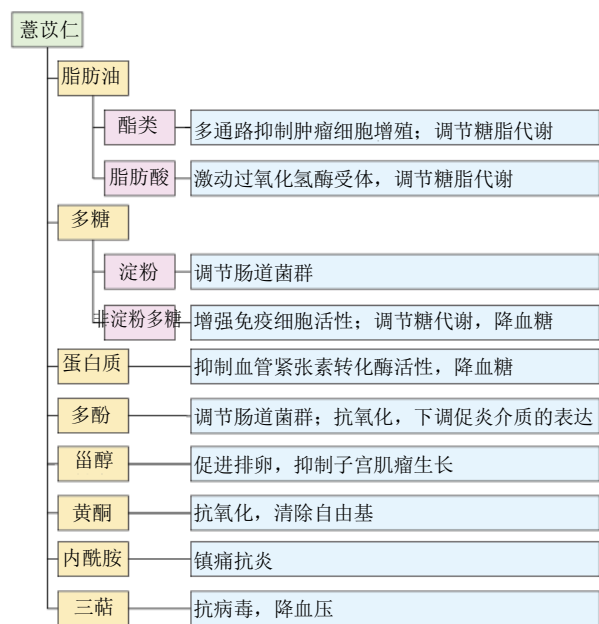


图 7 主要成分及其药理作用

Fig. 7 Main ingredients and their pharmacological effects

表 3 薏苡仁治疗癌症的主要通路以及起效成分

Table 3 Main pathway and effective components of Coicis Semen in treatment of cancer

药理作用	对应疾病	作用通路	起效成分
抑制肿瘤微血管生成	宫颈癌	抑制血管内皮因子分泌和其受体活性 ^[43]	豆甾醇、 β -谷甾醇
诱导癌细胞凋亡	非小细胞肺癌	激活内源性线粒体凋亡途径, 活化凋亡蛋白 Caspase-6 和 Caspase-9, 促使细胞凋亡 ^[44]	薏苡仁多糖
	胰腺癌	下调了 BCL-2 蛋白的表达, 增加了 Fas 基因的表达, 促使细胞凋亡 ^[45] ; 激活 PTEN 抑癌基因, 调控 PI3K/AKT 通路 ^[46]	甘油三酯、薏苡仁酯、薏苡仁素
	早幼粒白血病细胞株 HL-60	出现凋亡小体, 活化凋亡蛋白 Caspase-3, 诱导线粒体凋亡从而致使细胞凋亡 ^[47]	薏苡仁酯
抑制癌细胞转移	非小细胞肺癌	下调 S100 钙结合蛋白 A4 表达 ^[48] ; 抑制 MMPs 酶系活性, 同时增强 TIMPs 活性 ^[49] ; 抑制增殖蛋白、侵袭蛋白、基质蛋白和 JAK2/STAT3 信号通路表达 ^[50]	多糖; 甘油三酯, 薏苡仁酯, 薏苡仁素; 甘油三酯, 薏苡仁酯, 薏苡仁素和厄洛替尼
	喉癌细胞株 Hep-2	抑制侵袭、转移因子的表达 ^[51]	甘油三酯, 薏苡仁酯, 薏苡仁素
抑制癌细胞增殖	子宫肌瘤	降低了血管内皮因子的表达, 抑制女性性激素分泌 ^[52] ; 抑制性激素己烯雌酚/甲羟孕酮 17 醋酸酯诱导的子宫肌层增生 ^[52]	豆甾醇, β -谷甾醇
	胃癌细胞株 SCG-7901	抑制 Bcl-2 基因表达, 使癌细胞阻滞在 G1 周期 ^[53]	甘油三酯, 薏苡仁酯, 薏苡仁素
	非小细胞肺癌 A549	抑制细胞周期素 A 表达, 在细胞周期 G1/S 转变时阻滞癌细胞增殖 ^[54]	薏苡仁醇提取物
抗恶液质	Lewis 肺癌 C57BL/6	调节 NF- κ B-MuRF1 和 AMPK-HSL 通路, 抑制炎症因子和磷酸化 HSL 升高, 从而避免脂肪和肌肉流失 ^[55]	薏苡仁油提取物

2.1.1 抗癌 早在 1957 年日本学者发现薏苡仁提取液有抑制癌症效果^[41]。现代药理研究发现主要药效物质存在薏苡仁油中, 此外薏苡仁多糖、多酚也有辅助治疗作用; 以薏苡仁油为原料研制出抗癌新药康莱特注射液, 临床中常协同其他抗癌药物治疗癌症。网络药理学研究显示, 从康莱特注射液的筛选出 3 种主要活性成分: 甘油三酯、薏苡仁素、薏苡仁酯, 3 种成分的潜在抗癌靶点有 25 个, 通过不同通路对于 22 种癌症有治疗作用, 经 KEGG 分析后筛选出 7 条通路与抗癌作用密切相关, 主要与细胞增殖调控、蛋白激酶 B、环氧合酶途径等过程有关, 可促进 TNF- α 分泌、抑制 COX-2 的表达以及调节转录因子 FOX3a 活性等^[42]。近年来许多研究表明薏苡仁可通过不同治疗通路对多种癌症发挥治疗作用, 对抗癌症晚期并发症恶液质, 缓解患者疼痛和肌肉、脂肪丢失等症状, 提高患者生存质量。现将近年来各项研究中薏苡仁对于肿瘤的治疗机制进行汇总 (表 3)。

2.1.2 调节脂代谢 张建民等^[56]发现薏苡仁提取物可改善非酒精性脂肪肝的大鼠的游离脂肪酸代谢,通过提高血液中脂联素含量经过脂联素-单磷酸腺苷活化的蛋白激酶-乙酰辅酶A羧化酶-丙二酰辅酶A-游离脂肪酸脂质代谢通路一系列反应,降低血液中游离脂肪酸含量,游离脂肪酸是胰岛素抵抗的重要节点,而胰岛素抵抗往往是糖脂代谢紊乱的标志之一。有研究表明薏苡仁可激活过氧化物酶受体,调控大鼠神经分泌发挥降低血脂效果,还可影响胰岛素抵抗,从多种机制改善患者症状^[57]。Kim 等^[58]给肥胖大鼠灌胃薏苡仁水提物,发现实验组的瘦素水平、体脂含量、体重增加均低于对照组,神经肽 Y 和瘦素受体的表达也有所降低,薏苡仁水提物可通过调节下丘脑中神经肽 Y 和瘦素受体的表达来控制能量平衡。Wang 等^[59]给高胆固醇症大鼠灌胃薏苡仁多酚提取物,薏苡仁中多酚类物质能够降低高胆固醇大鼠血液中胆固醇水平和氧化应激指标,抑制过氧化物生成,对心血管健康有保护作用。

2.1.3 调节糖代谢 薏苡仁多糖 A、B、C 是薏苡仁中主要的降糖活性成分,效果与浓度成正相关,其中薏苡仁多糖 A 作用更为明显^[60]。Chen 等^[10]从薏苡仁中分离出一种水溶性多糖 PAS,给 2 型糖尿病小鼠 ig 治疗后发现小鼠体内胰岛素含量升高,高血糖引起的氧化应激反应和脂肪堆积现象也有改善,可有效减缓糖尿病进展。徐梓辉等^[61]建立 2 型糖尿病大鼠模型,虽然 2 型糖尿病胰岛素受体结合率没有降低,但胰岛素受体结合最大容量下降,大鼠服用薏苡仁多糖后糖尿病症状有所改善,但胰岛素受体结合率与结合容量没有变化,肝葡萄糖激酶活性较服药前升高,因此推测薏苡仁多糖治疗 2 型糖尿病与增强肝葡萄糖激酶活性,改善糖脂代谢异常有关。薏苡仁多糖对于脂质过氧化引起的糖尿病大鼠也有治疗意义,使糖尿病大鼠体内 SOD 含量及活性升高,血清中自由基下降,可以对抗糖代谢异常引起的自由基升高对机体造成的伤害^[62]。方向毅^[63]发现服用薏苡仁多糖的糖尿病患者空腹血糖指数、餐后 2 h 血糖指数均低于仅服用二甲双胍的患者,且血糖波动幅度更小,各指数均有改善。薏苡仁多糖可保护胰岛 β 细胞,对各种类型的糖尿病均有治疗作用,在临床治疗糖尿病上值得进一步研究。

2.1.4 调节免疫 苗明三^[64]发现环磷酸腺苷造成的免疫低下小鼠模型经薏苡仁多糖注射治疗后,免疫

细胞活性增强,溶血素和溶血空斑形成均有提升,表明薏苡仁多糖有免疫兴奋作用,促进淋巴细胞转化。叶敏^[65]使用薏苡仁水提液治疗免疫环磷酸腺苷引起的免疫低下小鼠,能明显增强巨噬细胞活性和数量,促进 T 淋巴细胞酯酶阳性百分率。黄挺等^[66]认为康莱特注射液能促进 NK 细胞活性及增殖的机制可能与 PI3K/AKT 通路有关,并且不影响正常小鼠免疫功能,但可在细胞层面上增强小鼠免疫机能,促进小鼠抗体生成能力^[67]。

2.1.5 调节肠道菌群 近年来的研究表明肠道菌群的紊乱与许多重大疾病的发生存在联系,疾病发生前后肠道菌群相应的变化都揭示了肠道菌群在调节人体健康稳态中的作用,肠道菌群紊乱易引起多种疾病比如代谢疾病、肠道疾病、神经精神类疾病、风湿免疫病等^[68]。包辰^[69]研究发现薏苡仁中的抗性淀粉可促进小鼠肠道中有益菌群如双歧杆菌的增殖,在胃肠道环境中保护益生菌使其免于失活,抑制致病菌或潜在致病菌增长;其中益生元效果最好的为薏苡仁抗性淀粉 MP-SAS3,能够促进 SD 大鼠肠蠕动,加快肠道上皮细胞代谢,增加肠道绒毛长度、黏膜厚度和肌层厚度,对大鼠肠道生长代谢有积极作用。Wang 等^[70]发现高胆固醇饮食大鼠在饮食中添加薏苡仁多酚提取物后,大鼠肠道中有益菌群丰度相对增加,而与脂质失衡有关的菌群丰度降低,同时大鼠血液中胆固醇含量也在降低,表明薏苡仁多酚可通过调整相关菌群丰度来调节血脂水平。Liu 等^[71]发现薏苡仁影响的微生物其代谢途径与甘油脂代谢、不饱和脂肪酸生物合成、硫还原和谷胱甘肽转运系统有关,这些途径与许多慢性疾病的发展和进程相关,对维持人体健康有重要意义。薏苡仁多糖治疗糖尿病的作用很可能与改善肠道菌群失衡有关,经薏苡仁多糖治疗后的糖尿病小鼠肠道菌群的组成和多样性都发生了显著变化,乳酸杆菌及发酵乳杆菌丰度明显增加,这些可能与多糖代谢有关^[10](图 8)。

2.1.6 降血压 天然蛋白质水解后可释放具有多种功能的生物肽,已有研究表明水解活性寡肽具有降血压作用。因此李玲玲等^[17]模拟胃肠环境对薏苡仁醇溶性蛋白进行水解,将产生的生物肽灌胃给高血压小鼠,结果显示小鼠血压有显著降低,降压效果通过抑制血管紧张素转化酶实现,体外也有同样效果。Qiao 等^[72]进一步研究确定血管紧张素转换酶是薏苡仁寡肽抗高血压的主要靶点,从 10 种醇溶蛋

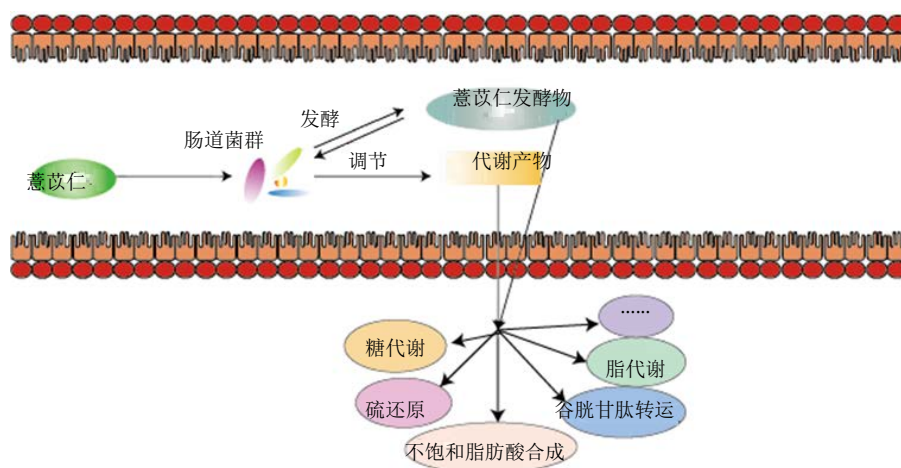


图 8 肠道菌群代谢物参与体内生命活动

Fig. 8 Intestinal flora metabolites participating in life activities in body

白序列构建的寡肽库中最终筛选出 19 种具有血管紧张素转化酶抑制活性的寡肽。

2.1.7 镇痛抗炎 研究表明薏苡仁对于炎症疾病的治疗以及疼痛的缓解方面具有一定的作用，其抗炎作用可能与薏苡仁降低血管通透性减少炎性渗出以及干预 IKK/NF- κ B 信号通路，降低多种炎症因子分泌水平^[73-74]。

风湿性关节炎的发病原因尚不明确，但大量研究结果显示其与炎症密切相关，而不良的生活方式和生活方式可能会引起或加重疾病进程，严重影响患者生活质量。肥胖易使机体处于慢性炎症状态，还会降低肿瘤因子- α 拮抗剂的作用效果，也是风湿性关节炎的诱因之一，薏苡仁能够通过调节能量代谢改善患者肥胖，这也可能是薏苡仁治疗风湿性关节炎的机制之一^[75]。Zhang 等^[76]发现薏苡仁提取物可降低弗氏佐剂诱导的类风湿性关节炎大鼠促炎因子水平，并增加抗氧化物活性；促炎因子在类风湿性关节炎的发生发展过程中起了关键作用，并且是导致软骨损伤主要因子，COX-2 是促炎因子生成和软骨破坏的重要酶，经治疗后大鼠体内 COX-2 的 mRNA 明显降低；另外类风湿性关节炎大鼠体内抗氧化酶活性降低，而薏苡仁具有抗氧化作用，因此薏苡仁治疗类风湿性关节炎是通过抑制促炎性因子、抗氧化多方面实现的。全生苍^[77]使用薏苡仁汤治疗风湿性关节炎患者，对照组患者使用西药基础治疗，结果表明治疗组症状改善显著优于对照组，能减轻风湿性关节炎患者的关节疼痛，提高患者生活质量。

2.1.8 抑制黑色素生成 Amen 等^[78]从薏苡仁乙醇提取物中分离了 10 种成分，使用 B16-F10 黑色素

瘤细胞株对分离的化合物和乙醇提取物进行黑色素抑制实验，其中薏苡仁醇和 2-O- β -吡喃葡萄糖基-7-甲氧基-2H-1,4-苯并噁嗪-3(4H)-酮表现出较强抑制黑色素生成作用，其他成分表现出弱至中等活性；所有化学成分均无细胞毒作用，不影响黑色素细胞活性。Huang 等^[79]研究发现薏苡仁提取物通过降低小鼠地中海贫血相关转录因子、酪氨酸酶、酪氨酸酶相关蛋白-1 和酪氨酸酶相关蛋白-2 的表达以及抗氧化抑制 B16-F10 黑色素瘤细胞黑色素生成。因此可以看出薏苡仁具有开发美白产品的潜力，至于其作用效果，还需要进一步实验证明。

2.1.9 其他药理作用 除上述药理作用外，还有研究显示薏苡仁多糖能够增强超氧化物歧化酶、过氧化氢酶及谷胱甘肽活力，清除体内过氧化脂质，对抗糖代谢衰老^[80]。Chen 等^[81]发现薏苡仁油可以显著延长秀丽线虫寿命 22.79%，主要通过 DAF-16 转录因子及其下游靶基因的调控，DAF-16 是哺乳动物 FoxO 转录因子的同系物，在整合不同的信号以调节衰老和寿命方面起着关键作用，这也为薏苡仁治疗人类老年相关疾病提供了依据。以及调节内分泌，抑制大鼠睾丸间质细胞中睾酮的产生^[82]和抑制流感病毒复制^[83]等活性。

2.2 中药药理作用

薏苡仁始载于《神农本草经》，作为益寿延年的上品药出现，书中记载其“治筋急拘挛不可屈伸，风湿痹，下气。久服轻身，益气”^[84]。后世医家用作利水药，主要有利湿健脾、舒筋除痹、清热排脓、解毒散结的功效（图 9）。由于其性味较为平和，食药两用还具有一定扶正能力，在许多复方中都有所应用。

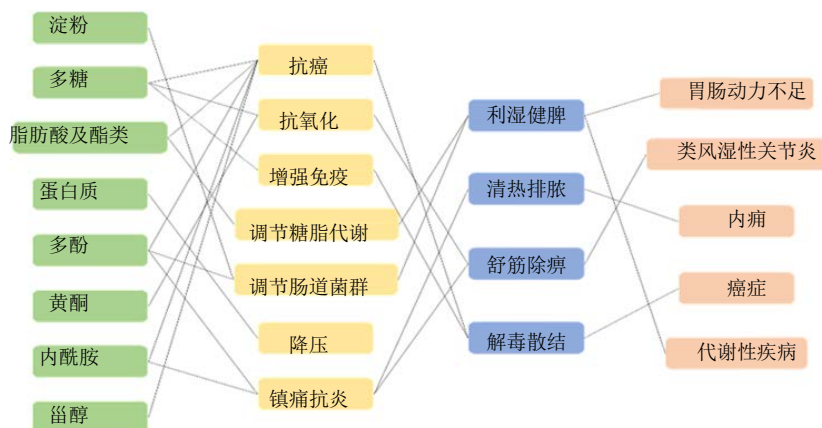


图 9 薏苡仁中化学成分、药理活性、中药药效和疾病间的关系

Fig. 9 Relationship among components of *Coicis Semen*, pharmacological activity, efficacy of traditional Chinese medicine and disease

2.2.1 利湿健脾 中医理论中脾主运化,升清降浊,化生气血。气血足则食物运化规律,水液输布正常;而脾虚导致运化失常胃肠功能因此受到影响,同时水液也易驻留于体内^[81]。同时现代研究发现脾虚患者存在胃肠动力不足及转运功能障碍的现象,这些功能失调与胃肠运动及激素分泌关系密切^[85]。

庞张祥^[86]将 90 只大鼠随机分为空白组、模型组、水煎液组、薏苡仁多糖组、薏苡仁蛋白组、薏苡仁脂肪组,除空白组饲以普通饲料,其余组大鼠每天喂食高脂低蛋白饲料并游泳到力竭以建立脾虚水湿不化模型,造模成功后连续给药 14 d,观察各组用药后体重、自主活动及胃肠活动变化;结果显示与模型组相比各治疗组大鼠体质量变化无统计学意义,自主活动评分、胃肠排空率、小肠推进率及相关激素水平都有所降低;其中脂肪油组及多糖组对于胃肠功能的改变最为显著,是健脾的主要药效成分。Han 等^[87]将大鼠随机分为对照组、模型组、煎剂组、蛋白质组、多糖组、脂肪油组和淀粉组,除对照组外,其他组使用高脂饮食和力竭游泳建立脾虚水湿大鼠模型,造模成功后给药 2 周观察各组尿量和饮水量,结果显示模型组尿量最低,各治疗组相比于模型组都有升高,水负荷指数也有明显降低,其中蛋白组改善最为明显;脾虚水湿证大鼠体内与水转运相关的基因表达异常,治疗后会有相应改善,其中多糖组和蛋白质组的差异 mRNA 负载量接近,表明多糖和蛋白质在相关基因表达正常化中起主要作用。

2.2.2 舒筋除痹 痹症最常见及最主要的致病因素

为素体虚弱和外邪入侵,先天不足则无力抵抗外邪侵扰,后天亏虚又难以滋养先天;风寒湿为痹症发生的主要外邪,湿邪是痹证病情反复的主要原因,但主要病机仍在于先天不足,因此痹证治疗以扶正祛湿为主^[85,88-89]。薏苡仁健脾利湿,脾胃为后天之本,脾胃运化正常方可濡养四肢筋脉,弥补先天不足,并促进体内湿浊排出。现代医学认为古代医书所指的痹症为类风湿性关节炎^[90],薏苡仁通过抑制促炎因子生成、抗氧化等途径治疗类风湿性关节炎^[76]。

2.2.3 清热排脓 湿热蕴于脏腑,邪无出路,肉腐成脓。薏苡仁能清肺热,利胃肠之湿,常配伍其他中药治疗内痈,薏苡败酱附子散、苇茎汤分别是治疗肠痈、肺痈的常用药方^[86]。综合各种内痈的病机,湿热和气血不畅是主要的发病原因,薏苡仁性凉,利水渗湿可除湿热;健脾以扶正气,促使气血通畅^[91-92]。根据目前研究来看,内痈是多种原因引起的炎症,而且发生的范围较广^[93-94]。因此薏苡仁配伍治疗可能在于其抗炎镇痛作用。

2.2.4 解毒散结 在现代医学里该功能与抗肿瘤、治疗息肉、扁平疣相关。息肉性疾病常常和痰湿淤血相关,薏苡仁利湿消肿,适宜用以治疗息肉^[86]。Byun 等^[95]曾使用当归丸散和薏苡仁片治疗扁平疣患者,该患者对常规疗法产生了耐药性,使用当归丸散和薏苡仁片治疗后症状逐渐消失,4 个月后痊愈。

3 药膳

薏苡仁除了在治疗癌症、调节代谢抗炎镇痛等方面能够发挥重要作用外,作为药食同源的一味中

药, 常常被应用于食疗。陈红洁^[96]使用中药药膳薏苡仁粳米粥辅助治疗湿热痹阻型风湿性关节炎, 结果显示治疗组各项指标和关节炎症状相比于对照组有明显改善和减轻。王倩^[97]使用薏苡仁红豆汤治疗高脂血症小鼠, 发现低剂量的薏苡仁红豆汤在降低血脂、胆固醇方面疗效较好, 还对内脏、血管有保护作用, 但剂量升高会上调炎性因子水平。

另外, 近年来也有许多以薏苡仁为主要原料的保健食品出现, 如薏苡仁饼干、薏苡仁豆腐、薏苡仁多糖奶片、薏苡仁红豆复合饮料、薏苡仁桃酥等^[98], 由于薏苡仁营养价值高、GI 值低, 还有保健功能且价廉易得, 适合添加在保健食品中, 出于健康考虑, 薏苡仁也可作为替代物替换部分高热量主要原料。

4 结语

薏苡仁的药用范围广, 保健效果好, 在多种疑难疾病治疗中均显示良好的治疗效果, 作为药食同源的一味中药, 在食品医疗行业得以广泛应用。薏苡仁成分复杂, 有些成分结构目前尚未研究明确, 药理方面研究聚焦于甘油三酯类成分的抗癌作用, 其它药理作用如改善骨骼疏松、抗衰等方面的研究内容相对较少。除了药用的种仁外, 薏苡仁其他部分包括麸皮、种壳、根、叶等部位都有药效成分存在, 且种类和含量并不少于种仁中的含量, 这些部位是否能够作为药用部位也需要进一步的研究。

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2015.
- [2] 杜维俊, 杨万仓. 我国发展薏苡产业的前景, 优势和建议 [J]. 中国农学通报, 1999, 15(4): 51-53.
- [3] 张晓雨. 不同产地薏苡仁储藏过程中品质变化的研究 [D]. 合肥: 安徽农业大学, 2018.
- [4] 巩晓杰, 滕建业. 药食两用中药薏苡仁研究进展 [J]. 亚太传统医药, 2013, 9(8): 74-75.
- [5] 国家中医药管理局中华本草编委会. 中华本草 (23 卷) [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999.
- [6] 吴岩, 原永芳. 薏苡仁的化学成分和药理活性研究进展 [J]. 华西药学杂志, 2010, 25(1): 111-113.
- [7] 王建成, 李卫, 张朝军, 等. 薏苡仁及其伪品的鉴别研究 [J]. 药学与临床研究, 2019, 27(3): 180-182.
- [8] 刘春兰, 周宜君, 周恒彦, 等. 薏苡的开发和利用 [J]. 中央民族大学学报: 自然科学版, 2001, 10(2): 182-185.
- [9] 王锦红. 薏米淀粉分离纯化及理化性质研究 [D]. 福州: 福建农林大学, 2012.
- [10] Chen L C, Jiang B K, Zheng W H, *et al.* Preparation, characterization and anti-diabetic activity of

polysaccharides from adlay seed [J]. *Int J Biol Macromol*, 2019, 139: 605-613.

- [11] 邓素芳, 应朝阳, 杨有泉, 等. 薏苡功能性成分研究进展 [J]. 中国农学通报, 2017, 33(12): 123-128.
- [12] 向智敏, 祝明, 陈碧莲, 等. HPLC-MS 分析薏苡仁油中的甘油三酯成分 [J]. 中国中药杂志, 2005, 30(18): 1436-1438.
- [13] Hou J J, Cao C M, Xu Y W, *et al.* Exploring lipid markers of the quality of Coix seeds with different geographical origins using supercritical fluid chromatography mass spectrometry and chemometrics [J]. *Phytomedicine*, 2018, 45: 1-7.
- [14] 杨玲, 苏维埃, 钱建东, 等. 薏苡仁油脂的化学成分分析 [J]. 食品科学, 2001, 22(5): 60-62.
- [15] 乐巍, 邱蓉丽, 吴德康, 等. 不同居群薏苡种仁脂肪酸成分的 GC-MS 分析 [J]. 中药材, 2008, 31(11): 1613-1614.
- [16] 王灵芝, 袁建娜, 张小华, 等. 薏苡仁蛋白质组分研究 [J]. 现代生物医学进展, 2012, 12(23): 4416-4418.
- [17] 李玲玲, 李开, 张月圆, 等. 薏苡仁醇溶蛋白源小分子肽生物学活性研究 [J]. 中医药学报, 2017, 45(5): 21-25.
- [18] 李斌, 李玲玲, 冀会方, 等. 薏苡仁谷蛋白源降压肽稳定性研究 [J]. 中医药学报, 2015, 43(6): 53-57.
- [19] 罗继. 薏苡抗菌蛋白组的分离鉴定 [D]. 成都: 四川师范大学, 2008.
- [20] 王立峰, 鞠兴荣. 3 种薏米的多酚提取物清除过氧化氢自由基抗氧化能力评价 [J]. 食品科学, 2012, 33(19): 39-44.
- [21] Hu Y S, Zhou Q L, Liu T L, *et al.* Coixol suppresses NF- κ B, MAPK pathways and NLRP3 inflammasome activation in lipopolysaccharide-induced RAW 264.7 cells [J]. *Molecules*, 2020, 25(4): 894.
- [22] Li X, Wang P, Zhu J Q, *et al.* Comparative study on the bioactive components and *in vitro* biological activities of three green seedlings [J]. *Food Chem*, 2020, 321: 126716.
- [23] Chen H H, Chen Y T, Huang Y W, *et al.* 4-Ketopinoresinol, a novel naturally occurring ARE activator, induces the Nrf2/HO-1 axis and protects against oxidative stress-induced cell injury via activation of PI₃K/AKT signaling [J]. *Free Radic Biol Med*, 2012, 52(6): 1054-1066.
- [24] 李颖硕, 汪琼, 杨楠楠, 等. 薏苡化学成分及药理活性研究进展 [J]. 辽宁中医药大学学报, 2018, 20(7): 114-121.
- [25] Wang L F, Chen C, Su A X, *et al.* Structural characterization of phenolic compounds and antioxidant activity of the phenolic-rich fraction from defatted adlay (*Coix lachrymajobi* L. var. *mayuen* Stapf) seed meal [J]. *Food Chem*, 2016, 196: 509-517.

- [26] Chen H J, Chung C P, Chiang W C, et al. Anti-inflammatory effects and chemical study of a flavonoid-enriched fraction from adlay bran [J]. *Food Chem*, 2011, 126(4): 1741-1748.
- [27] 李志. 超声波提取薏苡仁中总黄酮工艺及抗氧化活性的研究 [J]. 四川理工学院学报: 自然科学版, 2019, 32(1): 16-23.
- [28] 许美玉. 基于组学的薏苡仁营养差异分析及储藏特性研究 [D]. 福州: 福建农林大学, 2018.
- [29] 张明发, 沈雅琴. 薏苡仁镇痛抗炎抗血栓形成作用的研究 [J]. 基层中药杂志, 1998(2): 36-38.
- [30] 吕峰, 杨彩霞, 姜艳梅, 等. 不同产地薏苡仁的保健与加工品质 [J]. 福建农林大学学报: 自然科学版, 2008, 37(4): 431-434.
- [31] 张丰梅, 杨峻山, 赵杨景, 等. 薏苡化学成分及药理活性研究进展 [J]. 中国药理学杂志, 2002, 37(1): 8-11.
- [32] 高小芳, 高成健. 薏苡仁的炮制及现代应用 [J]. 海峡药学, 2009, 21(10): 91-92.
- [33] 罗云云, 杜伟锋, 康显杰, 等. 薏苡仁历史应用概况及现代研究 [J]. 中华中医药杂志, 2018, 33(12): 5666-5673.
- [34] 袁贵平, 龚千锋, 徐葱茏. 法薏苡仁饮片专家共识 (2017) [J]. 中国实验方剂学杂志, 2018, 24(22): 193-196.
- [35] Yin H M, Zhong Y D, Xia S K, et al. Effects of fermentation with *Lactobacillus plantarum* NCU137 on nutritional, sensory and stability properties of *Coix* (*Coix lachryma-jobi* L.) seed [J]. *Food Chem*, 2020, 314: 126037.
- [36] Xu L, Wang P, Ali B, et al. Changes of the phenolic compounds and antioxidant activities in germinated adlay seeds [J]. *J Sci Food Agric*, 2017, 97(12): 4227-4234.
- [37] Son E S, Kim S H, Kim Y O, et al. *Coix lacryma-jobi* var. *ma-yuen* Stapf sprout extract induces cell cycle arrest and apoptosis in human cervical carcinoma cells [J]. *BMC Complement Altern Med*, 2019, 19: 312.
- [38] 张令志, 吴皓, 李伟, 等. HPLC 法测定薏苡仁不同炮制品中 5-羟甲基糠醛及糠醛的含量 [J]. 药学与临床研究, 2012, 20(6): 574-576.
- [39] 傅紫琴, 王明艳, 蔡宝昌. 5-羟甲基糠醛 (5-HMF) 在中药中的研究现状探讨 [J]. 中华中医药学刊, 2008, 26(3): 508-510.
- [40] 田洪星, 徐剑. 薏苡仁炮制研究进展 [J]. 亚太传统医药, 2016, 12(23): 80-82.
- [41] 八木晟, 周德文. 薏苡仁的抗癌, 消炎活性 [J]. 现代药物与临床, 1989(2): 75-77.
- [42] 王博龙. 基于网络药理学的康莱特注射液 3 种主要成分抗肿瘤机制研究 [J]. 中国现代应用药学, 2019, 36(1): 58-63.
- [43] 申兴勇, 徐昕, 袁平, 等. 紫杉醇卡铂联合康莱特对宫颈癌患者血管生成及侵袭能力的影响 [J]. 河北医学, 2018, 24(12): 2020-2025.
- [44] Lu X Y, Liu W, Wu J H, et al. A polysaccharide fraction of adlay seed (*Coix lachryma-jobi* L.) induces apoptosis in human non-small cell lung cancer A549 cells [J]. *Biochem Biophys Res Commun*, 2013, 430(2): 846-851.
- [45] Schwartzberg L S, Arena F P, Bienvenu B J, et al. A randomized, open-label, safety and exploratory efficacy study of kanglaite injection (KLTi) plus gemcitabine versus gemcitabine in patients with advanced pancreatic cancer [J]. *J Cancer*, 2017, 8(10): 1872-1883.
- [46] 刘颖, 孙学佳, 肖钢, 等. 基于 PTEN 的康莱特诱导人胰腺癌细胞凋亡作用 [J]. 中外医疗, 2018, 37(6): 23-25.
- [47] 陈小卫, 杜庆华, 谢晓斌. 薏苡仁酯对 HL-60 细胞增殖和凋亡影响及其机制探讨 [J]. 中华肿瘤防治杂志, 2014, 21(7): 502-505.
- [48] Luo C, Wang X, An C, et al. Molecular inhibition mechanisms of cell migration and invasion by *Coix* polysaccharides in A549 NSCLC cells via targeting S100A4 [J]. *Mol Med Rep*, 2017, 15(1): 309-316.
- [49] 刘磊, 舒诚荣. 康莱特注射液辅助治疗在晚期非小细胞肺癌患者中的效果研究 [J]. 检验医学与临床, 2019, 16(6): 825-827.
- [50] 江国强, 方芳. 厄洛替尼联合康莱特对肺癌 A549 细胞增殖、侵袭及 JAK2/STAT3 信号通路的影响 [J]. 郑州大学学报: 医学版, 2019, 54(3): 418-422.
- [51] 熊美华, 谌建平, 操润琴, 等. 薏苡仁油对喉癌细胞侵袭迁移能力的影响 [J]. 当代医学, 2018, 24(8): 15-18.
- [52] Lin P H, Shih C K, Yen Y T, et al. Adlay (*Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen* Stapf.) Hull extract and active compounds inhibit proliferation of primary human leiomyoma cells and protect against sexual hormone-induced mice smooth muscle hyperproliferation [J]. *Molecules*, 2019, 24(8): 286-293.
- [53] 苏伟贤, 朱光辉, 肖焕擎, 等. 康莱特对胃癌细胞增殖及凋亡能力的影响 [J]. 临床和实验医学杂志, 2008, 7(4): 89-90.
- [54] Chang H, Huang Y C, Hung W. Antiproliferative and chemopreventive effects of adlay seed on lung cancer *in vitro* and *in vivo* [J]. *J Agric Food Chem*, 2003, 51(12): 3656-3660.
- [55] Zhang P R, Meng X Y, Tang X H, et al. The effect of a *Coix* seed oil injection on cancer pain relief [J]. *Support Care Cancer*, 2019, 27(2): 461-465.
- [56] 张建民, 张娜娜, 崔瑾, 等. 薏苡仁提取物改善大鼠

- 非酒精性脂肪肝病游离脂肪酸的代谢机制研究 [J]. 中国药师, 2017, 20(1): 25-28.
- [57] 朱 凯, 陈 壮, 黄金龙, 等. 薏苡仁提取物调节大鼠非酒精性脂肪肝病游离脂肪酸的代谢作用机制 [J]. 云南中医学院学报, 2018, 41(1): 16-19.
- [58] Kim S O, Yun S J, Lee E H. The water extract of adlay seed (*Coix lachrymajobi* var. *mayuen*) exhibits anti-obesity effects through neuroendocrine modulation [J]. *Am J Chin Med*, 2007, 35(2): 297-308.
- [59] Wang L F, Sun J, Yi Q D, et al. Protective effect of polyphenols extract of adlay (*Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen* Stapf) on hypercholesterolemia-induced oxidative stress in rats [J]. *Mol Basel Switz*, 2012, 17(8): 8886-8897.
- [60] Takahashi M, Konno C, Hikino H. Isolation and hypoglycemic activity of coixans A, B and C, glycans of *Coix lachryma-jobi* var. *ma-yuen* Seeds1 [J]. *Planta Med*, 1986, 52(1): 64-65.
- [61] 徐梓辉, 周世文, 黄林清. 薏苡仁多糖的分离提取及其降血糖作用的研究 [J]. 第三军医大学学报, 2000, 22(6): 578-581.
- [62] 徐梓辉, 周世文, 黄林清. 薏苡仁多糖对实验性糖尿病大鼠 LPO 水平、SOD 活性变化的影响 [J]. 成都中医药大学学报, 2002, 25(1): 38.
- [63] 方向毅. 探讨薏苡仁提取物薏苡仁多糖对治疗糖尿病的影响研究 [J]. 世界最新医学信息文摘: 电子版, 2017, 17(6): 94.
- [64] 苗明三. 薏苡仁多糖对酰肼致免疫抑制小鼠免疫功能的影响 [J]. 中医药学报, 2002, 30(5): 49-50.
- [65] 叶 敏. 薏苡仁水提液对免疫抑制小鼠免疫功能的影响 [J]. 安徽医药, 2006, 10(10): 727-729.
- [66] 黄 挺, 李小英. 康莱特注射液对人 NK 细胞功能作用研究 [J]. 江西中医药, 2018, 49(4): 35-39.
- [67] 周岩飞, 金凌云, 王 琼, 等. 薏苡仁油对小鼠免疫功能影响的研究 [J]. 中国油脂, 2018, 43(10): 77-81.
- [68] 罗博文, 刘 芳, 姜振岳, 等. 薏苡仁肠道营养学的研究 [J]. 现代食品, 2019(14): 81-84.
- [69] 包 辰. 薏苡仁抗性淀粉结构特性及其对肠道菌群调节机制的研究 [D]. 福州: 福建农林大学, 2017.
- [70] Wang Q Y, Du Z Y, Zhang H, et al. Modulation of gut microbiota by polyphenols from adlay (*Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen* Stapf.) in rats fed a high-cholesterol diet [J]. *Int J Food Sci Nutr*, 2015, 66(7): 783-789.
- [71] Liu S, Li F, Zhang X Q. Structural modulation of gut microbiota reveals *Coix* seed contributes to weight loss in mice [J]. *Appl Microbiol Biotechnol*, 2019, 103(13): 5311-5321.
- [72] Qiao L S, Li B, Chen Y K, et al. Discovery of anti-hypertensive oligopeptides from adlay based on in silico proteolysis and virtual screening [J]. *Int J Mol Sci*, 2016, 17(12): 2099.
- [73] 陶小军, 闫宇辉, 徐志立, 等. 薏苡仁油抗炎消肿作用研究 [J]. 辽宁中医药大学学报, 2015, 17(1): 45-46.
- [74] 孟利娜. 薏苡仁蛋白依赖 IKK/NF- κ B 通道控制炎症及改善 2 型糖尿病胰岛素抵抗作用 [D]. 合肥: 合肥工业大学, 2018.
- [75] 单 娟. 肥胖对不同生物制剂药物在风湿疾病治疗中疗效的影响: 系统评价与 meta 分析 [A] // 中国免疫学会. 第十二届全国免疫学学术大会摘要汇编 [C]. 北京: 中国免疫学会, 2017.
- [76] Zhang C F, Zhang W F, Shi R Y, et al. *Coix lachryma-jobi* extract ameliorates inflammation and oxidative stress in a complete Freund's adjuvant-induced rheumatoid arthritis model [J]. *Pharm Biol*, 2019, 57(1): 792-798.
- [77] 全生苍. 薏苡仁汤治疗类风湿关节炎的效果探析 [J]. 大家健康: 下旬版, 2016(2): 40.
- [78] Amen Y, Arung E T, Afifi M S, et al. Melanogenesis inhibitors from *Coix lachryma-jobi* seeds in B16-F10 melanoma cells [J]. *Nat Prod Res*, 2017, 31(23): 2712-2718.
- [79] Huang H C, Hsieh W Y, Niu Y L, et al. Inhibitory effects of adlay extract on melanin production and cellular oxygen stress in B16F10 melanoma cells [J]. *Int J Mol Sci*, 2014, 15(9): 16665-16679.
- [80] 苗明三. 薏苡仁多糖对衰老模型小鼠抗氧化作用的研究 [A] // 2003 年中华中医药科技成果论坛中华中医药学会科学技术奖颁奖大会论文集 [C]. 北京: 中华中医药学会, 2004.
- [81] Chen X Y, Liao D C, Yu Y T, et al. *Coix* seed oil prolongs lifespan and enhances stress resistance in *Caenorhabditis elegans* [J]. *Biogerontology*, 2020, 21(2): 245-256.
- [82] Hsia S M, Tseng Y W, Wang S W, et al. Effect of adlay (*Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen* Stapf.) hull extracts on testosterone release from rat Leydig cells [J]. *Phytother Res*, 2009, 23(5): 687-695.
- [83] Nagai E, Iwai M, Koketsu R, et al. Inhibition of influenza virus replication by adlay tea [J]. *J Sci Food Agric*, 2018, 98(5): 1899-1905.
- [84] 马继兴. 神农本草经辑注 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1995.
- [85] 林 磊, 朱建宇. 薏苡仁主治效用探析 [J]. 上海中医药杂志, 2016, 50(5): 63-64.
- [86] 庞张祥. 薏苡仁拆分组分对脾虚水湿不化大鼠胃肠功能及利尿作用影响的性味药理学评价 [D]. 济南: 山东中医药大学, 2016.
- [87] Han X, Ji X, Zhao H, et al. Mechanisms of *Coix* seed

- compositions in the treatment of spleen deficiency and wet dampness zheng [J]. *African J Trad Compl Alternat Med*, 2017, 14(4): 239-246.
- [88] 李剑明, 姜 泉, 唐晓颇, 等. 1602 例类风湿关节炎患者中医证候特点与血小板、血红蛋白计数关系的研究 [J]. 世界中西医结合杂志, 2020, 15(2): 352-356.
- [89] 陈慕芝, 吕 蕾, 照日格图. 136 例维吾尔族类风湿关节炎患者中医证型及实验室指标分析 [J]. 吉林中医药, 2019, 39(4): 464-467.
- [90] 陈利锋, 杨晨曦, 王华松, 等. 复方茛菪颗粒对佐剂性关节炎大鼠的抗炎作用 [J]. 医药导报, 2019, 38(12): 1567-1571.
- [91] 陈谦峰, 谢 斌. 肠痛的源流及病机探微 [J]. 光明中医, 2017, 32(11): 1552-1553.
- [92] 宋玉格, 余学庆, 马锦地, 等. 肺痈病因病机及证素规律研究 [J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2016, 18(11): 2025-2030.
- [93] 马俊峰, 谢 鑫, 张博达, 等. 肺脓肿的中医药治疗进展概况 [J]. 世界最新医学信息文摘, 2019, 19(80): 159-160.
- [94] 肠痛的诊断依据、证候分类、疗效评定——中华人民共和国中医药行业标准《中医内科病证诊断疗效标准》(ZY/T001.1-94) [J]. 辽宁中医药大学学报, 2018, 20(11): 178.
- [95] Byun A R, Kwon S, Kim S. Administration of herbal complexes, dangguijakyak-San (TJ-23) and Coix seeds, for treating *Verruca planae*: A case report [J]. *Explor J Sci Heal*, 2016, 12(1): 65-67.
- [96] 陈红洁. 薏苡仁粳米粥治疗湿热痹阻型类风湿关节炎的临床疗效观察 [A] // 中国中西医结合学会. 第四届全国中西医结合营养学术会议论文资料汇编 [C]. 中国中西医结合学会: 中国中西医结合学会, 2013.
- [97] 王 倩. 薏仁红豆汤对高脂血症小鼠调脂作用研究 [D]. 南昌: 南昌大学, 2016.
- [98] 邹正平. 薏苡仁红豆复合饮料的研制及其活性研究 [D]. 长春: 吉林大学, 2018.