

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2023.01.012

付敬菊, 董学, 钟方晓, 等. 薏苡仁的营养组成与现代药理研究进展[J]. 粮油食品科技, 2023, 31(1): 93-99.

FU J J, DONG X, ZHONG F X, et al. Nutritional composition and modern pharmacological research progress of coicis semen[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2023, 31(1): 93-99.

薏苡仁的营养组成与 现代药理研究进展

付敬菊, 董学, 钟方晓, 李晓宇✉

(山东省中医药研究院, 山东 济南 250014)

摘要: 薏苡仁具有健脾补肺利湿、清热、排脓、除痹止泻的功效; 其主要营养成分为脂肪酸及酯类、多糖类、黄酮类、糖蛋白等; 现代药理研究结果表明薏苡仁具有抗肿瘤、提高机体免疫力、降血糖、抗炎镇痛、调节血脂代谢等多重药理作用。通过查阅近几年相关文献, 综述了薏苡仁营养成分脂肪酸及酯类、多糖类、黄酮类、薏苡仁油等的提取工艺, 及抗肿瘤、提高机体免疫力、降血糖及调节血脂代谢等现代药理作用, 梳理了薏苡仁降糖、抗炎镇痛、抑制骨质疏松等相关功能食品的开发方向, 以期为薏苡仁的进一步开发应用提供参考。

关键词: 薏苡仁; 营养成分; 提取工艺; 药理作用; 糖尿病; 骨质疏松

中图分类号: R284.2 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2023)01-0093-07

Nutritional Composition and Modern Pharmacological Research Progress of Coicis Semen

FU Jing-ju, DONG Xue, ZHONG Fang-xiao, LI Xiao-yu✉

(Shandong Academy of Chinese Medicine, Jinan, Shandong 250014, China)

Abstract: Coicis semen has the effects of invigorating the spleen, invigorating the lungs and removing dampness, clearing heat, expelling pus, removing stagnation and stopping diarrhea. The main nutrients of Coicis semen are fatty acids, esters, polysaccharides, flavonoids, glycoproteins and other components. The results of modern pharmacological studies have shown that Coicis semen has multiple pharmacological effects such as anti-tumor, improving immunity, lowering blood sugar, anti-inflammatory and analgesic, and regulating blood lipid metabolism. By consulting relevant literature in recent years, this paper reviewed the extraction process of Coicis semen nutritional components, including fatty acids, lipids, polysaccharides, flavonoids, Coicis semen oil. Modern pharmacological effects such as anti-tumor, improving immunity, lowering blood glucose and regulating blood lipid metabolism were also included. The development

收稿日期: 2022-09-22

基金项目: 2018 年中医药公共卫生服务补助专项“全国中药资源普查项目”(财社[2018]43 号); 山东省中医药科技发展计划(2019-0985)

Supported by: National Survey of Traditional Chinese Medicine Resources, A Special Subsidy Project for Traditional Chinese Medicine Public Health Services in 2018 (Caishe [2018] No. 43); Science and Technology Development Plan of Shandong Province for Traditional Chinese Medicine (2019-0985)

作者简介: 付敬菊, 女, 1994 年出生, 硕士, 研究实习员, 研究方向为中药化学。E-mail: 1973073763@qq.com.

通讯作者: 李晓宇, 女, 1989 年出生, 博士, 副研究员, 研究方向为中药药理学。E-mail: 15954901833@126.com.

directions of Coicis semen for hypoglycemic, anti-inflammatory, analgesic, osteoporosis and other related functional foods were summarized. This review could provide reference for further development and application of Coicis semen.

Key words: Coicis semen; nutritional composition; extraction process; pharmacological effect; diabetes; osteoporosis

薏苡仁为禾本科植物薏苡 (*Coix lacryma-jobi* L.var. mayuen (Roman.) Stapf) 的成熟干燥种仁, 又名薏仁、苡仁、六谷米、胶念珠和菩提子等。有“生命健康之禾”之称^[1]。主产于河北、河南、四川、贵州、福建、云南等省区。中医学认为薏苡仁的性味甘淡、凉, 归胃、脾、肺经, 具有清热消痛、健脾利水渗湿、止泻排脓等功效, 主要用于水肿、小便不利、脾虚泄泻等疾病的治疗。现代药理学研究结果表明, 薏苡仁具有抗肿瘤、提高机体免疫力、降血糖、抗炎镇痛、调节血脂代谢等多重药理作用。薏苡仁在治疗宫颈癌、肺癌和消化道肿瘤中发挥的重要药理活性在临床中也得到了证实, 如由李大鹏院士研发的康莱特注射液为薏苡仁油制剂, 作为肺癌、肝癌、胃癌等疾病的治疗或辅助治疗得到了广泛应用^[2]。日本民间也一直把薏苡仁视为保健、滋补、沐浴和润肤的珍贵佳品^[3]。近年来, 薏苡仁因含有丰富的营养物质^[4], 逐渐广泛地被应用于薏苡仁饼干、薏米酒及薏苡仁乳酸饮料等食品工业。由此可以表明薏苡仁具有很好的食用作用以及医疗保健作用。基于此, 对薏苡仁的营养成分及提取工艺和药理作用进行综述, 以期对薏苡仁更为深入的实验研究和进一步的资源应用开发提供信息参考。

1 薏苡仁的营养成分及提取工艺

薏苡仁中主要的营养成分为不饱和脂肪酸类、酯类、黄酮类、糖类及甾醇类等。在这些成分中, 酯类是首次被发现具有抗肿瘤活性的成分, 也是最受研究学者关注及相关报道最多的化学成分物质。康莱特注射液 (KLT) 已经在中国的临床上得到广泛应用, 该注射液中的有效成分酯类就是从薏苡仁中所提取出的。早在 1961 年, 就有日本学者认为从薏苡仁中分离出的薏苡仁酯是具有抗肿瘤作用的活性成分。薏苡仁抗癌活性成分

中的油脂性成分经过 TLC 法、GC 及 GC-MS 分析法分析被确定为甘油三酯, 其平均相对分子质量为 870.97, 十六碳烷酸、十八碳烷酸、十八碳一烯酸、十八碳二烯酸为其脂肪酸残基。

1.1 脂肪酸及酯类

伍明江等^[5]采用乙酸乙酯为提取溶剂, 并以浸提次数和浸提时间以及溶剂用量作为影响提取工艺的因素, 将薏苡仁酯的提取得率作为考察指标, 利用正交实验优化薏苡仁酯的提取工艺, 确定最佳的提取工艺为 10 倍用量的乙酸乙酯溶剂, 浸提 2 次, 每次浸提 16 h, 最终薏苡仁酯的提取得率为 4.35%。

巩晓杰等^[6]将薏苡仁分为种壳、种皮、种仁三个部分进行提取部位考察, 选择乙醇、丙酮、乙酸乙酯和二氯甲烷 4 种溶剂进行提取溶剂考察, 将薏苡仁粉碎后过 20、60、100 目筛进行粉碎粒度考察, 结果表明, 薏苡仁种仁中酯类化学物质组的含量最多, 丙酮提取酯类有效物质成分的含量最高, 薏苡仁粉碎粒度越小, 提取率越高。采用正交实验法分别对溶剂的用量以及提取时间和提取次数进行单因素考察, 并将薏苡仁中酯类化学组的提取含量作为考察指标运用高效液相色谱法进行分析, 确定最佳的提取工艺为以 6 倍量的丙酮溶剂提取 30 min, 提取 1 次。

上述研究通过对提取溶剂及薏苡仁提取部位、粉碎粒径、溶剂用量进行考察, 使薏苡仁脂肪酸及酯类成分的提取工艺研究更为全面可靠, 以便于为后续相关的实验研究提供参考。

1.2 多糖类

罗云云等^[7]运用 Box-Behnken 中心组合实验设计方法及响应面 (RSM) 分析法基于前期的单因素实验和正交实验, 将薏苡仁多糖的提取得率作为响应值, 并绘制响应面图及等高线图对薏苡

仁中多糖成分提取的影响因素进行回归分析,优化薏苡仁中多糖成分的提取工艺。在 92 °C 的提取温度下水浸提取 75 min, 料液比为 5 : 1 (g/L) 为薏苡仁多糖提取的最佳工艺条件, 此方法操作简便、合理可行。

张洋婷等^[8]采用微波辅助提取法来提取薏苡仁中的多糖成分,并在油脂抗氧化的实验中表明,薏苡仁多糖成分对豆油、芝麻油、猪油和葵花籽油都具有明显的抗氧化作用。刘想^[9]利用微波、超声波辅助酶解提取的方法来提取薏苡仁中的多糖成分。并在单因素考察实验的基础上,经响应面优化分析法确定了薏苡仁多糖的最佳提取工艺。在 46.4 °C 的酶解温度,在 205 W 的超声波功率下超声 25 min,在 615 W 的微波功率下微波 4 min,经 3 次重复实验验证得到薏苡仁粗多糖成分的得率为 17.97%。与超声波提取法和淀粉酶提取法进行比较,多糖成分的提取率分别高出 10.69% 和 12.36%。

利用微波、超声波辅助酶解提取的方法来提取薏苡仁中的多糖成分对比水浸提取法,具有提取成本低廉,提取率较高,节约提取时间,提取条件温和等显著优点。

1.3 黄酮类

李志^[10]利用超声波辅助乙醇提取薏苡仁中的总黄酮,并通过响应面分析法进行提取工艺优化,基于单因素考察实验结果,以乙醇的体积分数、超声功率、超声时间、料液比作为影响因素,设计四因素三水平来进行实验,并以薏苡仁中总黄酮的得率作为响应值来进行响应面分析。确定在 250 W 的超声功率下超声 40 min,乙醇体积分数为 85%,料液比为 1 : 25 (g/mL) 的条件下提取工艺最佳,薏苡仁中总黄酮的提取得率达到 0.53%,与 0.57% 的响应面所建模型的预测值基本吻合。薏苡仁中总黄酮成分对 DPPH 自由基具有较好的清除效果,呈现较强的抗氧化能力,清除作用及抗氧化能力的活性强度与薏苡仁中总黄酮的质量浓度呈明显的量效关系。对 DPPH 自由基的清除率在薏苡仁总黄酮质量浓度为 12 (mg/mL) 时达到最大值 91.1%。

1.4 糖蛋白

武皓等^[11]采用在碱性条件下的半胱氨酸盐酸盐溶液来提取薏苡仁蛋白,并对影响薏苡仁蛋白提取得率的因素条件进行考察实验,选择浸提的温度、浸提的时间以及料液比和浸提 pH 作为因素条件来设计四因素三水平的正交实验,通过分析各个因素条件对薏苡仁蛋白提取得率的影响以及各个因素条件之间的交互作用。确定在 40 °C 的温度下浸提 4 h,料液比为 1 : 20,浸提 pH 为 10 是提取薏苡仁中水溶性蛋白的最佳提取工艺,此工艺简便可行。浸提温度与料液比以及浸提温度与浸提时间之间的交互作用会明显降低薏苡仁蛋白的浸提得率。

杜晓旭^[12]利用热水浸提法来提取薏苡仁中的糖蛋白,通过二次回归旋转组合实验统计的方法在前期单因素实验的基础之上对薏苡仁糖蛋白的提取工艺进行优化,确定最佳的薏苡仁糖蛋白提取工艺条件为:在 56 °C 的提取温度下提取 5 h,料液比为 1 : 25。最终薏苡仁糖蛋白的提取得率达到 3.6%。并进一步通过薏苡仁糖蛋白的体外抗氧化实验结果来表明薏苡仁中的糖蛋白成分具有较强的还原能力,并对 Fe²⁺ 诱导的脂质过氧化反应有明显的抑制作用,可以清除羟自由基、DPPH 自由基和超氧阴离子,且对自由基的总还原能力和清除能力随着薏苡仁糖蛋白的质量浓度增大而增强。

吕鹏^[13]将脱脂后的薏苡仁粉作为实验原料,选择浸泡的温度和浸泡时间以及浸泡 pH 作为实验的考察因素,通过在不同条件下的浸泡来研究不同浓度的半胱氨酸盐酸盐溶液对薏苡仁中蛋白溶出度的影响,确定在 45 °C 的温度下,pH 为 5.0 以及浓度为 0.4% 的半胱氨酸盐酸盐的溶液中预处理 15 h 为有利于薏苡仁蛋白溶出的最佳预处理条件。与高温 α -淀粉酶法和真菌淀粉酶法提取薏苡仁中蛋白的工艺进行比较,薏苡仁中蛋白提取效果较好的是高温 α -淀粉酶法提取,且薏苡仁中蛋白的提取含量达到了 60.8%,其中淀粉的残留量是 14.1%,真菌淀粉酶水解淀粉提取的薏苡仁蛋白中淀粉的残留量较高,导致薏苡仁蛋白提取的效果不佳。

上述不同的工艺研究结果表明,半胱氨酸盐酸盐溶液提取法对比热水浸提法提取薏苡仁中的糖蛋白,前者更有利于薏苡仁蛋白溶出,其提取得率受浸提的温度、浸提的时间以及料液比和浸提 pH 的影响。

1.5 薏苡仁油

刘帅等^[14]利用微波辅助提取法对薏苡仁中薏苡仁油成分的提取工艺进行了研究。基于单因素考察实验,通过响应面分析法对薏苡仁油的提取工艺进行优化。结合单因素实验结果和响应面实验结果,薏苡仁油提取的最佳工艺条件为 60 °C 的提取温度、1 : 12.39 (g/mL) 的料液比,在 621 W 的功率下微波提取 920 s,其提取得率达到 9.31%±0.10%,与预测值相接近。王青霞等^[2]以分别来自我国北部和中部及南部的脱皮和未脱皮的 8 种薏苡仁作为实验原料,并对薏苡仁油脂中的脂肪酸及甘油酯、生育酚等成分进行了比较分析,首次发现了(3 α , 5 α)-豆甾-3-醇和 25-羟基-24-甲基胆固醇、(3 α)-豆甾-7, 24(28)-二烯-3-醇。薏苡仁油中还含有较丰富的不饱和脂肪酸,具有较大的开发潜力。

薏苡仁糠为薏苡仁加工的副产物,其含有超过 20% (w/w) 的油脂,殷敏侠^[15]以薏苡仁糠油的游离油得率为指标,对水剂法和乙醇水提法及水酶法进行了比较,得出乙醇水提法提取薏苡仁糠油得率最高的结论。在考察薏苡仁粉碎方式对薏苡仁糠的粒径以及薏苡仁细胞中油脂和蛋白分布的影响实验基础上,对薏苡仁糠油乙醇水提法的提取工艺进行了单因素实验研究,确定 30 μ m 的粉碎粒径、30% 的乙醇体积分数、1 : 5 (w/v) 的料液比、提取溶液 pH 为 7、在 50 °C 的温度下提取 2 h 为薏苡仁糠油提取的最佳工艺,游离油的得率达到 71.44%±0.82%,渣相含油量为 22.72%±0.74%,乳状液含油量为 2.98%±0.43%,水相含油量 2.86%±0.15%。

张静美等^[16]将来自地热河谷地区的薏苡仁作为研究对象,在 60 °C 的温度下提取 50 min,超声功率为 100 W、料液比为 1 : 2.5 (m/v),以无水乙醇为提取溶剂的最佳提取工艺条件下对薏

苡仁油进行提取并进行抗肿瘤活性测定,薏苡仁油的提取得率达到 7.68%±0.12%,经该提取工艺提取得到的薏苡仁油对人乳腺癌细胞、结肠癌细胞、人肝癌细胞、人肺癌细胞、人早幼粒白血病细胞这 5 种肿瘤细胞具有明显的抑制作用,为薏苡仁油抗肿瘤保健植物油的进一步开发与利用提供理论基础。微波辅助提取法较无水乙醇提取薏苡仁油,具有提取时间短、提取得率高的特点,从时间及成本等方面考虑微波法提取薏苡仁油值得推广采用。

1.6 淀粉、低聚糖

薛雅茹等^[17]利用超声波辅助提取薏苡仁中的低聚糖成分并通过响应面分析法进行工艺条件优化,结合单因素实验结果,考察超声波功率及超声时间和料液比这三个因素对薏苡仁低聚糖提取得率的影响,确定 70 °C 超声温度及 450 W 的超声功率下超声 27 min,料液比为 1 : 33 (g/mL) 的提取工艺最佳,薏苡仁低聚糖的提取得率达到 0.94%,与预测值相接近。与传统热水浸提法的提取工艺相比较薏苡仁低聚糖的提取得率提高了 0.347%,为进一步的工业化生产提供了有利的依据。

尹婧等^[18]利用超声协同微波法提取薏苡仁中的淀粉,分别考察影响薏苡仁淀粉提取率的提取温度及时间、微波功率以及料液比和 NaOH 溶液的质量分数,利用响应面分析法确定出在 34 °C 的温度下及 134 W 的功率微波提取 150 min, 0.30% 的 NaOH 溶液质量分数及 1 : 9 (g/mL) 的料液比为最佳的提取工艺条件,经 3 次平行实验薏苡仁淀粉提取得率达到 93.15%。

1.7 三萜类

李志等^[19]将薏苡仁作为实验原料,通过超声浓缩的方法来提取薏苡仁中的三萜类化学物质,并通过紫外光谱法检测三萜化合物的含量。并以乙醇浓度、料液比、超声功率和浸提时间这四个影响薏苡仁三萜化合物提取的因素结合单因素实验进行正交实验,在 95% 乙醇浓度下及 250 W 的超声功率下超声 60 min、料液比为 1 : 30 (g/mL) 的最佳提取工艺下薏苡仁三萜类化合物的提取得率达到 18.86 (mg/g)。超声波辅助法操作简便、

经济可行、提取效率高,可有效提取薏苡仁中的三萜类化合物。

2 薏苡仁的药理作用

2.1 抗肿瘤作用

唐翠萍等^[20]对薏苡仁提取液联合紫杉醇对 MCF-7、MDA-MB-231 人体外培养的乳腺癌细胞的化疗增效作用进行了探讨,试验结果显示,紫杉醇对人乳腺癌细胞的增殖及侵袭能力具有明显的抑制作用,薏苡仁抗肿瘤作用的机制与降低细胞 CyclinD1 及 C-myc 和 VEGFmRNA 以及蛋白的表达相关联,紫杉醇作用的增强与薏苡仁提取液的浓度有关,与对照组进行组间差异分析具有统计学意义($P<0.05$)。并且最新的研究结果表明薏苡仁的提取液能够明显的降低处于晚期的乳腺癌患者血清中的 miRNA-21 水平,并为进一步地研究薏苡仁提取液的抗癌机制及药物疗效方面提供客观有利的证据^[21]。

薏苡仁提取液在临床上主要用于宫颈癌患者的联合放化疗,具备减毒增效的功能,与单纯的放化疗的治疗方法进行比较,具有控制癌症疼痛以及抵抗恶病质,改善宫颈癌患者的生存质量和增加患者体质量及延长患者生存期的优势^[22]。

薏苡仁能够有效抑制雌二醇、孕酮及睾酮和皮质激素类物质的生物合成与分泌,具有抗卵巢癌和前列腺癌的作用^[23]。薏苡仁油对人乳腺癌细胞(MCF7)、人早幼粒白血病细胞(HL-60)、结肠癌细胞(SW480)、人肺癌细胞(A549)、人肝癌细胞(SMMC7721)五种肿瘤细胞均具有明显的抑制作用^[24],薏苡仁油对呼吸及泌尿生殖系统肿瘤及消化系统肿瘤也具有明显的抑制作用。

2.2 提高机体免疫力作用

在薏苡仁中具有提高机体免疫力作用的主要成分是在薏苡仁中提取出的 KLT 和 薏苡仁多糖(coixan)等成分。在有关实验研究中发现,在服用薏苡仁之后,CD57⁻、CD3⁺、CD16⁺和 CD56⁺ 细胞的百分比显著升高,表明薏苡仁可以有效地升高外周血细胞毒性淋巴细胞的数量以及增强机体的免疫功能^[25]。通过用环磷酰胺复制出的小鼠免疫力低下模型进行试验,结果显示

coixan 可以有效地提高腹腔巨噬细胞的吞噬指数和吞噬百分率,并进一步促进相关淋巴细胞的转化,具有显著的免疫兴奋作用。据相关报道,复制 Lewis 肺癌模型后的 C57 小鼠,腹腔注射 KLT 14 天后,利用 ELISA 试剂盒对小鼠外周血中的 IL-1 和 IL-6 以及 TNF- α 的活性进行测定,并得出 KLT 具有杀灭肿瘤细胞作用的同时也具有保护机体免疫器官及增强免疫功能作用的结论。

2.3 降血糖及调节血脂代谢作用

在薏苡仁水溶性提取物的研究中发现,coixan 对小鼠具有明显的降血糖作用^[26]。与不同的给药途径及剂量进行比较发现,coixan 降血糖的作用与其给药的剂量和途径有相关性,并认为 coixan 降血糖作用的实现是通过影响某些环节的胰岛素受体后糖代谢以及抑制肝糖原的分解、肌糖原的酶解和糖异生。在进一步的研究中发现,coixan 抑制四氧嘧啶性糖尿病发生的机制主要是通过提高机体内的超氧化酶歧化酶活性及保护 β 细胞。

用链左霉素诱导的糖尿病模型下的 SD 大鼠,在服用薏苡仁后血糖浓度及甘油水平和总胆固醇三酰呈显著降低的趋势,同时低密度脂蛋白和极低密度脂蛋白的浓度也显著降低,证明薏苡仁对血糖及血脂的代谢具有重要的调控作用。在临床试验中也发现薏苡仁的醇提物与降糖消渴胶囊进行比较疗效更佳^[27]。在对高脂饮食诱导的肥胖大鼠试验中,薏苡仁的提取物能够调控大鼠脑内神经内分泌的活性,薏苡仁是否对肥胖具有靶向治疗的作用机制还尚不明确。

2.4 抗炎镇痛及抑制骨质疏松作用

薏苡仁抗炎镇痛作用温和^[28],主要镇痛的活性成分是薏苡仁中提取的薏苡素,又称为薏苡酰胺。骨质疏松症的特点是由于骨重建不平衡而导致骨量和质量降低。Yang R S 等^[29]使用去卵巢小鼠模型研究了薏苡仁对骨质疏松症的影响。用薏苡仁(小鼠饮食中的 10%和 30%薏苡仁)或薏苡仁水提取物(0.3 g/kg/d)饲养去卵巢小鼠 4 周。并在一些试验中,使用原代大鼠成骨细胞来探索薏苡仁对骨质疏松症的可能机制。结果发现,去

卵巢小鼠的体重略有增加, 子宫重量明显减少, 但不受薏苡仁治疗的影响。且薏苡仁饮食(30%)和薏苡仁提取物可显著逆转去卵巢小鼠骨碱性磷酸酶活性、钙含量和骨密度的下降。此外, 薏苡仁提取物以剂量依赖的方式促进成骨细胞增殖。薏苡仁提取物还增加了成骨细胞中增殖细胞核抗原和磷酸化细胞外信号调节激酶(ERK) 1/2 的蛋白表达。ERK 抑制剂 PD98059 通过薏苡仁提取物显著逆转了增加的成骨细胞增殖。综上所述, 这些发现表明薏苡仁可以有效缓解去卵巢小鼠的骨质疏松状态。薏苡仁能够通过 ERK 调节的信号通路增加成骨细胞的增殖。由此可进一步开发为预防骨质疏松的健康食品。

3 研究展望

近些年来, 有关薏苡仁化学物质的提取以及抗肿瘤等药理活性的研究都取得了重要的进展, 并为进一步地提取薏苡仁中的化学成分和药理活性的研究提供可靠的参考。目前有关薏苡仁化学成分的研究大多集中在酯类、脂肪酸及糖类成分, 有关黄酮类、酚酸类等其它成分的研究及药理活性和临床应用的研究鲜有报道。薏苡仁中的多糖成分既可以影响胰岛素受体的后糖代谢也可以抑制糖原的分解和促进机体的糖异生作用, 毒副作用也较少, 是一味极具开发价值及前景并可用于多种类型糖尿病治疗的降糖药物。薏苡仁可通过 ERK 调节的信号通路增加成骨细胞的增殖, 可进一步开发为预防骨质疏松的健康食品。

薏苡仁属于药食同源, 其用途广泛, 薏苡仁近几年是应用于癌症治疗且效果良好的常用中药。传统的放化疗治疗对机体的免疫功能具有一定的损伤, 并减退机体对肿瘤的抵抗能力, 薏苡仁在抗癌治疗中具有多成分多途径及增效减毒的优势, 可直接杀伤癌细胞, 促进机体红细胞的免疫功能和诱导细胞凋亡, 临床中可广泛应用于肺癌及胃癌和肝癌等癌症, 成为研究天然药物治疗肿瘤的一个重要方向。有关薏苡仁新发现的一些药理活性如抗凝血及抗动脉血栓形成的作用还需进一步的深入研究, 以期阐明其作用机制。此外, 薏苡仁黄酮类、酚酸类等其他物质成分的相关研

究也应该加强, 以便于薏苡仁药材资源及健康食品的开发与利用。

参考文献:

- [1] 陈烨文, 孙达. 中医文化视角下的薏苡仁养生保健探索[J]. 亚太传统医药, 2019, 15(9): 208-211.
CHEN Y W, SUN D. The exploration of Coix seed health care from the perspective of traditional Chinese medicine culture[J]. Asia Pacific Traditional Medicine, 2019, 15(9): 208-211.
- [2] 王青霞, 余佳浩, 张连富. 8 种薏苡仁油的化学成分分析[J]. 中国油脂, 2018, 43(8): 63-67+75.
WANG Q X, YU J H, ZHANG L F. Chemical composition analysis of eight kinds of Coix seed oil[J]. China Oils and Fats, 2018, 43(8): 63-67+75.
- [3] 田洪星, 郑晓霞, 胡蝶, 等. 薏苡仁的化学成分及质量控制研究进展[J]. 贵州农业科学, 2017, 45(7): 82-87.
TIAN H X, ZHENG X X, HU D, et al. Research progress on chemical composition and quality control of Coix seed[J]. Guizhou Agricultural Science, 2017, 45(7): 82-87.
- [4] 张艳, 蔡秉洋, 肖永华. 降脂降糖好粮食——高粱、薏苡仁[J]. 中医健康养生, 2019, 5(12): 56-58.
ZHANG Y, CAI B Y, XIAO Y H. A good grain valley for lowering lipids and blood sugar——Sorghum and Coix seed[J]. Chinese Medicine Health, 2019, 5(12): 56-58.
- [5] 伍明江, 敖静, 周敏. 薏苡仁酯提取工艺优化及其滴丸的制备[J]. 中国医药导报, 2016, 13(30): 29-32.
WU M J, AO J, ZHOU M. Optimization of the extraction process of coix seed ester and preparation of dripping pills[J]. China Medical Herald, 2016, 13(30): 29-32.
- [6] 巩晓杰, 孟宪生, 包永睿, 等. 薏苡仁中酯类化学物质组提取工艺研究[J]. 中国医药导报, 2010, 7(33): 15-16+18.
GONG X J, MENG X S, BAO Y R, et al. Study on the extraction process of ester chemical substances in Coix seed[J]. China Medical Herald, 2010, 7(33): 15-16+18.
- [7] 罗云云, 杜伟锋, 应泽茜, 等. 响应面法协同正交试验设计优化薏苡仁多糖提取工艺研究[J]. 中华中医药杂志, 2019, 34(10): 4847-4851.
LUO Y Y, DU W F, YING Z Q, et al. Study on optimization of the extraction process of Coix seed polysaccharide by response surface methodology synergistic orthogonal experimental design[J]. Zhonghua Journal of Traditional Chinese Medicine, 2019, 34(10): 4847-4851.
- [8] 张洋婷, 马洪波, 宋春梅, 等. 薏苡仁多糖的提取及其对油脂的抗氧化作用研究[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(18): 58-61.
ZHANG Y T, MA H B, SONG C M, et al. Extraction of Coix Seed polysaccharide and its antioxidant effect on oils and fats[J]. Food Research and Development, 2015, 36(18): 58-61.
- [9] 刘想. 薏苡仁多糖的提取、纯化及多糖咀嚼片的研究[D]. 吉林农业大学, 2017.
LIU X. Extraction and purification of Coix seed polysaccharide and study on polysaccharide chewable tablets[D]. Jilin

- Agricultural University, 2017.
- [10] 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.
 LI Z. Ultrasonic extraction of total flavonoids from Coix Seed and its antioxidant activity[J]. Journal of Sichuan Institute of Technology(Natural Science Edition), 2019, 32(1): 16-23.
- [11] 武皓, 巩丽丽, 杨勇, 等. 薏苡仁水溶性蛋白提取工艺的优化[J]. 中药材, 2015, 38(2): 376-380.
 WU H, GONG L L, YANG Y, et al. Optimization of the extraction process of water-soluble protein from Coix seed[J]. Chinese Materia Medica, 2015, 38(2): 376-380.
- [12] 杜晓旭. 薏苡仁糖蛋白的分离纯化、结构表征及其体外抗氧化研究[D]. 陕西师范大学, 2013.
 DU X X. Isolation, purification, structural characterization and antioxidant study of Coix seed glycoprotein[D]. Shaanxi Normal University, 2013.
- [13] 吕鹏. 薏苡仁蛋白的提取及其功能的研究[D]. 山西大学, 2011.
 LV P. Study on the extraction of Coix seed protein and its function[D]. Shanxi University, 2011.
- [14] 刘帅, 高丽莉, 潘丹阳, 等. 微波辅助提取薏苡仁油工艺优化[J]. 食品工业科技, 2019, 40(8): 145-150+157.
 LIU S, GAO L L, PAN D Y, et al. Optimization of microwave-assisted extraction of Coix seed oil[J]. Food Industry Science and Technology, 2019, 40(8): 145-150+157.
- [15] 殷敏侠. 薏苡仁糠油提取及对A549和RD细胞体外抗肿瘤作用研究[D]. 江南大学, 2018.
 YIN M X. Extraction of coix seed bran oil and its antitumor effect on A549 and RD cells in vitro[D]. Jiangnan University, 2018.
- [16] 张静美, 施蕊, 夏菁, 等. 低热河谷区薏苡仁油的提取及对癌细胞的抑制研究[J]. 西部林业科学, 2017, 46(5): 113-118.
 ZHANG J M, SHI R, XIA J, et al. Study on the extraction of Coix seed oil from low-heat valley area and its inhibition on cancer cells[J]. Western Forestry Science, 2017, 46(5): 113-118.
- [17] 薛雅茹, 操然, 卢旭, 等. 响应面法优化超声波辅助提取薏苡仁低聚糖工艺的研究[J]. 热带作物学报, 2017, 38(3): 565-571.
 XUE Y R, CAO R, LU X, et al. Optimization of ultrasonic-assisted extraction of oligosaccharides from Coix seed by response surface methodology[J]. Journal of Tropical Crops, 2017, 38(3): 565-571.
- [18] 尹婧, 寇芳, 康丽君, 等. 响应面法优化超声-微波协同提取薏苡仁淀粉工艺参数[J]. 食品工业科技, 2016, 37(14): 244-249+256.
 YIN J, KOU F, KANG L J, et al. Optimization of ultrasonic-microwave synergistic extraction process parameters of coix seed starch by response surface methodology[J]. Food Industry Science and Technology, 2016, 37(14): 244-249+256.
- [19] 李志, 冯佳佳, 徐俐. 薏苡仁中三萜化合物的提取工艺研究[J]. 食品工业, 2016, 37(8): 28-32.
 LI Z, FENG J J, XU L. Study on the extraction process of triterpenoids from Coix seed[J]. Food Industry, 2016, 37(8): 28-32.
- [20] 唐翠萍, 吴阳, 周寒静, 等. 康莱特注射液联合紫杉醇对人乳腺癌细胞的化疗增效作用[J]. 重庆医学, 2016, 45(24): 3336-3339.
 TANG C P, WU Y, ZHOU H J, et al. Chemotherapy synergistic effect of Kanglaite injection combined with paclitaxel on human breast cancer cells[J]. Chongqing Medicine, 2016, 45(24): 3336-3339.
- [21] 汪霄. 康莱特对晚期乳腺癌患者血清 miRNA-21 的影响研究[J]. 中国现代医生, 2016, 54(3): 70-72.
 WANG X. Study on the effect of Kanglaite on serum miRNA-21 in patients with advanced breast cancer[J]. China Modern Doctor, 2016, 54(3): 70-72.
- [22] HSIA S M. Adlay testa (Coix lachryma-jobi L. var. Ma-yuen Stapf.) ethanolic extract and its active components exert anti-proliferative effects on endometrial cancer cells via cell cycle arrest[J]. Molecules, 2021, 26.
- [23] 张明发, 沈雅琴. 薏苡仁的生殖系统和抗性器官肿瘤药理作用研究进展[J]. 现代药物与临床, 2012, 27(3): 309-312.
 ZHANG M F, SHEN Y Q. Research progress on the pharmacological effects of Coix seed on reproductive system and resistant organ tumors[J]. Modern Medicine and Clinic, 2012, 27(3): 309-312.
- [24] 张静美, 施蕊, 夏菁, 等. 低热河谷区薏苡仁油的提取及对癌细胞的抑制研究[J]. 西部林业科学, 2017, 46(5): 113-118.
 ZHANG J M, SHI R, XIA J, et al. Study on the extraction of Coix seed oil from low-heat valley area and its inhibition on cancer cells[J]. Western Forestry Science, 2017, 46(5): 113-118.
- [25] 赵晴晴, 卞方, 王水英, 等. 康莱特注射液联合化疗对晚期肺癌患者癌痛症状, 免疫功能及短期疗效的影响[J]. 辽宁中医杂志, 2020(10): 5.
 ZHAO Q Q, BIAN F, WANG S Y, et al. Effects of Kanglaite injection combined with chemotherapy on cancer pain symptoms, immune function and short-term efficacy in patients with advanced lung cancer[J]. Liaoning Journal of Traditional Chinese Medicine, 2020(10): 5.
- [26] 孟祥云, 郭树明, 杨丽霞. 中药植物多糖对 2 型糖尿病胰岛素抵抗的作用机制研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(8): 6.
 MENG X Y, GUO S M, YANG L X. Research progress on the mechanism of action of traditional Chinese medicine plant polysaccharides on insulin resistance in type 2 diabetes[J]. Chinese Journal of Experimental Formulas, 2017, 23(8): 6.
- [27] 张云霞, 张丽微, 孙晶波. 薏苡仁醇提物的降糖作用研究[J]. 中国中医药杂志, 2007, 5(8): 65-66.
 ZHANG Y X, ZHANG L W, SUN J B. Study on the hypoglycemic effect of alcohol extract of Coix seed[J]. China Journal of Traditional Chinese Medicine, 2007, 5(8): 65-66.
- [28] 毕天琛, 杨国宁, 马海春. 中药薏苡仁化学成分及药理活性研究进展[J]. 海峡药学, 2019, 31(11): 52-56.
 BI T C, YANG G N, MA H C. Research progress on chemical constituents and pharmacological activities of Coix Seed[J]. Strait Pharmacy, 2019, 31(11): 52-56.
- [29] YANG R S, LU Y H, CHIANG W, et al. Osteoporosis prevention by Adlay (Yi Yi: the seeds of Coix Lachryma-Jobi L. var. ma-yuen Stapf) in a mouse model[J]. J Tradit Complement Med, 2013, 3(2): 134-138. ☞