

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2020.04.019

酸枣仁油的研究与开发进展

孙明哲^{1,2}, 张闪闪², 闫琳², 郑晓杰², 李晓燕²

(1. 北京以岭药业有限公司, 北京 大兴 102600;

2. 石家庄以岭药业股份有限公司, 河北 石家庄 050035)

摘要: 酸枣仁油取自药食同源的酸枣仁, 是一种安全的保健食用油, 综述近年来有关酸枣仁油的提取工艺、组成成分分析及其生物活性研究, 为酸枣仁油的进一步开发与应用提供参考。现有研究表明, 酸枣仁油生产工艺简单, 成品油中含有大量不饱和脂肪酸, 其中油酸和亚油酸含量最高, 同时还含有多种脂溶性成分。酸枣仁油具有多种生物活性, 如镇静催眠、改善记忆力、抗抑郁、抗氧化、血脂调节及抗肿瘤等, 但其发挥生物活性的物质基础及作用机理尚未完全明确, 有待进一步研究。酸枣仁油的安全及多活性特点赋予其巨大的开发与应用潜力, 相关产品具有广阔的市场前景。

关键词: 酸枣仁油; 提取工艺; 成分; 生物活性; 药食同源

中图分类号: TS225.1 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2020)04-0119-07

Research and development progress of Semen ziziphi spinosae oil

SUN Ming-zhe^{1,2}, ZHANG Shan-shan², YAN Lin², ZHENG Xiao-jie², LI Xiao-yan²

(1. Beijing yiling pharmaceutical Co., Ltd., Beijing 102600, China;

2. Shijiazhuang Yiling Pharmaceutical Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei 050035, China)

Abstract: Semen ziziphi spinosae oil is a kind of safe edible oil for health care comes from Suanzaoren which have the functions of both medicine and food. This article reviews the extraction technology, composition analysis and biological activity of Semen ziziphi spinosae oil in recent years, and a reference was provided for the further development and application of Semen ziziphi spinosae oil. Existing research shows that the production process of Semen ziziphi spinosae oil is simple, and the refined oil contains a large amount of unsaturated fatty acids, among which the contents of oleic acid and linoleic acid are the highest, and it also contains a variety of fat-soluble components. Semen ziziphi spinosae oil has a variety of biological activities, such as sedation and hypnosis, memory improvement, antidepressant, antioxidant, lipid regulation and antitumor, etc., but the material basis and mechanism of its biological activity have not been fully clarified and need further study. The safety and multi-activity characteristics of Semen ziziphi spinosae oil have given it great development and application potential, and the related products have broad market prospects.

Key words: semen ziziphi spinosae oil; extraction method; chemical component; biological activity; functions of both medicine and food

酸枣为鼠李科枣属植物, 拉丁名: *Ziziphus jujube* Mill. Var. *spinosa* (Bunge) Hu ex H. F. Chou,

原产于我国, 分布于长江流域以北的广大丘陵、山区等地, 是一种经济价值较高的野生果树资源^[1]。酸枣是栽培枣的原始野生种, 具有耐旱、耐寒、耐碱、耐瘠薄等特点, 实用性强, 是绿化、固坡的先锋树种^[2]。李世鹏等^[3]对 86 种酸枣的种质资源进行筛选并对其遗传多样性分析, 结合对 15 个农艺性状的综合评价筛选到 5 份优良酸枣种质资

收稿日期: 2020-02-12

基金项目: 国家重点研发计划 (2017YFC1701705)

作者简介: 孙明哲, 男, 1987 年出生, 博士, 研究方向为食品生物技术。

通讯作者: 李晓燕, 女, 1974 年出生, 教授级高工, 研究方向为中药新药开发及质量标准研究。

源, 利用聚类分析将这 86 个酸枣种分为两大类, 其中 A 类 79 个, B 类 7 个。其干燥成熟的种子——酸枣仁 (semen ziziphi spinosae), 是一味传统中药, 味甘、性平, 有宁心安神、敛汗、生津、养肝之功, 对失眠、抑郁、焦虑有一定疗效, 是一种药食同源食品。全国约 98% 的酸枣仁出产于河北和山东两省^[4]。酸枣仁中油脂含量高达 30% 以上, 通过压榨、萃取等方法可以从酸枣仁中提取得到一种脂肪油混合物, 即酸枣仁油。酸枣仁油富含不饱和脂肪酸, 其除了具备酸枣仁镇静催眠、抗焦虑、抗抑郁、改善记忆力等功能特性外, 还具有不饱和脂肪酸油脂特有的生物活性, 如抗氧化、降血脂等, 是一种多效合一的健康可食用油料, 且对人体无毒无害, 开发潜力巨大。

近年来, 随着人们生活水平提高的同时对健康的追求也日趋热切, 越来越多的失眠、抑郁及焦虑等问题被逐渐重视起来。酸枣仁油改善睡眠、抗焦虑及抗抑郁等方面的功能特性已然成为人们关注及研究的热点。本文对近年来有关酸枣仁油的科学研究及应用进展进行回顾总结, 在综合前人研究成果的基础上对酸枣仁油的研发思路提出新的观点, 以期有助于对酸枣仁油进行更深入、更全面地研究与开发应用。

1 酸枣仁油提取工艺

从酸枣仁中提取酸枣仁油的方法多种多样, 有压榨法、溶剂浸提法、超临界 CO₂ 萃取法、亚临界丁烷萃取法及微波/超声辅助法等。溶剂浸提法常用的溶剂有石油醚、乙醚、轻汽油等, 其中石油醚用于酸枣仁油的提取最优^[5]。吴修利等^[6]以石油醚提取酸枣仁油的得油率为 32.99%。贡济宇等^[7]通过正交实验优化了溶剂浸提法提取酸枣仁油的工艺, 平均得油率为 29.28%。翟莹莹等^[8]采用响应面法对石油醚浸提酸枣仁油的提取时间、温度、料液比进行优化, 得油率达到 32.21%。CO₂ 超临界萃取适用于热敏物质、中草药有效成分及脂类物质的提取, 应用此法萃取酸枣仁油时, 萃取温度、压力、粉末粒度及夹带剂的加入都会对酸枣仁油收率及化学组成产生较大的影响^[9-10]。贡济宇等^[11]采用正交实验确定了酸枣仁油超临界萃

取的最佳工艺: 萃取压力 30 MPa, 萃取温度 35 °C, 分离压力 12 MPa, 分离温度 45 °C, 分离压力 6 MPa, 分离温度 50 °C, 平均收率可达 36.54%。亚临界萃取法的萃取和分离过程都在低温下进行, 溶剂易与产品分离。彭凯迪等^[12]采用响应面法优化了亚临界丁烷萃取酸枣仁油的工艺参数, 物料过 80 目筛、提取温度 45 °C、提取时间 40 min、提取次数 3 次时, 酸枣仁油的提取率为 26.77%。此外, 微波对酸枣仁油的提取具有很好的辅助作用, 利用微波辅助提取酸枣仁油能提高生产效率, 降低溶剂用量、缩短提取时间、降低提取温度、提高提油率, 具有省时、高效、节能等优点^[13]。

不同提取方法本身各具优缺点, 所得产物成分也不尽相同。压榨法能保留油料作物原有风味, 但得油率一般较低; 溶剂浸提法具有操作简单、得油率高、设备成本低等优势, 但耗时较长; 超临界萃取具有收率高、时间短、提取温度低, 对油中成分破坏少、提取物组分多、稳定性好等特点^[14], 但设备投入大、不易放大生产、产品成本高; 而亚临界萃取法设备制造简单、产能大, 可以进行规模化生产。与索氏提取法相比, 微波辅助和超声波提取酸枣仁油的得油率较高, 且提取时间明显缩减, 有效提高了油脂提取率^[1]。陶冶等^[15]比较了亚临界丁烷萃取法、索氏抽提法和超声辅助提取法提取酸枣仁油的得油率, 亚临界丁烷萃取法得油率更高, 品质更佳, 安全性好, 更适宜酸枣仁油的提取。

综上所述, 酸枣仁油的品质高低、组分多寡等产品特性受提取工艺的直接影响。在优化酸枣仁油提取工艺时应多方面考虑, 以特定有效成分提取率为指标进行目的明确的工艺设计, 从而得到质优价廉的符合预期功用的酸枣仁油产品。

2 酸枣仁油的组成成分

食用油的基本组成单位是甘油三酯, 由一分子甘油和三分子脂肪酸组成; 另外还含有小比例的类脂成分, 如磷脂、糖脂及类固醇等。不同油脂的区别主要表现在脂肪酸和类脂成分的种类及含量的差异上。

酸枣仁油属于食用油的一种, 上世纪 90 年代以来诸多科研工作者对酸枣仁油中的脂肪酸成分进行过细致分析, 常用的分析酸枣仁油脂肪酸组成的方法有气相色谱法 (GC) [16]、气相色谱-质谱联用法 (GC-MS) [11,15,17-19]。吴和珍等 [20] 采用 GC 法建立的酸枣仁油指纹图谱可作为酸枣仁油的质量控制判定依据。Zhao 等 [21] 开发了对酸枣仁中 9 种脂肪酸同时进行测定的高效液相色谱法, 据此可开发新的酸枣仁油脂肪酸分析方法。对酸枣仁油脂肪酸组成的研究表明酸枣仁油中脂肪酸种类丰富, 以油酸及亚油酸为主, 含量可达 60%~90% [11,16]。同时还含有多种脂肪酸, 如棕榈酸、硬脂酸、花生酸及花生烯酸, 不同酸枣仁油中这几类脂肪酸含量在 1%~20% 之间不等 [11,17-19]。此外, 酸枣仁油中还含有一些微量的脂肪酸种类 (<1%), 如辛酸、肉豆蔻酸、十五烷酸、棕榈油酸、异油酸、22-26 碳烷酸等 [11,15-18]。除脂肪酸外, 酸枣仁油中还含有种类繁多的类脂物质, 其所占比例较小, 一般不超过 2%。张敏等 [22] 采用 GC-MS

法检测到酸枣仁油中含有 9 种不皂化物成分, 分别是叶绿醇、亚油酸乙酯、油酸乙酯、香叶基醇、角鲨烯、菜油甾醇、豆甾醇、 γ -谷甾醇及桦木酸甲酯。

有关酸枣仁油成分分离方法的研究较少, 主要参考对饱和脂肪酸进行分离的尿素包埋法, 对类脂成分进行分离的国标 GB/T 5535.1—2008 方法。对酸枣仁油成分的鉴定及分离有助于揭示其药理作用的物质基础, 具有重要的理论与实际意义, 可作为酸枣仁油应用于产品开发的有效精准指导依据。

3 酸枣仁油的生物活性

酸枣仁油是一种安全、无毒、无致突变作用的天然植物油。其取自酸枣仁, 因此具有一些酸枣仁特有的生物活性, 可以镇静催眠、改善记忆力、抗抑郁等; 作为不饱和脂肪酸含量丰富的脂肪油, 酸枣仁油也具有其自身的一些生物活性, 如抗氧化、降血脂及抗肿瘤等。酸枣仁油的生物活性汇总于表 1。

表 1 酸枣仁油的生物活性

生物活性	作用方式	药效成分	参考文献
镇静催眠	减少小鼠自主活动数、延长戊巴比妥钠诱导的小鼠睡眠时间、增加巴比妥钠阈下剂量动物睡眠只数。	—	彭凯迪等 [12], 贾颖等 [14], 赵秋贤等 [24], 韩俊伟 [25], 李宝莉等 [26]。
改善记忆	改善记忆损伤小鼠和正常小鼠的学习记忆能力。	油酸、亚油酸等不饱和脂肪酸	吴尚霖等 [35], 李宝莉等 [36-37], 陈雅慧等 [38-39]。
抗抑郁	减少小鼠强迫游泳和悬尾不动时间。	—	赵启铎等 [41]。
抗氧化	体外: 清楚羟自由基、清楚 DPPH、清除超氧阴离子、抗脂质过氧化; 体内: 降低氧化模型小鼠肝脏丙二醛含量、提高谷胱甘肽过氧化物酶活力。	不饱和脂肪酸、 V_E	陶冶等 [15], 张雪等 [42], 陆晶晶等 [43]。
调节血脂	预防高脂饮食家兔的血脂升高, 降低高脂模型鹌鹑血清中总胆固醇、甘油三酯及低密度脂蛋白含量。	单不饱和脂肪酸	刘琼等 [45], 吴树勋等 [46], 王娜 [47]。
抗肿瘤	延长荷瘤小鼠生存天数, 抑制荷瘤小鼠生命后期的体重增加, 对荷 S180 小鼠的实体瘤生长有一定的抑制作用。	白桦脂酸、 γ -亚麻酸	王清莲等 [48], 杜远东等 [49]。
其它	抗血小板凝集作用, 对肉仔鸡的抗热应激作用, 强心作用, 增强小鼠免疫作用、抗焦虑作用。	—	吴树勋 [46], 田玉民等 [50], Xie 等 [51], 郎杏彩等 [52], 贺一新等 [53]。

注: —, 药效成分尚不明确。

3.1 镇静催眠作用

酸枣仁油具有一定的镇静催眠作用, 且长期使用无明显耐受性 [23]。且不同提取工艺得到的酸枣仁油具有相同的镇静催眠效果 [26,12,14]。因此, 酸枣仁油镇静催眠的作用与其提取方式无直接联

系, 这提示酸枣仁油发挥镇静催眠作用的主要有效成分可能是某些油溶性物质。酸枣仁油镇静催眠活性物质基础的研究鲜见报道, 但有研究表明酸枣仁皂苷进入大鼠体内后, 并不是主要以药物原型被吸收, 而是经过大鼠胃肠道代谢, 分解成

为分子结构较小的酸枣仁皂苷元等易被机体吸收的成分,从而发挥其药理药效作用^[30]。Song 等^[31]对酸枣仁皂苷 A 吸收代谢动力学的研究显示酸枣仁皂苷 A 在大鼠体内的生物利用率仅有 1.32%,其代谢物在表达并激活伽马氨基丁酸-A 受体 (GABA-A) 方面成效显著。该研究也表明酸枣仁皂苷的代谢物才是发挥生物活性的主要物质。GABA-A 是治疗催眠的一个重要的药物作用靶点。Chen^[32-33]建立了 GABA-A 的可靠结构,并通过计算机模拟其与药物的亲和力,与酸枣仁皂苷相比酸枣仁苷元获得了高分值,表明酸枣仁苷元与 GABA-A 受体有更高的亲和力,且酸枣仁苷元具有很高的血脑屏障渗透性。这些研究表明酸枣仁中起镇静催眠作用的有效成分是酸枣仁苷元,而苷元类物质较好的油溶性使得其在酸枣仁油的生产过程中易于溶出到油中。据此推断酸枣仁油中溶解的某些苷元类成分可能是发挥镇静催眠作用的物质基础,该推论有待进一步的研究证实。也有研究表明酸枣仁挥发油主要含有反-9-十八碳烯酸甲酯、棕榈酸甲酯等,这些物质在体内酰化生成油酰胺 (OLA),OLA 为内源性睡眠诱导物,具有调节慢波睡眠,诱导生理性睡眠的作用^[14]。对酸枣仁油发挥镇静催眠作用的物质基础及其作用机理的研究仍需进一步开展,活性物质的明确有助于指导酸枣仁油的生产及应用实践,具有重要的理论与实际意义。

3.2 改善记忆力活性

李宝莉和陈雅慧等对酸枣仁油相关复方改善学习、记忆作用的物质基础及机理进行了研究。酸枣仁油中含有大量的不饱和脂肪酸,以油酸和亚油酸为主,油酸进入体内后酰化生成具有影响学习记忆作用的油酰胺;亚油酸在体内可转化成亚麻酸、花生四烯酸等,花生四烯酸是动物体内一种重要的多不饱和脂肪酸,具有维持膜特性及功能等作用,还与神经内分泌有密切关系,参与多种激素和神经肽的调节。这些由油酸和亚油酸转化而成的活性物质可能是酸枣仁油改善记忆活性的物质基础。另外,复方酸枣仁油软胶囊

含有丰富的脂肪酸,它可能作为植物雌激素或通过增加雌激素水平,增加脑内一氧化氮 (NO)、乙酰胆碱 (Ach) 水平增强去卵巢大鼠的学习记忆能力。酸枣仁油改善记忆力活性的作用机理尚未完全清楚,仍需进一步的研究^[36-39]。此外,酸枣仁油也能与其他植物种子油 (栀子油、柏子仁油) 进行复方,并表现出改善记忆的协同作用。酸枣仁油与栀子油复方可改善并提高正常和记忆缺损小鼠的学习记忆能力;酸枣仁油与栀子油和柏子仁油复方也具有镇静催眠和促进学习记忆的功能。

3.3 抗抑郁活性

酸枣仁油具有一定的抗抑郁作用,但其药效成分及作用机理尚未明确。有研究表明酸枣仁具有明显的抗抑郁作用,其抗抑郁有效成分为生物碱、酸枣仁皂苷及黄酮类等,酸枣仁中的这些成分可能是通过影响单胺类神经递质、炎症细胞因子及神经营养因子的方式来发挥抗抑郁作用的^[40]。这提示酸枣仁油中的某些皂苷元及黄酮苷元类可能是其抗抑郁的药效成分。

3.4 抗氧化活性

酸枣仁油在抗氧化能力方面也表现优异。张雪等^[42]对酸枣仁油的抗氧化能力进行了体内外全面评价,结果显示酸枣仁油清除羟自由基的能力低于维生素 E,总抗氧化能力与维生素 E 相当,清除 1,1-二苯基-2-三硝基苯肼 (DPPH)、超氧阴离子及抗脂质过氧化的作用都优于维生素 E;酸枣仁油能显著降低氧化模型小鼠肝脏中丙二醛 (MDA) 含量,提高谷胱甘肽过氧化物酶 (GSH-Px) 活力。表明酸枣仁油不仅具有显著的体外抗氧化活性,也是一种有效的体内抗氧化剂。不饱和脂肪酸大多具有一定的抗氧化作用,酸枣仁油中的棕榈酸、油酸及亚油酸含量达 80% 以上,其抗氧化活性的强弱与脂肪酸组成有关。陆晶晶等^[43]对索氏抽提、微波辅助及超临界萃取得到的酸枣仁油的抗氧化活性进行了对比,结果显示,微波辅助得到的酸枣仁油抗氧化活性最高,与对照 2,6-二叔丁基-4-甲基苯酚 (BHT) 组活性相当。原因

可能是微波提取过程温度低、反应时间短,有效避免了提取物抗氧化活性成分的损失。不同提取方法得到的酸枣仁油的抗氧化活性不同,这可能与其脂肪酸组成及维生素 E 含量的不同有关^[15]。

3.5 调节血脂功能

不饱和脂肪酸可以调节人体血脂,降低血液中胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白等,预防和治疗高脂血症引发的心脑血管疾病^[44]。刘琼等^[45]的研究显示酸枣仁油具有明显的调节血脂作用,能有效的预防高脂饮食家兔的血脂升高。吴树勋等^[46]的研究也表明口服酸枣仁油能明显降低高脂模型鹌鹑血清中的总胆固醇、甘油三酯及低密度脂蛋白含量。研究表明单不饱和脂肪酸是通过调节血脂、内皮、凝血和纤溶系统、 β -羟基- β -甲基戊二酸单酰辅酶 A 还原酶 (HGM-CoA Reductase) 及低密度脂蛋白 (LDL) 氧化敏感性,对血脂产生正向调节作用的^[47]。酸枣仁油调节血脂的机理可能与单不饱和脂肪酸调节血脂的方式有关,需进一步研究证实。

3.6 抗肿瘤活性

王清莲等^[48]采用艾氏腹水癌小鼠模型验证了酸枣仁油的抗癌活性,三次重复实验结果都显示,酸枣仁油能明显延长荷瘤小鼠的生存天数,延长率达 50%,并抑制荷瘤小鼠生命后期的体重增加。这表明,酸枣仁油对艾氏腹水癌小鼠有明显的抗肿瘤作用。杜远东等^[49]又研究了酸枣仁油对荷 S180 肉瘤小鼠的影响,结果显示酸枣仁油大剂量对荷 S180 小鼠的抑瘤率为 58.21%,实验动物脾指数及胸腺指数明显增加。这表明酸枣仁油对荷 S180 小鼠的实体瘤的生长具有一定的抑制作用。酸枣仁油中含有的白桦脂酸和 γ -亚麻酸可能与其抗肿瘤的机制有关,对其抗肿瘤作用的机制及物质基础有待进一步研究。

3.7 其它生物活性

酸枣仁油具有多种多样的生物活性,除上述活性功能之外,酸枣仁油还具有明显的抗血小板凝集作用^[46]、对肉仔鸡的抗热应激作用^[50]、强心

作用^[51]等。此外,酸枣仁油取自酸枣仁,其可能同样具备酸枣仁的一些生物活性,如增强小鼠免疫^[52]、抗焦虑^[53]等,这有待于对酸枣仁油药理活性更全面深入的研究。

4 酸枣仁油的研究现状

目前,有关酸枣仁油的专利申请已有 30 余篇之多,应用领域涉及保健食品^[54-56]、健康食品^[57]、化妆品^[58]及饲料添加剂^[59]等行业。其单品制剂类型包括微胶囊^[56]、软胶囊^[55]、硬胶囊^[54]及滴丸^[60]等,另有多种复方制剂;功能方向涉及安神、改善睡眠、改善记忆、调脂及抗氧化等。杨滔等^[61]采用超临界萃取及分子蒸馏等技术开发了一款酸枣仁保健食用油,其酸价为 2.03 mg/g、过氧化值为 4 mmol/kg、棕榈酸含量 5.00%、硬脂酸含量 2.00%、油酸含量 40.46%、亚油酸含量 47.72%、亚麻酸含量 0.39%,符合国家植物食用油卫生标准,可作为食用油使用。王黎等^[62]研发了一种酸枣仁油脂体温敏凝胶的制备方法,该凝胶可实现定位给药,延长药物在鼻腔内滞留时间,从而持续提高患者的睡眠质量,提高酸枣仁油生物利用度。

目前已注册的酸枣仁油保健食品有以岭牌酸枣仁油软胶囊和中科牌酸枣仁油软胶囊,且尚无可供参照执行的酸枣仁油相关产品的国家标准及行业标准。为规范酸枣仁油软胶囊的技术要求、生产加工过程的卫生要求、检验规则、标识、包装、运输、贮运和保质期,以岭药业根据相应国家标准的规定制定了酸枣仁油软胶囊的企业标准 (Q/SYL 0008S—2019),该标准以油酸和亚油酸为标志性成分,并附以岭牌酸枣仁油软胶囊中油酸、亚油酸的测定方法^[63]。受酸枣仁资源以及现有传统压榨工艺的限制,酸枣仁油产量较低、原料利用率不高,酸枣仁油相关产品的开发应用研究仍有较大的提升空间,存在一些待解决的问题。理论研究方面,酸枣仁油生物活性的物质基础尚不明确,各成分对应发挥何种生物活性仍需进一步研究;酸枣仁油在机体内发挥作用的机制尚需

进一步阐明, 这有助于酸枣仁油相关功能新型保健食品的开发应用。工艺生产方面, 酸枣仁油的提取技术不断发展, 可就如何提高有效成分得率进行工艺设计及优化, 实现特定功能酸枣仁油产品的定向提取; 可就如何充分利用酸枣仁取油后的残饼进行工艺开发, 实现酸枣仁的精深加工, 提高其科技附加值。新品开发方面, 以理论研究为基础, 结合市场需求, 开发功效成分明确、生物利用率高的质优价廉的新型酸枣仁油产品。

5 酸枣仁油的应用前景

社会高速发展带来生活压力的增加, 使失眠、焦虑等困扰也日益增大, 人们对于养心安神类食品、药品的需求也日益迫切。酸枣仁油的多种生物活性及其无毒无害的特性, 使其适用于诸多方面, 如改善睡眠、镇静情绪、抗焦虑、抗抑郁、改善记忆力、调脂及抗氧化等。因此, 酸枣仁油具有十分广阔的应用前景, 市场潜力巨大。

参考文献:

- [1] 王力川, 于玲, 董丽丽, 等. 酸枣仁油的提取工艺比较及酸枣仁作为油料作物的可行性研究[J]. 邢台学院学报, 2015, 30(4): 187-188+192.
- [2] 李慧杰. 河北邢台县发展酸枣产业的思考[J]. 农业工程技术, 2019, 1: 24.
- [3] 李世鹏, 陈叶, 郭明欣, 等. 86 份酸枣种质资源筛选和遗传多样性分析[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(11): 51-55.
- [4] 刘爱朋, 马东来, 郭利霄, 等. 酸枣仁价格波动与影响因素研究[J]. 农技服务, 2017, 34(8): 12-13.
- [5] 张雪, 李云芳, 张晓根, 等. 酸枣仁油提取工艺优化研究[J]. 郑州牧业工程高等专科学校学报, 2012, 32(4): 8-9+33.
- [6] 吴修利, 郭春香, 姜雪, 等. 索氏抽提法提取酸枣仁油的研究[J]. 吉林农业, 2016(22): 73-74.
- [7] 贡济宇, 赵启铎, 史立. 酸枣仁脂肪油的提取工艺及成分研究[J]. 长春中医学院学报, 2003, 19(9): 87.
- [8] 翟莹莹, 龚千锋, 于欢, 等. 响应面法优化酸枣仁油提取工艺研究[J]. 中国油脂, 2018, 43(9): 14-16.
- [9] 钟广华, 梁宝钻, 葛发欢. 酸枣仁油的超临界 CO₂ 萃取[J]. 中药材, 2002, 25(6): 407-408.
- [10] 刘砚墨, 应苗法, 杨颖昕, 等. 超临界萃取酸枣仁油的工艺研究[J]. 浙江中医杂志, 2015, 50(11): 856-857.
- [11] 贡济宇, 赵启铎, 蔡广知, 等. 超临界萃取酸枣仁油及其成分研究[J]. 长春中医学院学报, 2005, 21(1): 58-59.
- [12] 彭凯迪, 程思, 李奥, 等. 亚临界萃取酸枣仁油的工艺研究及改善睡眠的功效评价[J]. 中国粮油学报, 2017, 32(6): 113-120.
- [13] 赵文杰, 马丽, 徐广超, 等. 微波辅助提取酸枣仁油工艺研究[J]. 中国粮油学报, 2006, 21(3): 256-258.
- [14] 贾颖, 郭亚菲, 孙胜杰, 等. 超临界 CO₂ 萃取生酸枣仁挥发油的镇静催眠作用研究[J]. 中华中医药杂志, 2018, 33(9): 4181-4183.
- [15] 陶冶, 程铭, 焦文佳, 等. 不同提取方法对酸枣仁油成分与品质的影响[J]. 食品工业科技, 2018, 39(14): 165-170+176.
- [16] 郭秀兰, 吴英敏, 葛全庭. 酸枣仁油中脂肪酸的色谱分析[J]. 色谱, 1990(6): 396-397.
- [17] 李兰芳, 赵淑兰, 吴树勋, 等. 酸枣仁脂肪油化学成分的研究[J]. 中药材, 1993, 16(3): 29-30.
- [18] 周永红, 王立升, 李伟光. 酸枣仁油理化特性及脂肪酸组成分析[J]. 中国油脂, 2005, 30(9): 68-69.
- [19] 卢奎, 张玲丽, 王萌, 等. 酸枣仁油的理化性质及成分分析[J]. 中国油脂, 2006, 31(8): 70-72.
- [20] 吴和珍, 陈婧, 杨艳芳, 等. 超临界二氧化碳萃取酸枣仁油的指纹图谱研究[J]. 中国医院药学杂志, 2007, 27(1): 24-27.
- [21] ZHAO J, LI S P, YANG F Q, et al. Simultaneous determination of saponins and fatty acids in Ziziphus jujuba (Suanzaoren) by high performance liquid chromatography-evaporative light scattering detection and pressurized liquid extraction[J]. Journal of Chromatography A, 2006, 1108(2): 188-194.
- [22] 张敏, 杨茜, 王妮辰, 等. 酸枣仁油中脂溶性成分的研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2015, 6(2): 494-499.
- [23] 吴尚霖, 袁秉祥, 马志毅. 酸枣仁油长期使用对小鼠催眠作用的影响[J]. 西北药学杂志, 2001, 16(3): 114-115.
- [24] 赵秋贤, 王清莲, 黄建华. 酸枣仁油对小鼠中枢神经系统的影响[J]. 西安医科大学学报, 1995, 16(4): 432-434.
- [25] 韩俊伟. 酸枣仁油对昆明种小鼠睡眠作用的研究[J]. 中国药物与临床, 2011, 11(6): 668-669.
- [26] 李宝莉, 夏传涛, 袁秉祥. 不同提取工艺的酸枣仁油对小鼠镇静催眠作用的影响[J]. 西安交通大学学报(医学版), 2008, 29(2): 227-229.
- [27] YOU Z L, XIA Q, LIANG F R, et al. Effects on the expression of GABAA receptor subunits by jujuboside A treatment in rat hippocampal neurons[J]. Journal of Ethnopharmacology, 2010, 128(2): 419-423.
- [28] 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 GABAA and GABAB receptor transcription levels of hippocampal neurons[J]. Journal of Ethnopharmacology, Elsevier, 2015, 159: 215-223.
- [29] XIAO H B, WANG Y S, LUO Z F, et al. SZSJ protects against insomnia by a decrease in ADMA level and an improvement in

- DDAH production in sleep-deprived rats[J]. *Life Sciences*, Elsevier Inc, 2018, 209: 97-102.
- [30] 张妍. 酸枣仁皂苷 A 大鼠胃肠道转化及镇静催眠作用研究[D]. 天津: 天津商业大学, 2012.
- [31] SONG P P, ZHANG Y, MA G J, et al. Gastrointestinal absorption and metabolic dynamics of jujuboside a, a saponin derived from the seed of ziziphus jujuba[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2017, 65(38): 8331-8339.
- [32] CHEN C Y C. Chemoinformatics and pharmacoinformatics approach for exploring the GABA-A agonist from Chinese herb suanzaoren[J]. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 2009, 40(1): 36-47.
- [33] CHEN C Y C. Insights into the suanzaoren mechanism—From constructing the 3D structure of GABA-A receptor to its binding interaction analysis[J]. *Journal of the Chinese Institute of Chemical Engineers*, 2008, 39(6): 663-671.
- [34] 王旭东, 王亚丽, 戴体俊. 地西洋对小鼠自主活动和学习记忆功能的影响[J]. *中国临床药理学与治疗学*, 2008, 13(4): 373-376.
- [35] 吴尚霖, 袁秉祥, 马志义. 酸枣仁油对小鼠学习记忆的影响[J]. *中草药*, 2001, 32(3): 246-247.
- [36] 李宝莉, 朱梅, 符兆英, 等. 酸枣仁油软胶囊对小鼠镇静催眠促学习记忆作用的影响[J]. *中国老年学杂志*, 2012, 32(8): 1639-1642.
- [37] 李宝莉, 陈雅慧, 张正祥, 等. 复方酸枣仁油栀子油对小鼠学习记忆的影响[J]. *西安交通大学学报*, 2010, 31(6): 673-676+707.
- [38] 陈雅慧, 兰忠平, 符兆英, 等. 复方酸枣仁油对去卵巢大鼠学习记忆的影响[J]. *中国应用生理学杂志*, 2013, 29(5): 406-409.
- [39] 陈雅慧, 李宝莉, 符兆英, 等. 复方酸枣仁油软胶囊对大鼠空间学习记忆能力的影响[J]. *中国老年学杂志*, 2013, 33(3): 612-614.
- [40] 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.
- [41] 赵启铎, 舒乐新, 王颖, 等. 酸枣仁油对行为绝望小鼠模型的影响[J]. *中国实验方剂学杂志*, 2011, 17(18): 190-192.
- [42] 张雪, 陈复生, 张红. 酸枣仁油抗氧化活性研究[J]. *河南科技*, 2014, 32(3): 347-351.
- [43] 陆晶晶, 马琦, 苏亮, 等. 酸枣仁油的提取与抗氧化活性组分的研究[J]. *卫生研究*, 2012, 41(6): 1016-1018.
- [44] 孔秀芹, 刘志礼. 不饱和脂肪酸的降血脂功能[C]//中国藻类学会第十一次学术讨论会. 昆明: 中国藻类学会, 2001: 40.
- [45] 刘琼, 孙红亚, 郭俊明. 酸枣仁油对家兔血脂的影响[J]. *现代实用医学*, 2002, 14(8): 426.
- [46] 吴树勋, 李兰芳, 郎杏彩, 等. 酸枣油及酸枣浸膏降血脂和抗血小板聚集作用的实验研究[J]. *中国中药杂志*, 1991, 16(7): 435-437.
- [47] 王娜. 单不饱和脂肪酸对心血管疾病的作用机制[J]. *中国实用医药*, 2010, 5(23): 256-257.
- [48] 王清莲, 袁秉祥, 黄建华, 等. 酸枣仁油对艾氏腹水癌小鼠生存期和体重的影响[J]. *西安医科大学学报*, 1995, 16(3): 295-297.
- [49] 杜远东, 胡锐, 刘继平. 酸枣仁油对小鼠荷 s180 肉瘤的抑制作用[J]. *现代中医药*, 2011, 31(1): 53-55.
- [50] 田玉民, 王军, 苏玉虹. 酸枣仁油对热应激肉仔鸡生产性能及胴体品质的影响[J]. *粮食与饲料工业*, 2012(4): 53-55+59.
- [51] XIE J B, ZHANG Y Q, WANG L J, et al. Composition of fatty oils from Semen Ziziphi Spinosa and its cardioprotective effect on isolated toad hearts[J]. *Natural Product Research*, 2012, 26(5): 479-483.
- [52] 郎杏彩, 李明湘, 吴树勋, 等. 酸枣仁增强小鼠免疫功能的实验研究[J]. *中药通报*, 1988(11): 43-45, 64.
- [53] 贺一新, 赵素霞, 崔瑛. 酸枣仁抗焦虑活性物质分析[J]. *中药材*, 2010, 33(2): 229-231.
- [54] 林飞武, 尹志刚, 李红梅, 等. 酸枣仁油硬胶囊的生产工艺: 中国, 106579451A[P]. 2017-04-26.
- [55] 印建钢, 苏峰洁, 侯春英, 等. 一种酸枣仁油软胶囊的生产工艺: 中国, 104886568A[P]. 2015-09-09.
- [56] 张博, 马海秋, 王淑艳, 等. 一种酸枣仁油微胶囊及口服固体制剂的制备方法和应用: 中国, 110419596A[P]. 2019-11-08.
- [57] 颜联祥. 酸枣仁油安神降脂防癌食品及其加工方法: 中国, 102138575A[P]. 2011-08-03.
- [58] 马超. 一种保健花香润唇膏及其制备方法: 中国, 106309167A[P]. 2017-01-11.
- [59] 田玉民, 苏玉虹, 王军. 一种肉鸡抗热应激中草药饲料添加剂及使用方法: 中国, 101703153A[P]. 2010-05-12.
- [60] 赵兴红, 杜雷, 杨栓喜, 等. 酸枣仁油降脂滴丸的配方及其制备方法: 中国, 1102343[P]. 1995-05-10.
- [61] 杨滔, 钟志桦, 冯玉新, 等. 酸枣仁保健食品的开发研究[J]. *安徽农业科学*, 2017, 45(21): 96-98.
- [62] 王黎, 赵宁, 王丹. 酸枣仁油脂体温敏凝胶的制备[J]. *中国油脂*, 2018, 43(5): 63-65+87.
- [63] 石家庄以岭药业股份有限公司. 以岭牌酸枣仁油软胶囊: Q/SYL 0008S—2019[S]. 中