

酸枣及其有效活性成分的药理作用综述

杜军霞^{1,2}, 刘华梁^{1,2}, 王僧虎^{1,2}, 李建娜^{1,2}, 田艳玲¹

(1. 邢台学院, 河北邢台 054000; 2. 河北省“邢枣仁”利用技术创新中心, 河北邢台 054000)

摘要 对酸枣的相关文献进行查阅, 通过对已有的研究进行归纳和梳理, 了解目前对酸枣成分的研究深度以及提取技术, 横向对比分析各种提取技术的特点, 同时对酸枣所含有效活性成分的药理作用进行总结, 以期对酸枣的进一步研究和食品、医用领域的开发应用提供参考。结果表明, 酸枣的各种活性成分的提取方法不断改进, 酶法越来越受欢迎, 其提取条件温和, 提取率高。每种成分的药理作用也渐渐清晰, 部分成分的作用机制也被确定, 可以提取其某些成分应用于临床研究, 减少酸枣资源的浪费, 增加酸枣的利用率。

关键词 酸枣; 活性成分; 提取技术; 药理作用

中图分类号 R 285 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)19-0007-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.19.003

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Pharmacological Effects of *Ziziphus jujube* var. *spinosa* and its Active Components

DU Jun-xia^{1,2}, LIU Hua-liang^{1,2}, WANG Seng-hu^{1,2} et al (1. Xingtai College, Xingtai, Hebei 054000; 2. Hebei “Xing Zaoren” Utilization Technology Innovation Center, Xingtai, Hebei 054000)

Abstract The related literature of *Ziziphus jujube* var. *spinosa* was reviewed. Through summarizing and combing the existing studies, the current research depth and extraction technology of *Ziziphus jujube* var. *spinosa* were understood. The characteristics of various extraction technologies were analyzed and compared horizontally, and the pharmacological effects of the active components in *Ziziphus jujube* var. *spinosa* were summarized, in order to provide reference for further research and development of *Ziziphus jujube* var. *spinosa* in food and medical fields. The results showed that the extraction methods of various active components in *Ziziphus jujube* var. *spinosa* were continuously improved, and the enzyme method was more and more popular. The extraction conditions were mild and the extraction rate was high. The pharmacological effects of each component gradually became clear, and the action mechanisms of some components were also determined, so that some components could be extracted and applied to clinical research, to reduce the waste of *Ziziphus jujube* var. *spinosa* resources and increase the utilization rate of *Ziziphus jujube* var. *spinosa*.

Key words *Ziziphus jujube* var. *spinosa*; Active ingredient; Extraction technology; Pharmacological action

酸枣树一般生长在山地, 对贫瘠、少水的环境有较强的适应能力, 可以适应干旱、寒冷等气候, 是我国北方地区的优势野生果树和重要的药用植物^[1]。目前酸枣盛产于太行山脉, 近年来邢台地区对酸枣产业进行了有效的保护和开发, 建立了酸枣产业基地, 有效促进了酸枣产业的发展。酸枣果实的种子被称为酸枣仁, 科学研究表明, 酸枣仁具有很高的医学价值, 尤其在心血管疾病、抗抑郁、焦虑症、神经衰弱等方面起着很大的作用^[2]。酸枣叶对于失眠的疗效相对较差, 但其抗氧化性极高, 多被用来制茶。同时, 酸枣果肉可食, 因其口感微酸, 风味独特, 被广泛用来制作酸枣汁、酸枣面、酸枣果酒等食品。酸枣中含有多种具有保健功能的有效化学成分, 并且在酸枣不同生长期呈现的含量也有所不同^[3]。该研究综述了酸枣仁、酸枣叶、酸枣果肉、果皮等的有效活性成分的提取技术以及药理作用, 为更好地开发利用酸枣资源提供了理论支持, 有利于扩大酸枣的食品、药品应用市场。

1 酸枣的化学成分及提取技术

酸枣仁作为酸枣的主要药用部位, 开发程度最高, 因而其利用也最为广泛。研究表明, 酸枣仁中含有多种有效活性成分, 其中包括黄酮类、皂苷类、脂肪酸、生物碱以及其他生物物质等 120 多种成分^[4]。

酸枣叶为酸枣资源的副产品同样具有很高的药用价值, 国内外学者目前已从中检测到 32 种化合物^[5], 主要是黄酮类化合物、皂苷类化合物和一些氨基酸、核苷等生物营养物质。

酸枣果肉中含有三萜类物质、有机酸、维生素以及可溶性糖等多种营养物质, 其中熊果酸和齐墩果酸为三萜类化合物的主要物质^[1]。

1.1 黄酮类化合物 国内外学者早在 20 世纪就对酸枣仁展开了研究, 酸枣仁中含有的黄酮类化合物大多是被称为斯皮诺素的一种化学物质, 它是国外学者 Woo 等在 1979 年从酸枣仁的甲醇提取液中首次分离得到的, 斯皮诺素有一定的安神功效和微弱的毒性。科学家相继在酸枣仁中提取出了 3 种酰基化黄酮苷和当药素, 1987 年, 国内学者曾路等从酸枣仁甲醇提取液中分离鉴定得到一种新的黄酮化合物, 将其命名为酸枣黄素^[6]。随着国内外学者的研究深入, 异斯皮诺素、葛根素、斯皮诺素鼠李糖苷、异当药黄素和槲皮素等一些黄酮单体不断被发现, 在很大程度上促进了黄酮类活性物质的研究。

20 世纪 70 年代中后期, 苏联科学家首次分离鉴定出酸枣叶中的芦丁成分, 含量是 1.5%~1.6%^[5], 并提出将酸枣副产品酸枣叶作为提取芦丁的主要原材料的想法。

随着科学技术的推广和进步, 黄酮类化合物的提取方法也不断被优化, 李小梅等^[7]用乙醇回流法分别测定了酸枣仁、酸枣叶、酸枣果肉、酸枣果皮中总黄酮含量, 此方法重复性好、精确度高, 更重要的是该方法黄酮提取率大大高于其他提取方法; 但是, 这种方法也存在不足之处, 一是需要较多

基金项目 河北省重点研发计划项目(19226348D); 河北省高等学校科学技术研究项目(QN2020519); 邢台市科技局自筹项目(2019ZC321); 邢台学院校级重点项目(XTXYZD006)。

作者简介 杜军霞(1985—), 女, 河北邢台人, 副教授, 博士, 从事天然药物资源开发研究。

收稿日期 2021-11-03

乙醇试剂,二是对试剂的纯度和提取温度要求较高。陈巍等^[8]采用的纤维素酶法提取酸枣仁总黄酮,反应条件温和,并且此方法过程中细胞壁先被疏松,而后破坏细胞组织,以此达到高效提取黄酮的目的,该方法具有零污染、低耗能以及时间短的特点。另外,该方法还适用于提取黄酮含量较少的植物,可将此方法用于提取酸枣果肉中的黄酮成分。

1.2 皂苷类化合物 20 世纪 80 年代末,日本科学家 Otsuka 等确认了皂苷 A 的结构式,发现其为达玛烷型三萜皂苷化合物^[9]。随着研究的逐渐深入,酸枣中皂苷 B、皂苷阿魏酸相继被发现,王建忠等^[10]采用正、反相硅胶柱色谱分离纯化,并加以化学和波谱分析结合分离鉴定出了酸枣仁中 1 个新的酮基达玛烷型四环三萜和皂苷 A、酸枣素、白桦脂酸 3 个已知化合物,并将新化合物命名为酸枣仁皂苷 H。

综合目前研究发现,皂苷类化合物的提取方法有超声工艺提取、乙醇回流法、微波提取法、酶法、紫外分光光度法和高效液相色谱法等,其中张巾英^[11]对酸枣仁皂苷的酶法提取工艺进行了研究,结果表明最佳提取工艺条件为:酶解温度 40 ℃,初始酶解液 pH 4.5,纤维素酶与果胶酶的用量均为 30 U/g 生药,酶解时间 5 h。其皂苷提取率明显高于已有的醇提、水提、半仿提 3 种提取工艺的最佳提取工艺条件下的提取率。另外,酶法对提取温度要求最低,提取过程安全高效。

1.3 生物碱 胡彦周等^[12]对酸枣仁生物碱进行提取,对提取物进行反相色谱柱分析和混合色谱柱分析,然后进行色谱和质谱分析,再运用 Mass Works 分子识别软件,最后得到酸枣仁碱 K、山矾碱、N-甲基巴婆碱、木兰花碱、木兰花碱 F 和酸枣仁碱 A。为后续对中药材中的生物活性成分的筛查提供了科学、可靠的方法。酸枣仁中生物碱含量小、毒性低,提取方法有紫外分光光度法、乙醇回流法等,为研究生物碱的药理作用提供了前提。

1.4 三萜类化合物 王向红等^[13]通过反相高效液相色谱法测定出酸枣果肉中含有齐墩果酸和熊果酸,而酸枣仁中几乎不含,该方法操作快速,结果准确,并且试验中采用磷酸调节液相的 pH,很好地分离了墩果酸与熊果酸这对差向异构体。酸枣中齐墩果酸和熊果酸远高于其他枣类且主要存在于果肉中。

1.5 有机酸 酸枣叶中维生素 C 的含量远远高于其他常见水果,在于玲等^[14]的测定试验中,对紫外分光光度法、荧光法和高效液相色谱法 3 种测定方法进行了对比,结果显示,高效液相色谱法的精密度更高,并且具有准确性高和操作简单的优点。对全国不同产地的酸枣仁进行了维生素 C 含量的测定,结果表明,河北内丘地带生产的酸枣仁维生素 C 含量最高,为 24.1 mg/100 g。朱广龙等^[15]研究发现,随着干旱的时间延长,酸枣叶中的维生素 C 的含量呈现逐渐升高趋势,最高可达 813.10 mg/100 g,酸枣野生于贫瘠的山地,酸枣叶中富含的维生素 C 可以有效缓解由于干旱氧化带来的损伤。

1.6 氨基酸和核苷类化合物 酸枣果肉、酸枣叶中含有多种核苷类和氨基酸类,张颖等^[16]通过试验研究发现自然晒

干样品和 40 ℃ 热风干燥样品品质更优质。试验结果为酸枣叶的干燥加工提供了高效的科学依据,有利于对酸枣叶、果肉中核苷类和氨基酸类成分进行合理地开发利用。

1.7 其他 酸枣中矿物质、多糖、膳食纤维的含量也非常丰富,有很高的食用价值。

酸枣仁和酸枣根均含有多种金属元素,其中酸枣根中铁和铜的含量远远超过酸枣仁,金属锰的含量少于酸枣仁^[-17]。另外,酸枣根中含有大量的镅,与酸枣仁明显不同,关于镅对人体的作用有待进一步的研究。董顺福等^[18]的研究结果显示,酸枣仁中镁、铬、镍、铜、锌、锰 6 种金属元素含量显著高于其他中药材。另外火焰原子吸收分光光度法更适合于酸枣中金属元素的测定,不仅精确度高、重现性好,而且还可以满足大多数中药材微量元素检测的需求。

酸枣中的多糖对人体有很高的保健作用,张璐^[19]以酸枣果肉为试验原材料从中提取酸枣多糖,采用单因素试验和正交试验优化提取工艺,结果显示:料液比 1:20(g:mL),提取温度 100 ℃,提取时间 2 h,提取 2 次,在此工艺条件下多糖提取率最佳,为(0.951±0.028)%,此结果为酸枣有效的开发利用提供了科学依参考。

酸枣果肉中含有丰富的膳食纤维,张严磊等^[20]通过碱解醇沉的方法从酸枣果肉中提取水溶性膳食纤维,加以单因素试验和正交试验优化分析研究水溶性膳食纤维的提取率,此方法对酸枣果肉中膳食纤维的提取率较高。

综上所述,可将酸枣叶、酸枣果肉中膳食纤维、矿物质、多糖提取后添加于功能性保健食品或者用于医疗,充分研究并利用酸枣的副产品中的营养成分,可有效提升酸枣资源的利用率,大幅提高酸枣的食用和药用价值。

2 酸枣的药理作用

2.1 保护神经系统

2.1.1 促进睡眠。 研究显示,酸枣中黄酮、皂苷、多糖等有效活性成分在促进睡眠方面均起到很好的作用。张婷等^[21]将酸枣提取液通过连续喂食或者注射的方式使小鼠吸收后,小鼠的活动表现能力大幅下降,出现行动迟缓、活动次数少以及嗜睡等现象。酸枣仁甲醇提取物可有效抑制 N-甲基-D-天冬氨酸通过直接或间接作用对神经细胞的损伤^[22]。有研究显示^[-23],酸枣仁皂苷 A 在促进睡眠方面类似于褪黑素的作用机制,可通过影响 γ -氨基丁酸受体亚基 mRNA 的表达和肠黏膜系统中相关炎症细胞因子的分泌,两方面调节大脑神经系统中的细胞因子网络,从而缩短入睡时间。另外酸枣仁皂苷 A 不仅可以调节细胞内的 Ca^{2+} 浓度,而且可以结合 $\text{Ca}^{2+}/\text{CaM}$ 以此抑制细胞内谷氨酸的增加,两方面都有保护神经中枢的效果^[24],酸枣中的化学物质通过抑制神经突触,从而降低中枢神经的反应,影响睡眠状态,其作用过程温和,对神经系统刺激微弱,在促进睡眠过程中不伤害神经系统。针对酸枣仁的这个功效,科研工作者将其开发应用在医学治疗方面,通过口服及其他方式,改善病人的失眠、烦躁等症状。基于酸枣仁催眠效果这一功能研究发现,其在一定程度上还有减轻疼痛的功效^[25]。

2.1.2 镇静作用。研究显示,将酸枣仁提取液注射于小鼠腹腔后,可有效对抗戊四氮造成的阵挛性惊厥作用,并延长了惊厥的潜伏期及死亡时间。毛昆等^[26]在研究酸枣仁镇静效果试验中,将酸枣仁加用于常规的元胡止痛方,选取 51 例 ICU 患者为研究对象,随机分为两组,一组用常规的西药静脉注射,另一组在此常规基础上加用元胡止痛方加酸枣仁,将两组进行对比分析,在 8 h 后,两组具有明显差异,加用元胡止痛方加酸枣仁的患者的住院时间和用药剂量均明显少于常规的西药静脉注射患者。此结果对于 ICU 患者在临床具有可观的镇静效果,值得推广应用。

2.1.3 抗抑郁。酸枣中含有的总生物碱、皂苷和黄酮成分都抗抑郁的作用。总生物碱可以抑制利血平导致的小鼠体温的下降^[27],而且,强迫游泳和悬尾试验显示,在抗抑郁方面,生物碱的效果强于酸枣仁原药和酸枣仁多糖^[28],酸枣仁汤可有效增加抑郁模型大鼠海马 β -catenin 的表达,以此来加速神经干细胞分化为感觉神经元,从而起到抗抑郁的作用,并且抗抑郁作用机制是通过调节免疫系统功能和促进神经元生存,抑制海马神经元细胞凋亡^[29]。由酸枣仁皂苷中分离出来 2 种类型皂苷,证实其对中枢神经系统海马组织诱发兴奋有一定的抑制作用,酸枣仁可通过影响单胺神经递质、炎症细胞因子和神经营养因子等多个途径缓解神经抑郁^[30]。酸枣中含有的有效生物活性成分对神经系统的作用调节优于西药,西药作用对神经刺激较大,存在很多未知毒副作用,然而酸枣中的成分是通过温和调节神经细胞来改善抑郁状态,对人体无其他副作用。

2.2 保护肠胃功能

2.2.1 调节肠道菌群。肠道的微生物群影响着人体的消化吸收,进而影响人体的健康。植物多糖很难被人体自身所含的酶消化,所以需要肠道微生物来降解。酸枣仁中提取的多糖物质为酸枣仁多糖,酸枣仁多糖在结构上是多种多样的生物大分子,具有多种生物活性,可通过增加肠道内有益菌的数量来调节肠道菌群,提升肠胃消化吸收功能,从而影响一些物质的消化吸收,改善人体因消化吸收导致的亚健康。有研究显示酸枣仁汤可调节肠道菌群,从而缓解因睡眠不足对肝的损伤^[31]。刘莹等^[32]研究表明,食用酸枣仁多糖的小鼠肠道菌群培养上清液能调节 Caco-2 细胞中的蛋白表达,降低 P-糖蛋白和多药耐药相关蛋白 2 的表达水平,进而有效增加黄酮类物质在体内的吸收率,为肠道有益菌的生长提供优质环境,但究竟是酸枣仁多糖直接作为介质影响肠道菌群,还是其降解产物间接作用的结果还有待研究。

2.2.2 预防结肠癌。高红色肉类、高饱和脂肪、低果蔬的饮食与结肠癌的发生有关。慢性炎症是结肠癌发生的重要过程,慢性炎症和消化道出血均与结肠癌相关,可导致贫血,其特征是红细胞和血红蛋白减少,在结肠微环境中,慢性炎症对细胞的增殖、迁移以及血管的生成有加速作用,从而促进肿瘤的生长和发展。食用酸枣可增加直肠中促凋亡蛋白和抗凋亡蛋白的表达,二者表达的差异会有效促进结肠癌细胞的死亡^[33],从而达到预防和缓解结肠癌的效果。此作用在

功能性食品和临床研究方面均有很高的价值。

2.3 提高免疫力 酸枣中有效活性成分可促进淋巴系统的免疫功能,增强淋巴细胞的活力。研究结果显示^[34],酸枣仁多糖可起到抗炎和调节免疫的生物活性的作用,酸枣仁多糖可促进 RAW264.7 细胞增殖,增加其活性,从而提高人体免疫力。耿欣等^[35]研究表明,用 0.1 g/kg 的酸枣仁多糖喂食小鼠,连续喂食两周之后,小鼠体内的细胞免疫能力大为提高,体液免疫能力也有所提升。除此之外,此研究还发现给小鼠喂食酸枣仁可以在一定程度上减轻小鼠的放射性损伤。酸枣仁的乙醇提取工艺方法较为完善,将提取物注射进小鼠体内作用后,小鼠的抗体溶血素以及淋巴细胞转化率均有一定程度的提升。综上研究表明,将酸枣投喂给小白鼠一段时间,小鼠的免疫力提高,有效降低了常见鼠类疾病的发病率。

2.4 保护肝脏 肝脏是人体的排毒器官,对人体健康有着重要作用。目前已有研究显示,酸枣仁提取物可有效抑制人体内肝癌细胞的生长,其中酸枣仁氯仿提取物的作用效果最佳^[36]。Bai 等^[37]用酸枣叶的乙醇提取物作用于小鼠,结果表明,乙醇提取物对于 CCl₄ 引起的肝损伤有一定的改善作用,不仅有效抑制血清转氨酶的增加,而且减少了丙二醛(MDA)含量,恢复了肝脏器官中超氧化物歧化酶和谷胱甘肽过氧化酶的活性,酸枣叶乙醇提取物表现出了很好的护肝功效,为酸枣保健产品的开发提供了科学的新方向。

2.5 抗氧化、抗衰老 黄酮类物质可有效清除自由基从而起到抗衰老的作用,逐渐成为人们日常所需的营养类物质。研究显示,酸枣叶黄酮对抗秀丽隐杆线虫热应激反应和 H₂O₂ 氧化应激反应都体现出很好的抗性,对秀丽隐杆线虫由于氧化作用导致体内 GSH-Px 酶和 SOD 酶的活力降低有显著的抑制作用,对于氧化损伤有很好的缓解效果^[38]。另外将酸枣叶中黄酮成分胃灌于小鼠体内后,其体内酶活性和总蛋白浓度均有显著提高^[39],酸枣叶黄酮表现出清除自由基、提高机体免疫、增加抗氧化物酶一类物质的合成等功能。

2.6 抑菌作用 Hassan 等^[40]研究显示,将 15 %酸枣叶粉添加于饲料中,可有效抑制饲料中黄曲霉毒素的产生。Damiano 等^[41]通过以活性为导向的色谱分离方法,猜测酸枣叶抑菌的重要有效活性成分可能是羽扇豆烷型三萜皂苷,酸枣叶的水提取物可显著抑制引起人体龋齿的真菌。酸枣果的三萜皂苷对于金黄色葡萄球菌、肺炎链球菌、枯草芽孢杆菌等多个常见致病菌均有较强的抑制作用和灭活作用^[42],此作用可用于抗真菌感染的临床治疗,且植物提取物见效快,无副作用,值得进一步开发利用。

2.7 其他作用 酸枣果肉可有效改善动脉粥样硬化^[2],酸枣仁总皂苷可在一定程度上改善心肌细胞形态,增加其生命活力,进而起到保护心肌细胞的作用^[43]。酸枣中的可溶性葡聚糖能促进角质形成细胞的活力和迁移,进而加速受损皮肤的再生速度,促进伤口的愈合^[44]。

3 展望

酸枣的多个部位富含对机体有保健功能的有效活性成分,并且具有较高的药用价值,无论是酸枣的加工食品,还是

将其活性成分应用于医疗,都有很高的利用价值。随着研究的深入,提取方法不断改进,酶法因提取条件温和、提取率高而越来越受欢迎。酸枣各部位所含成分逐渐被发现,每种成分的药理作用也渐渐清晰,甚至明确了其作用机制,可以提取其有效成分应用于临床研究,减少酸枣资源的浪费,增加酸枣的利用率。随着科技的进步,越来越多的保健知识被人们了解,人类越发在意食物的营养价值及其保健功能,酸枣在医用和食品方面均有很好的开发应用前景,酸枣产业将会有更广阔的发展。

参考文献

- [1] 杨冲,李宪松,刘孟军.酸枣的营养成分及开发利用研究进展[J].北方园艺,2017(5):184-188.
- [2] 韩鹏,李冀,胡晓阳,等.酸枣仁的化学成分、药理作用及临床应用研究进展[J].中医药学报,2021,49(2):110-114.
- [3] 张颖,郭盛,朱邵晴,等.不同生长期酸枣叶中多类型资源性化学成分积累变化与分析评价[J].中国现代中药,2016,18(7):851-856,865.
- [4] 李小梅,叶群丽,韦婷.野生酸枣化学成分含量的研究进展[J].中医药学报,2018,46(6):123-126.
- [5] 闫艳,付彩,杜晨晖.酸枣叶的营养成分、保健功能及产品开发研究进展[J].食品工业科技,2018,39(20):330-336,342.
- [6] 张婷,张岩,王文彤,等.酸枣仁中黄酮成分及其药理作用研究进展[J].天津药学,2018,30(1):69-74.
- [7] 李小梅,杨冬雪,李忠琴.乙醇回流法提取野生酸枣黄酮工艺研究[J].山东化工,2020,49(2):48-50.
- [8] 陈巍,秦凤贤,姜云瑶,等.纤维素酶法提取酸枣仁总黄酮工艺的研究[J].粮食与油脂,2018,31(8):87-91.
- [9] 祝雯丽,邵红艳.酸枣皂苷 A 的药理学研究进展[J].安徽医药,2017,21(5):799-802.
- [10] 王建忠,陈小兵,叶利明.酸枣仁化学成分研究[J].中草药,2009,40(10):1534-1536.
- [11] 张中英.酶法提取酸枣仁皂苷研究[D].天津:天津商业大学,2008.
- [12] 胡彦涛,丁珂,韩涛,等.酸枣仁微量生物碱成分的筛查方法研究[J].天然产物研究与开发,2017,29(7):1165-1170.
- [13] 王向红,崔同,齐小菊,等.HPLC 法测定不同品种枣及酸枣中的齐墩果酸和熊果酸[J].食品科学,2002,23(6):137-138.
- [14] 于玲,董丽丽.三种方法测定不同产区酸枣仁中 VC 含量的研究[J].甘肃科学学报,2015,27(5):66-69.
- [15] 朱广龙,韩蕾,陈婧,等.酸枣生理生化特性对干旱胁迫的响应[J].中国野生植物资源,2013,32(1):33-37,44.
- [16] 张颖,郭盛,朱邵晴,等.不同干燥方法对酸枣叶中核昔类、氨基酸类及黄酮类成分的影响[J].食品工业科技,2016,37(9):296-303.
- [17] 于雁灵,汪学昭,王运革.酸枣根与酸枣仁中部分微量元素的比较研究[J].广东微量元素科学,1999,6(12):50-52.
- [18] 董顺福,韩丽琴,赵文秀,等.火焰原子吸收分光光度法测定酸枣仁中金属元素的含量[J].安徽农业科学,2009,37(20):9328-9329.
- [19] 张璐.酸枣果肉多糖的提取优化及抗氧化活性研究[J].中国酿造,2015,34(8):92-96.
- [20] 张平磊,冯亮,刘妍如,等.碱醇沉淀法从酸枣果肉中提取水溶性膳食纤维的工艺研究[J].北方园艺,2015(22):134-136.
- [21] 张婷,郭怀满,胡丹东,等.滇枣仁与酸枣仁的药理作用研究进展对比[J].首都食品与医药,2016,23(10):23-24.
- [22] 马进杰,刘萍,马百平.酸枣仁化学成分及其镇静催眠作用研究进展[J].国际药学研究杂志,2011,38(3):206-211.
- [23] WANG X X, MA G J, XIE J B, et al. Influence of JuA in evoking communication changes between the small intestines and brain tissues of rats and the GABA_A and GABA_B receptor transcription levels of hippocampal neurons[J]. Journal of ethnopharmacology, 2015, 159: 215-223.
- [24] SHOU C H, WANG J, ZHENG X X, et al. Inhibitory effect of jujuboside A on penicillin sodium induced hyperactivity in rat hippocampal CA1 area in vitro[J]. Acta pharmacologica sinica, 2001, 22(11): 986-990.
- [25] 董明兴.酸枣仁止痒、止痛的应用[J].江西中医药,1994,25(4):62.
- [26] 毛昆,肖兴中,雷扬,等.元胡止痛方加酸枣仁用于 ICU 镇痛镇静的临床研究[J].当代医学,2020,26(10):162-163.
- [27] 朱铁梁,胡占嵩,李璐,等.酸枣仁总生物碱抗抑郁作用的实验研究[J].武警医学院学报,2009,18(5):420-422,425.
- [28] 张丹丹,李亚妮,王金龙,等.酸枣仁中有效成分抗抑郁作用的实验研究[J].山西中医学院学报,2013,14(5):16-18.
- [29] 田旭升,李欣,王琰,等.酸枣仁汤对抑郁模型大鼠海马 β -catenin 表达影响的实验研究[J].中医药信息,2017,34(1):52-54.
- [30] 左军,王海鹏,柴剑波,等.酸枣仁抗抑郁作用现代药理研究进展[J].辽宁中医药大学学报,2017,19(7):179-181.
- [31] 任晓宇,李廷利.酸枣仁汤对慢性睡眠剥夺小鼠肝功能和特定肠道菌的影响[J].药物评价研究,2020,43(2):226-231.
- [32] 刘莹,解军波,张彦青.食用酸枣仁多糖的小鼠肠道菌群培养上清液对 Caco-2 细胞吸收相关蛋白表达的影响[J].食品工业科技,2020,41(13):302-306,314.
- [33] PERIASAMY S, WU W H, CHIEN S P, et al. Dietary *Ziziphus jujuba* fruit attenuates colitis-associated tumorigenesis: A pivotal role of the NF- κ B/IL-6/JAK1/STAT3 pathway[J]. Nutrition and cancer, 2020, 72(1):120-132.
- [34] 林婷婷.酸枣仁多糖的提取制备与免疫调节活性研究[D].天津:天津商业大学,2018:32-36.
- [35] 耿欣,李廷利.酸枣仁主要化学成分及药理作用研究进展[J].中医药学报,2016,44(5):84-86.
- [36] HUANG X D, KOJIMA-YUASA A, NORIKURA T, et al. Mechanism of the anti-cancer activity of *Ziziphus jujuba* in HepG2 cells[J]. The American journal of Chinese medicine, 2007, 35(3):517-532.
- [37] BAI L, CUI X Q, CHENG N, et al. Hepatoprotective standardized EtOH-water extract of the leaves of *Ziziphus jujuba* [J]. Food & function, 2017, 8(2):816-822.
- [38] 孙艳,崔旭盛,刘静,等.酸枣叶黄酮的提取工艺优化及其抗秀丽隐杆线虫氧化损伤活性[J].食品工业科技,2020,41(8):143-150.
- [39] 叶嘉,张浩,杨明建,等.酸枣叶总黄酮对小鼠体内抗氧化能力的影响[J].湖北农业科学,2019,58(10):125-128,178.
- [40] HASSAN S M, SULTANA B, IQBAL M, et al. Anti-aflatoxigenic activity of *Punica granatum* and *Ziziphus jujuba* leaves against *Aspergillus parasiticus* inoculated poultry feed: Effect of storage conditions[J]. Biocatalysis & agricultural biotechnology, 2017, 10:104-112.
- [41] DAMIANO S, FORINO M, DE A, et al. Antioxidant and antibiofilm activities of secondary metabolites from *Ziziphus jujuba* leaves used for infusion preparation[J]. Food chemistry, 2017, 230:24-29.
- [42] 孙延芳,梁宗锁,刘政,等.酸枣果三萜皂苷抑菌和抗氧化活性的研究[J].食品工业科技,2012,33(6):139-142.
- [43] 黄宜生,贾钰华.酸枣仁总皂苷对过氧化氢损伤心肌细胞的保护作用及机制研究[J].中药新药与临床药理,2013,24(2):135-139.
- [44] FAZIO A, LA TORRE C, CAROLEO M C, et al. Isolation and purification of glucans from an Italian cultivar of *Ziziphus jujuba* Mill. and in vitro effect on skin repair[J]. Molecules, 2020, 25(4):1-16.

(上接第6页)

- [42] 陈宝玉,王洪君,滕轶〇,等.保水剂对土壤温度和水分动态的影响[J].中国水土保持科学,2008,6(6):32-36.
- [43] 兰宏亮,王海波,付铁梅,等.种植密度与化学调控对夏播青贮玉米产量的影响[J].作物杂志,2014(2):80-83.
- [44] 王元,宋金凤.山丹县水肥一体化青贮玉米底肥减量增施保水剂对产量影响试验初报[J].农业科技与信息,2020(13):5-6.
- [45] 官辛玲,高军侠,尹光华,等.四种不同类型土壤保水剂保水性能的比较[J].生态学杂志,2008,27(4):652-656.
- [46] 操信春,刘喆,吴梦洋,等.水足迹分析中国耕地水资源短缺时空格局及驱动机制[J].农业工程学报,2019,35(18):94-100.
- [47] 乔国梅.实施农艺节水存在的问题及对策[J].现代农村科技,2012(24):42-43.
- [48] 雷宏军,胡世国,潘红卫,等.土壤通气性与加氧灌溉研究进展[J].土壤学报,2017,54(2):297-308.
- [49] 李瑞霞,梁玉理.农业节水技术研究现状及其对河北平原作物高产节水的借鉴意义[J].中国农学通报,2010,26(15):383-386.
- [50] 刘晓敏,李科江,王慧军.基于熵权法的黑龙港区域咸水利用农艺节水技术集成模式综合评价[J].作物杂志,2011(1):87-93.
- [51] 何涛.农业高效用水及农艺节水技术[J].中国科技投资,2017(21):347.