

酸枣仁及其副产物综合利用的研究进展

宫丽¹, 解军波², 赖长江生^{3*}, 张彦青^{1*}, 崔旭盛⁴

(1. 天津商业大学 生物技术与食品科学学院, 天津 300134;

2. 天津中医药大学 中药学院, 天津 301617;

3. 中国中医科学院 中药资源中心 道地药材国家重点实验室培育基地, 北京 100700;

4. 石家庄以岭药业股份有限公司, 石家庄 050035)

[摘要] 酸枣仁作为一种传统中药,具有补肝、宁心、敛汗、生津的功效,用于治疗神经衰弱、失眠多梦、虚弱盗汗等。伴随酸枣仁资源产业的快速发展和药用价值的不断开发,在生产和加工过程中产生了大量副产物及废弃物,造成了严重的环境问题。总体而言,酸枣仁资源的利用率依旧不高。基于此,笔者从利用部位、功能成分角度系统梳理了酸枣仁化学成分及其潜在资源,总结出酸枣仁及其副产物(酸枣果肉、酸枣叶、酸枣根等)在药品、保健食品和食品等领域具有广泛应用,并可将废弃物开发为饲料、饲料添加剂、活性炭、有机肥料等,从而实现酸枣仁及其副产物的综合利用。此外,该文系统总结了当前该产业的环保问题,并提出改进建议,旨在减轻环境污染,提升资源的利用效率,以期为酸枣仁及其副产物的综合利用提供参考和依据,推动产业绿色、节约及双效发展。

[关键词] 酸枣仁; 化学成分; 副产物; 综合利用; 皂苷类; 黄酮类; 保健食品

[中图分类号] R22;G353.11;R28;TS218 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2021)03-0222-09

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.20201950

[网络出版地址] <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20200623.1722.001.html>

[网络出版日期] 2020-6-24 9:28

Research Progress of Comprehensive Utilization of Ziziphi Spinosae Semen and Its By-products

GONG Li¹, XIE Jun-bo², LAI Chang-jiang-sheng^{3*}, ZHANG Yan-qing^{1*}, CUI Xu-sheng⁴

(1. School of Biotechnology and Food Science, Tianjin University of Commerce, Tianjin 300314, China;

2. School of Chinese Materia Medica, Tianjin University of Traditional Chinese Medicine,

Tianjin 301617, China; 3. State Key Laboratory Breeding Base of Dao-di Herbs,

National Resource Center for Chinese Materia Medica,

China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China;

4. Shijiazhuang Yiling Pharmaceutical Co. Ltd., Shijiazhuang 050035, China)

[Abstract] As a traditional Chinese medicine, Ziziphi Spinosae Semen (ZSS) has the functions of tonifying liver, tranquilizing heart, astringent sweat and producing body fluid, which is used to treat neurasthenia, insomnia, dreaminess, debility, night sweat and so on. With the rapid and constant development of ZSS resource industry and its medicinal value, a large number of by-products and waste generated in the production and processing process, resulting in serious environmental problems. In general, the utilization rate

[收稿日期] 20200506(002)

[基金项目] 天津市一二三产业融合发展科技示范工程项目(17ZXYENC00190);中国科协青年人才托举工程项目(CAST-2018-QN-RC1-04)

[第一作者] 宫丽,在读硕士,从事药食同源物质研究与开发,E-mail:yjqxsnsl@163.com

[通信作者] *张彦青,博士,教授,从事食品、药品组分结构和营养功能研究,E-mail:zhyqing@tjcu.edu.cn;

*赖长江生,博士,副研究员,从事道地药材质量评价研究,Tel:010-64087469,E-mail:laichangjiang44@126.com

of ZSS resources was still not high. Based on this, the chemical components and potential resources of ZSS were systematically combed from the perspective of the medicinal parts and bioactive components in this paper, and the authors had summarized that the widely application of ZSS and its by-products (fruit, leaf, root, etc.) in the fields of food, medicine, functional food and other areas was discovered and summarized as feed, feed additives, activated carbon, organic fertilizer, etc. In addition, this paper systematically summarized the current environmental protection problems of the industry, and put forward suggestions for improvement, aiming at reducing environmental pollution and improving the utilization efficiency of resources, so as to provide reference and basis for the comprehensive utilization of ZSS and its by-products, and promote the green, economical and double-effect development of the industry.

[Key words] Ziziphi Spinosa Semen; chemical compositions; by-products; comprehensive utilization; saponins; flavonoids; health food

酸枣 *Ziziphus jujuba* var. *spinosa* 具有巨大的应用价值,主要利用部位为种子。其中酸枣仁药用历史悠久,是常用的安眠类中药;酸枣果肉现常用于营养食品和饮料;酸枣叶可泡水代茶饮,具有镇静功效;酸枣根也可治疗失眠^[1]。《神农本草经》记载酸枣仁可久服安五脏,轻身延年^[2],具有补中益肝、坚筋骨、助阴气的功效^[3],主要用于虚烦不眠、惊悸多梦、体虚多汗、津伤口渴^[4]。现代研究表明,酸枣仁具有宁心安神、抗炎、抗氧化、抗抑郁、增强免疫系统功能、提高学习和记忆能力等药理作用^[5-6]。我国酸枣资源丰富,主要分布在河北、河南、陕西、山西、山东等地,其中河北省是酸枣资源和加工大省,每年酸枣仁生产量在 2×10^6 kg以上,占全国产量的80%左右^[7]。近年来,随着酸枣标准化种植技术的普及,全国酸枣仁的产量和质量日益提升。

酸枣的资源利用率低下,约每30 kg酸枣鲜果仅可产出酸枣仁药材1 kg^[8],且在酸枣仁加工和使用过程中产生大量的酸枣果肉、酸枣叶、酸枣核壳、酸枣根、药渣、树皮等副产物及废弃物,只有很少部分被利用,大多数被当作废弃物处理,造成资源浪费和环境污染。值得注意的是,以上非药用部位和药渣中含有大量待开发的资源性物质,因此,亟需加深酸枣仁及其资源的综合利用水平,实现物尽其用。现有酸枣资源在价值开发与利用方面的报道多限于酸枣仁及酸枣果肉等主要利用部位,对酸枣叶、核壳及根等其他组织的研究较少,且多为单一部位化学成分与活性研究,还不够全面。本课题组前期在开展酸枣高值化综合利用与全产业链开发研究过程中,构建了酸枣高值化综合利用的创新性技术体系和酸枣研发全过程创新模式,实现了酸枣叶、酸枣果肉、酸枣仁的高值化综合利用。在此基础上,本文从酸枣利用部位和功能成分角度系统梳

理了酸枣仁及其副产物的化学成分与药理作用,对其潜在资源价值与环保问题进行了综述,并提出了酸枣仁及其副产物综合利用的模式与途径,以期对酸枣仁资源的合理开发与应用提供参考,促进酸枣仁及其副产物的有效利用和绿色发展。

1 酸枣仁及其副产物的化学成分与药理作用

酸枣仁活性成分的研究始见于1930年代^[9],目前已发现的化学成分超过130种^[10-11],涉及酸枣仁油、黄酮类、皂苷类、生物碱类、维生素类、氨基酸类、多糖类化合物及微量元素等^[12-13]。目前被主要利用的物质包括酸枣仁黄酮、酸枣仁皂苷、酸枣仁多糖和酸枣仁油,其中酸枣仁油、酸枣仁皂苷和酸枣仁黄酮均是公认具有镇静催眠作用的物质,且酸枣仁总皂苷的镇静催眠作用明显强于总黄酮^[14],尤其是炒制后酸枣仁中斯皮诺素、酸枣仁皂苷A和B的含量较生品升高^[15],镇静催眠作用增强。酸枣仁主要通过 γ -氨基丁酸(GABA)能和5-羟色胺(5-HT)能系统发挥镇静催眠作用^[16],但总多糖则没有镇静安神作用^[14]。同时,WANG等^[17-18]发现酸枣仁皂苷A和B具有改善体内失眠标志物的作用。酸枣仁中酸枣仁油、皂苷、黄酮也具有改善学习和记忆的能力^[19-24],在阿尔茨海默病等认知障碍疾病中具有潜在的治疗价值。此外,酸枣仁油含有17种脂肪酸,主要以油酸和亚油酸为主^[25],有抗抑郁^[26]、抗氧化^[27-28]、降血脂^[29]、心肌保护^[30]等功能;酸枣仁皂苷有抗焦虑、抗抑郁、降血脂、防治动脉粥样硬化、抗氧化等作用^[31];酸枣仁黄酮具有抗抑郁^[32]、抗炎^[33]、抗氧化等作用;酸枣仁多糖具有调节肠道菌群、抗氧化、抗肿瘤、保肝、降血糖和免疫调节等活性^[34-35]。综上分析,酸枣仁在药品、食品及保健食品等方面具有广阔的开发与应用前景。

提取酸枣仁活性成分时,传统方法(加热回流

提取法、溶剂提取法和煎煮法)通常需先脱脂后提取,操作繁琐、费时且提取率低下^[36-37],存在因高温提取导致部分成分受热易分解的风险;新技术(如超声提取法、微波辅助提取法、超临界CO₂萃取法等)的提取率高且提取时间短^[36-37];在浓缩时,皂苷类成分易引起严重的泡沫。酸枣仁中总黄酮的质量分数可达9.1 mg·g⁻¹^[38],提取工艺多以极性较大的醇类、水等作为溶剂,主要富集黄酮碳苷类成分,但极性较低、含量丰富的游离三萜类成分依然残存于药渣中。张静姝等^[39]系统比较了提取、纯化工艺对酸枣仁皂苷收率和纯度的影响,发现回流法出膏率高于微波提取法,但微波提取物的最终纯度较高;硅胶色谱法纯化效果优于氨洗法,纯度可达65.10%。酸枣仁中含有大量的脂肪油,适合作为提取油脂的原料^[40];现代毒理学研究表明酸枣仁油无毒性,可作为安全的保健食品^[41-42]。王力川等^[40]系统比较了索氏提取法、微波辅助提取法、超声辅助法对酸枣仁油的提取率,发现出油率可达33.37%~39.51%,且微波辅助提取法选择性和重复性较好,更加省时省料。值得注意的是,在提取酸枣仁油后的酸枣仁饼粕中,含有丰富的酸枣仁皂苷和酸枣仁黄酮等活性成分,值得对其进一步开发与利用。LIN等^[34]利用响应面法优化酸枣仁多糖的超声提取工艺,经纯化后,收率可达1.05%。建议后续系统整合各类活性成分的提取、分离、制备工艺,在生产源头上实现综合开发利用。

酸枣仁相关副产物中均含有值得开发的资源性物质。其中,酸枣叶享有“东方睡叶”的美誉,含有与酸枣仁相似的黄酮类、皂苷类等成分,但酸枣仁中以皂苷为主,酸枣叶则以黄酮为主。酸枣叶具

有抗氧化、改善睡眠、保肝、抗真菌等功能^[43],治疗冠心病的作用比酸枣仁更加明显,是一类具有重要开发潜质的药用植物资源,并可作为提取芦丁的廉价原料^[44],但当前多被抛弃处理。酸枣果肉主要富含蛋白质、维生素、碳水化合物及皂苷类、有机酸、黄酮类、脑苷类成分,且其三萜皂苷类成分含量高于酸枣仁^[45-48]。目前,酸枣果肉资源除用于功能食品和饮料外,也可用于开发镇静催眠、甜味抑制、抗抑郁、保肝、抗菌、抗氧化等产品^[45-48]。据报道,酸枣根中含有三萜类、黄酮类、木质素类、生物碱及甾醇类物质^[49-52],且酸枣根同生酸枣仁、炒酸枣仁一样,也具有镇静催眠作用^[53],后续可着重关注该资源中具有促进睡眠作用的活性物质。此外,酸枣核壳主要含有木质素类及矿物质成分,提取酸枣仁油后的酸枣仁饼粕中蛋白质质量分数可达45%左右,且有特殊香味。综上分析,酸枣仁的副产物及废弃物可作为今后开发利用的原料。

2 酸枣仁及资源的综合利用

酸枣仁作为药食同源类中药,药效温和、副作用低是其主要的优点,其中药用需求量占80%左右^[54]。从药智数据网站(<https://db.yaozh.com>)检索“酸枣仁”,其中含酸枣仁的中药方剂有283条,中成药处方有160条,保健食品有438条,有些还可用于食品和化妆品。因此,本文依据利用部位、化学成分、功能与功效的特点,系统总结了酸枣仁及其副产物的综合利用模式与途径,见图1。总体而言,可重点开发酸枣仁的药用与保健功能,关注酸枣仁副产物(酸枣果肉、酸枣叶)的食品及其他功能,需加强相关废弃物的深度开发,实现物尽其用和环境友好。

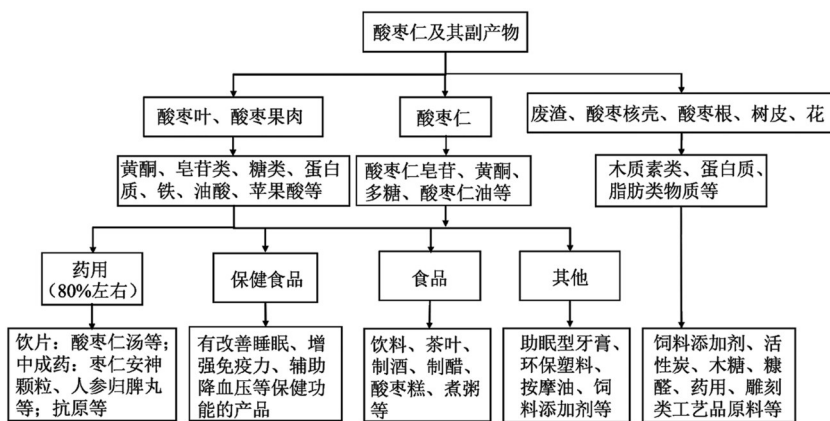


图1 酸枣仁及其副产物的综合利用模式与途径

Fig. 1 Comprehensive utilization models and approaches of Ziziphi Spinosae Semen and its by-products

2.1 用于医疗 酸枣仁主要以中药方剂形式用于临床。酸枣仁以中药饮片形式入药的方剂较多,功效各异,常具有镇静、助眠、安神等作用。出自《金匱要略》的酸枣仁汤是中医治疗失眠的首选方药,有养血安神、清热除烦、抗焦虑、抗抑郁、改善学习记忆、降血脂的功效^[55-58],在虚实夹杂型老年人失眠患者的临床治疗中疗效可靠、安全性高、不易复发,且长期服用可避免依赖性和成瘾性问题^[59]。由酸枣仁、合欢皮、白芍、柏子仁4味中药配伍组成的酸枣仁合欢方^[60]经药效学研究确定其抗抑郁有效部位为总皂苷^[61-62],主要通过抑制单胺氧化酶和调节5-HT能系统、去甲肾上腺能系统发挥抗抑郁作用^[63];酸枣仁配伍黄芪、茯苓等可组成具有益气养血、宁心安神的养心汤等。且中药汤剂组方灵活,使酸枣仁的临床应用更加广泛。

目前,已上市大量含酸枣仁的中成药,如酸枣仁糖浆、酸枣仁合剂、酸枣仁油滴丸、枣仁安神液、枣仁安神颗粒、天王补心丹、强心丸、养心宁神丸、人参归脾丸等,多具有养心安神、改善睡眠的作用,且无明显毒副作用和依赖性,临床用药安全性高。例如,枣仁安神颗粒用于心肝血虚、神经衰弱引起的失眠健忘、头晕、头痛^[64],其改善睡眠作用的机制与5-HT受体,GABA-苯二氮卓类受体作用有关^[65];枣仁安神胶囊治疗老年性失眠症患者的疗效非常显著,且副作用较少^[66];天王补心丹和复方酸枣仁软胶囊^[67]均具有滋阴补血、养心安神的功效,是临床治疗神经衰弱的重要中成药^[68];以酸枣仁配伍何首乌、黑芝麻、黑木耳等制成的复方酸枣仁胶囊^[69]和以酸枣仁、远志等药材为主要原料制备的酸枣仁复方胶囊均有安神、改善睡眠的作用^[70];由中国中医科学院西苑医院临床应用的协定处方复方酸枣仁膏有滋阴养血、宁心安神、养肝健脾、行气活血的作用^[71];由栀子油、酸枣仁油及柏子仁油等有效部位配伍制备的复方栀子油软胶囊有镇静催眠、增强机体抵抗力、减肥增肌、增强小鼠学习记忆力及抗氧化的作用^[72-74],且临床安全性较高^[75]。总之,中成药的使用为酸枣仁的利用拓宽了方向。

目前,酸枣仁相关的新药研究逐渐增多,主要集中在以不同有效成分为原料进行新剂型开发,以期提高疗效、增加给药途径。如以酸枣仁油为原料制备得到一种缓释、稳定、有效的安眠抗抑郁药物酸枣仁油脂体敏凝胶^[76];此外,以酸枣仁皂苷为主药开发的酸枣仁鼻用温敏凝胶制剂给药方便,可直接滴入鼻腔,经鼻腔吸收进入中枢发挥治疗作

用,从而增加疗效^[77-78];由于酸枣仁黄酮碳苷的水溶性较好、脂溶性较差、生物利用度低,故对酸枣仁黄酮用药新剂型的开发主要定位在酸枣仁黄酮滴丸^[79-80]、酸枣仁黄酮固体脂质纳米粒^[81]、斯皮诺素磷脂复合物自微乳制剂^[82]等,以期能够改善药物的水溶性和脂溶性,从而提高药物在体内的膜渗透性和生物利用度,降低副作用。此外,酸枣仁中不同有效成分也可配伍使用,以增加疗效,减少用药量,如以酸枣仁生物碱和黄酮配伍制成配伍胶囊剂,其抗抑郁、镇静催眠效果尤为显著^[83]。酸枣仁还被开发为酸枣仁单方注射液等中药注射剂^[84]和人工抗原,迪更妮等^[85]采用高碘酸钠氧化法成功合成了酸枣仁皂苷A人工抗原,其血清抗体检测范围为0.01~10 000 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$,产生了达1:4 000的高效价。

2.2 用于保健品 酸枣仁因富含多种功效性成分和营养成分,在我国已将其广泛用于保健食品中。酸枣仁通常与其他中药联合使用,被开发为具有改善睡眠、增强免疫力、辅助降血压、抗疲劳等保健功能的保健食品,其中以发挥改善睡眠功能的保健食品为主。如酸枣仁与远志、茯苓等配伍研制的三圣宝牌得美片有改善睡眠的保健功能;以大枣、酸枣仁为主要原料制备的产品大枣酸枣仁口服液有增强免疫力的功能;以天麻提取物、罗布麻叶提取物、酸枣仁提取物为主要成分制备的合辉安泰粉具有辅助降血压、改善睡眠的作用;以酸枣仁油为主要成分研制的酸枣仁油滴丸,长期服用无明显毒副作用,是一种良好的降脂保健药物^[86]。酸枣仁还可被用于开发具有改善学习记忆能力、抗氧化等功能的保健食品。目前,以酸枣叶和酸枣果肉为原料开发的保健食品较少,以酸枣叶为主要原料制备的保健品珍梦牌珍梦胶囊具有改善睡眠的保健功能。但酸枣叶和酸枣果肉有多种保健功能,在保健食品方面还具有较大的开发潜力。

2.3 用于食品 酸枣仁的安全性较高,也常用于食品中,多为各类饮料产品,例如以酸枣仁、酸牛奶为主要原料,经保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌混合发酵研发出具有保健功能的酸性植物蛋白饮料^[87];用纯净水提取酸枣仁的有效成分后与牛奶混合,经均质杀菌生产出辅助治疗失眠的功能性乳饮料^[88]。酸枣仁还可以用于煮粥,其中以酸枣仁提取液与传统八宝粥原料中的小米、糯米、薏苡仁等结合,可开发为具有改善睡眠功能的酸枣仁助眠八宝粥^[89]。此外,酸枣仁可以制茶,如人参酸枣仁茶、酸枣仁莲子茶、酸枣仁茯苓百合茶等。酸枣仁油因具有镇静

安神的功能,且无毒性,杨滔等^[90]将提取的酸枣仁油经过降低酸价、过氧化值及脱色脱味处理,得到一种符合国家食品卫生标准的保健食用植物油。

酸枣果肉含有多种营养成分,成熟果肉可直接鲜吃,晒干可以泡水喝,也可开发为酸枣汁饮料、酸枣粉、酸枣糕、酸枣酒、酸枣醋等,如薄奎勇等^[91]以酸枣原浆为主要原料,生产出酸枣加工产品——清凉酸枣饮料,经有关部门检验,其理化、卫生指标均符合国家标准;以野生酸枣为原料,经过乙醇发酵和乙酸发酵,制得一种营养价值较高的保健型酸枣果醋^[92]。酸枣果中因含有酸味和甜味成分,在食品工业上还可用作天然矫味剂^[93]。

在日常生活中,酸枣叶常被用作食品原料进行开发。酸枣叶茶因具有养心安神、助眠的功效得到人们的关注,如采摘酸枣新叶,经适度杀青、揉捻处理、炒制干燥等过程加工制作的保健茶,具有利尿、促进胆酸合成、消炎等保健功能^[94];在萎蔫、发酵、杀青、炒制等过程中加入功能成分,开发为具有调节人体免疫力和养生保健作用的酸枣叶茶^[95];以酸枣叶和杂粮为主要原料,利用食用真菌灵芝发酵,开发为酸枣叶发酵茶^[96];通过选料、堆放发酵、蚕食、干燥灭菌、体香等过程制备的虫茶具有清热祛暑、消脂化痰、健脾养胃等保健功效^[97]。酸枣叶经提取纯化后,还可开发为具有甜味抑制作用的食用矫味剂^[98];添加酸枣叶、山楂、银杏叶等原料制备具有提高人体免疫力的营养麦片^[99];以低筋面粉为主要原料,添加不同量的酸枣叶粉、绵白糖、鸡蛋,通过配方优化制作出具有酸枣叶独特风味的酸枣叶保健饼干^[100],这些均为酸枣叶产品的开发提供了新思路。

2.4 其他 酸枣仁还可以添加到其他配方中,发挥酸枣仁之效。如在现有牙膏配方的基础上添加酸枣仁提取液、甜味剂等,将其开发为一种能够促进睡眠的环保助眠型牙膏,该牙膏对睡眠不宁、难以入睡、烦躁易怒、心悸方面有效^[101];适当添加酸枣仁、薰衣草、茉莉花等中药材,可制作一种散发安神气味的环保塑料^[102]。酸枣果、酸枣叶和酸枣仁提取物已被用作化妆品原料,酸枣仁油因具有与皮肤亲和性好、不发黏、有滋润感、易渗透吸收等优点,已开发为美容按摩用油^[103]。

3 酸枣仁资源利用的环保问题及建议

酸枣仁是将酸枣核经过机械加工所得,传统加工方法破碎率高、净仁率低,故而对分级工艺、破壳机、水选技术等^[104]还需进一步优化,在机器破碎内

果皮(枣核)时,注意种皮的保护,降低损失率。当酸枣采收之后,在生产和贮藏的整个环节中均易受黄曲霉素的污染,主要来源于采收加工环境中的黄曲霉 *Aspergillus flavus*,尤其是堆沤和水漂环节增加了黄曲霉毒素污染风险^[105],因此,酸枣仁应及时晾晒、防蛀,控制真菌繁殖以减少黄曲霉素的产生。在酸枣加工制造过程中随意堆放的大量酸枣果肉,易腐烂发臭,引起有害微生物快速繁殖与传播,而合理堆肥发酵会产生腐殖酸,可以改良土壤、提高矿质肥料利用率^[106]。此外,酸枣仁及其副产物加工与生产过程中的酸水污染问题值得进一步深入研究。

对酸枣仁加工产生废弃物部分的价值发现和利用有助于提高酸枣仁资源利用效率,实现资源绿色循环利用。酸枣仁加工废弃物利用的安全性和可用性较高,使用方向宽广。①酸枣花是较好的蜜源,市面上已有酸枣蜜出售,可用以治疗目昏不明;②加工产生的大量酸枣核壳可用于制备活性炭、木糖、糠醛^[107-108],也可以酸枣核壳糠醛为原料制备微晶纤维素^[109];③酸枣根、树皮也可入药,用于淋浊、白带、滑精、出血等病证^[110],酸枣树皮治疗烧烫伤效果良好;④酸枣木材坚硬质细,抗压耐磨,是制备雕刻类工艺品的原料之一^[110];⑤中药提取所剩残渣可用于发酵饲料或制备饲料添加剂、有机肥料、食用菌培养基料、造纸、厌氧发酵产沼气等^[111-112];⑥提取酸枣仁油后的酸枣仁饼粕也可作为饲料添加剂^[111];⑦从酸枣仁药渣中制备的脂肪类物质可用作制皂工业原料^[93],能够有效解决提取过程中残渣量大的问题,实现残渣资源的可持续利用。此外,酸枣仁副产物及废弃物部分经干燥后均可作为燃料。总之,通过综合开发酸枣仁及其副产物,可有效提高其社会效益。

4 总结

本文主要对酸枣仁及其副产物中可利用的资源性物质、综合利用模式与途径以及环保问题进行了总结与分析,发现酸枣仁及副产物中含多种化学成分,功能多样,具有较高的经济价值,可广泛用于药品、保健食品、食品及其他方面;需要加强酸枣仁副产物及废弃物的循环利用,促进有限资源的可持续发展。目前,酸枣仁及其资源的综合利用模式可概括为根据活性和用途,着重将酸枣仁开发为精细化、高值化产品,将酸枣叶及相关废弃物进行价值增值,拓宽利用渠道,实现合理利用。目前,酸枣种植产区应加强管理,选育优良品种,注意采收时节,

提高酸枣仁药材的质量;在加工与使用环节,优化加工、提取与纯化工艺,加大对酸枣仁及其副产物成分、活性及产品开发生的研究力度,开发更加有效的保健品、药物制剂及新型食疗产品等,拓宽利用途径,从根源上减少浪费;对废弃物进行回收再利用,减少对环境的污染。后续还需加大对酸枣仁及其副产物的研究力度,实现在全产业链中多途径、多层次对其综合开发与利用。

[参考文献]

- [1] 王身艳,刘清飞,秦明珠. 酸枣仁、叶、肉、根的研究进展[J]. 中成药,2000,22(11):48-50.
- [2] 吴立明. 酸枣仁本草及功用考证[J]. 中药材,2005,28(5):432-434.
- [3] 高学敏. 中药学[M]. 北京:中国中医药出版社,2007:455.
- [4] 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,2015:366-367.
- [5] 余宁. 酸枣仁有效成分的提取及其药理作用研究[J]. 中国妇幼健康研究,2017,28(1):634-635.
- [6] VILLANUEVA J R, VILLANUEVA L R. Experimental and clinical pharmacology of *Ziziphus jujuba* Mills. [J]. Phytother Res, 2017, 31(3):347-365.
- [7] 张建英,毛向红,张莹莹. 河北省酸枣资源开发现状与建议[J]. 河北林业科技,2019(3):36-38.
- [8] 段金厥,郭盛,严辉,等. 药材生产过程副产物的价值发现和资源化利用是中药材产业扶贫的重要途径[J]. 中国中药杂志,2020,45(2):285-289.
- [9] 汤腾汉,赵元祥. 中药酸枣仁之化学研究[J]. 中国化学会志,1936,4(3):278-286.
- [10] ZHANG F X, LI M, QIAO L R, et al. Rapid characterization of *Ziziphus Spinosae* Semen by UPLC/Qtof MS with novel informatics platform and its application in evaluation of two seeds from *Ziziphus* species[J]. J Pharm Biomed Anal, 2016, 122:59-80.
- [11] 杜晨晖,崔小芳,裴香萍,等. 酸枣仁皂苷类成分及其对神经系统作用研究进展[J]. 中草药,2019,50(5):1258-1268.
- [12] 田秀红,黎梅. 酸枣活性成分分析及药理作用研究进展[J]. 安徽农业科学,2012,40(23):11555-11557,11690.
- [13] SHERGIS J L, NI X J, SARRIS J, et al. *Ziziphus spinosa* seeds for insomnia: a review of chemistry and psychopharmacology [J]. Phytomedicine, 2017, 34:38-43.
- [14] JIANG J G, HUANG X J, CHEN J, et al. Comparison of the sedative and hypnotic effects of flavonoids, saponins, and polysaccharides extracted from *Semen Ziziphus jujube* [J]. Nat Prod Res, 2007, 21(4):310-320.
- [15] ZHU X C, LIU X, PEI K, et al. Development of an analytical strategy to identify and classify the global chemical constituents of *Ziziphus Spinosae* Semen by using UHPLC with quadrupole time-of-flight mass spectrometry combined with multiple data-processing approaches[J]. J Sep Sci, 2018, 41(17):3389-3396.
- [16] ZHOU Q H, ZHOU X L, XU M B, et al. Suanzaoren formulae for insomnia: updated clinical evidence and possible mechanisms [J]. Front Pharmacol, 2018, 9:76.
- [17] WANG X J, YANG B, ZHANG A H, et al. Potential drug targets on insomnia and intervention effects of jujuboside A through metabolic pathway analysis as revealed by UPLC/ESI-SYNAPT-HDMS coupled with pattern recognition approach [J]. J Proteomics, 2011, 75(4):1411-1427.
- [18] WANG X J, YANG B, SUN H, et al. Pattern recognition approaches and computational systems tools for ultra performance liquid chromatography-mass spectrometry-based comprehensive metabolomic profiling and pathways analysis of biological data sets [J]. Anal Chem, 2012, 84(1):428-439.
- [19] 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:医学版,2010,31(6):673-676.
- [20] ZHANG Y Q, QIAO L D, SONG M Y, et al. HPLC-ESI-MS/MS analysis of the water-soluble extract from *Ziziphus Spinosae* Semen and its ameliorating effect of learning and memory performance in mice [J]. Pharmacogn Mag, 2014, 10(40):509-516.
- [21] 王丽娟,张彦青,王勇,等. 酸枣仁黄酮对记忆障碍小鼠学习记忆能力的影响[J]. 中国中医药信息杂志, 2014, 21(5):53-55,60.
- [22] LIU Z, ZHAO X, LIU B, et al. Jujuboside A, a neuroprotective agent from *Semen Ziziphus Spinosae* ameliorates behavioral disorders of the dementia mouse model induced by $A\beta_{1-42}$ [J]. Eur J Pharmacol, 2014, 738:206-213.
- [23] JUNG I H, LEE H E, PARK S J, et al. Ameliorating effect of spinosin, a C-glycoside flavonoid, on scopolamine-induced memory impairment in mice [J]. Pharmacol Biochem Behav, 2014, 120:88-94.
- [24] 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.

- [25] 陈科先,赵丽梅,嵇长久,等. 酸枣仁中的黄酮碳苷类成分研究[J]. 中国中药杂志, 2015, 40(8): 1503-1507.
- [26] 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.
- [27] 张雪,陈复生,张红. 酸枣仁油抗氧化活性研究[J]. 河南科学, 2014, 32(3):347-351.
- [28] 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.
- [29] 吴璟,陈健茂,杨卫东,等. 酸枣仁脂肪油提取物对大鼠血脂及SOD、CAT活性的影响[J]. 宁夏医学院学报, 2007, 29(1):19-20.
- [30] XIE J B, ZHANG Y Q, WANG L J, et al. Composition of fatty oils from Semen Ziziphi Spinosae and its cardiotoxic effect on isolated toad hearts[J]. Nat Prod Res, 2012, 26(5):479-483.
- [31] 高剑锋,徐万玉. 酸枣仁皂苷的研究综述[J]. 中国药师, 2008, 11(11):1376-1378.
- [32] 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.
- [33] FU Q, MA Y, CHEN J, et al. Two new C-glucosyl flavonoids from *Ziziphus jujube* and their anti-inflammatory activity[J]. J Asian Nat Prod Res, 2017, 19(5):462-467.
- [34] LIN T T, YAN L, LAI C J S, et al. The effect of ultrasound assisted extraction on structural composition, antioxidant activity and immunoregulation of polysaccharides from *Ziziphus jujuba* Mill var. *spinosa* seeds [J]. Ind Crops Prod, 2018, 125:150-159.
- [35] JI X L, PENG Q, YUAN Y P, et al. Isolation, structures and bioactivities of the polysaccharides from jujube fruit (*Ziziphus jujuba* Mill.): a review[J]. Food Chem, 2017, 227:349-357.
- [36] 芦晓芳,赵晋忠,常丽萍. 三萜类酸枣仁皂苷的提取与纯化方法研究进展[J]. 天然产物研究与开发, 2017, 29(11):1976-1982.
- [37] 田洋. 酸枣仁皂苷的提取工艺研究进展[J]. 农业科技与装备, 2016(9):45-46.
- [38] 彭艳芳. 枣主要活性成分分析及枣蜡提取工艺研究[D]. 保定:河北农业大学, 2008.
- [39] 张静姝,刘春叶,靖会,等. 酸枣仁皂苷的不同提取与纯化工艺对比研究[J]. 应用化工, 2018, 47(1): 56-58.
- [40] 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.
- [41] 张文香,李学敏. 酸枣仁油的致突变作用的研究[J]. 中国药物与临床, 2009, 9(11):1060-1062.
- [42] 朱爱民,李振玲,李昇刚,等. 酸枣仁油的毒理学研究[J]. 药学实践杂志, 2003, 21(5):283-286.
- [43] 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.
- [44] 曲泽洲,王永惠,刘孟军. 酸枣的化学成分及其药理研究[J]. 河北农业大学学报, 1987, 10(2): 60-66.
- [45] 郭盛,段金殿,赵金龙,等. 酸枣果肉资源化学成分研究[J]. 中草药, 2012, 43(10):1905-1909.
- [46] GUO S, DUAN J A, TANG Y P, et al. Characterization of triterpenic acids in fruits of *Ziziphus* species by HPLC-ELSD-MS [J]. J Agric Food Chem, 2010, 58(10):6285-6289.
- [47] GUO S, DUAN J A, TANG Y P, et al. A new cerebroside from the fruit of *Ziziphus jujuba* var. *spinosa*[J]. Chem Nat Compd, 2014, 50(1):109-111.
- [48] YUE Y, WU S C, ZHANG H F, et al. Characterization and hepatoprotective effect of polysaccharides from *Ziziphus jujuba* Mill. var. *spinosa* (Bunge) Hu ex H. F. Chou sarcocarp [J]. Food Chem Toxicol, 2014, 74: 76-84.
- [49] 车勇,李松涛,张永清. 酸枣根的化学成分研究(英文)[J]. 林产化学与工业, 2012, 32(4):83-86.
- [50] MENG Y J, ZHANG Y W, JIANG H Y, et al. Chemical constituents from the roots of *Ziziphus jujuba* Mill. var. *spinosa* [J]. Biochem Syst Ecol, 2013, 50:182-186.
- [51] KANG K B, KIM H W, KIM J W, et al. Catechin-bound ceanothane-type triterpenoid derivatives from the roots of *Ziziphus jujuba* [J]. J Nat Prod, 2017, 80(4):1048-1054.
- [52] KANG K B, KIM J W, OH W K, et al. Cytotoxic ceanothane- and lupane-type triterpenoids from the roots of *Ziziphus jujuba* [J]. J Nat Prod, 2016, 79(9): 2364-2375.
- [53] 于雁灵,王运革,汪学昭,等. 酸枣根与生、炒酸枣仁的镇静催眠作用的比较研究[J]. 药学实践杂志, 1999, 17(4):220-232.
- [54] 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.
- [55] 郭海波,王慧. 酸枣仁汤治疗失眠现代机制研究进展与探讨[J]. 中华中医药学刊, 2019, 37(12): 2963-2966.
- [56] 田旭升,张策,龚永涛,等. 酸枣仁汤对抑郁模型大鼠

- 海马CaMK II基因表达影响的实验研究[J]. 中医药信息, 2019, 36(6): 12-17.
- [57] 吴东南, 丁瑞丛, 纪可, 等. 酸枣仁汤对慢性睡眠剥夺大鼠学习记忆及TLR4/NF- κ B信号通路的影响[J]. 中国实验方剂学杂志, 2020, 26(6): 18-24.
- [58] DU Y Y, WU B, XIAO F, et al. A systematic data screening strategy for comprehensive characterization of chemical components in Suan-Zao-Ren decoction and their metabolic profiles in the plasma and brain of rats using ultra high performance liquid chromatography quadrupole time-of-flight mass spectrometry[J]. Anal Methods, 2019, 11(43): 5533-5542.
- [59] 李莉, 秦玉革, 王凯, 等. 酸枣仁汤治疗虚实夹杂型老年人失眠症122例[J]. 江西中医药, 2020, 51(1): 48-49.
- [60] 胡占嵩, 乔卫, 金桂红, 等. 均匀设计法优选酸枣仁合欢方抗抑郁作用的最佳配伍[J]. 中药材, 2010, 33(4): 603-606.
- [61] 任利妍, 乔卫, 刘婧姝, 等. 酸枣仁合欢方抗抑郁有效部位的研究[J]. 中药新药与临床药理, 2011, 22(6): 602-605.
- [62] 胡占嵩. 酸枣仁合欢方抗抑郁作用及有效部位研究[D]. 天津: 天津医科大学, 2010.
- [63] LIU J S, QIAO W, YANG Y, et al. Antidepressant-like effect of the ethanolic extract from Suanzaorenhehuan formula in mice models of depression [J]. J Ethnopharmacol, 2012, 141(1): 257-264.
- [64] 罗镭. 枣仁安神颗粒质量标准的研究[J]. 内蒙古中医药, 2017, 36(16): 130-131.
- [65] 张颖, 吴怡, 齐越, 等. 枣仁安神颗粒改善睡眠作用的机制[J]. 中成药, 2016, 38(10): 2268-2270.
- [66] 刘海燕, 陈福忠. 枣仁安神胶囊治疗老年性失眠症的疗效研究[J]. 世界最新医学信息文摘, 2017, 17(2): 71.
- [67] 殷之武, 李娟阁. HPLC法测定复方酸枣仁软胶囊中阿魏酸和五味子甲素[J]. 中草药, 2012, 43(10): 1961-1963.
- [68] 李玺, 乔成林, 袁秉祥, 等. 酸枣仁软胶囊治疗神经衰弱的临床研究[J]. 中国实验方剂学杂志, 2005, 11(1): 62-63.
- [69] 任中锋, 龚小妹, 王硕. 复方酸枣仁胶囊改善睡眠功能实验研究[J]. 现代中药研究与实践, 2010, 24(4): 32-34.
- [70] 罗其昌, 阙俊杰, 李文治, 等. 酸枣仁复方胶囊总皂苷提取工艺优化的研究[J]. 中国中医药现代远程教育, 2018, 16(11): 89-91.
- [71] 鲍芳. 复方酸枣仁膏质量标准研究[J]. 中医药导报, 2016, 22(13): 101-103.
- [72] CAI X S, ZHANG R, GUO Y, et al. Optimization of ultrasound-assisted extraction of gardenia fruit oil with bioactive components and their identification and quantification by HPLC-DAD/ESI-MS² [J]. Food Funct, 2015, 6(7): 2194-2204.
- [73] 熊友宝, 王亚萍. 复方栀子油软胶囊药理作用的研究进展[J]. 世界最新医学信息文摘, 2018, 18(45): 104-105, 118.
- [74] 李宝莉, 朱梅, 符兆英, 等. 酸柏栀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.
- [75] 陈雅慧, 朱梅, 李宝莉, 等. 复方栀子油软胶囊的长期毒性实验研究[J]. 中国医药导报, 2012, 9(21): 5-7, 12.
- [76] 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.
- [77] 赵宁, 王黎, 李伟泽, 等. 酸枣仁鼻用温敏凝胶的制备研究[J]. 应用化工, 2016, 45(7): 1290-1295.
- [78] 王黎, 赵宁, 李欣, 等. 酸枣仁多组分鼻用温敏凝胶的制备、评价及其联合释放研究[J]. 当代化工, 2017, 46(1): 4-7.
- [79] 张婷, 解军波, 张彦青, 等. 星点设计-效应面法优化酸枣仁黄酮滴丸的制备工艺[J]. 中国药学杂志, 2013, 48(2): 123-128.
- [80] 张婷, 张华, 沈宇燕, 等. 星点设计-效应面法优化酸枣仁黄酮滴丸处方[J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(14): 26-31.
- [81] 乔龙东. 酸枣仁黄酮固体脂质纳米粒制备与代谢动力学研究[D]. 天津: 天津商业大学, 2016.
- [82] SONG P P, LAI C J S, XIE J B, et al. The preparation and investigation of spinosin-phospholipid complex self-microemulsifying drug delivery system based on the absorption characteristics of spinosin [J]. J Pharm Pharmacol, 2019, 71(6): 898-909.
- [83] 宋方芹, 杨金荣, 侯暄, 等. 酸枣仁抗抑郁有效部位配伍胶囊剂研制与质量分析[J]. 时珍国医国药, 2018, 29(11): 2648-2650.
- [84] LIU C J, LI J, ZHU L D, et al. A sensitive two-step stacking by coupling field-enhanced sample injection and micelle to cyclodextrin stacking for the determination of neutral analytes [J]. J Chromatogr A, 2020, 1618: 460854.
- [85] 迪更妮, 张维库, 乔灏祎, 等. 酸枣仁皂苷A人工抗原的制备及鉴定[J]. 中国中药杂志, 2016, 41(10): 1880-1883.
- [86] 赵兴红, 冯雷, 薛敦渊. 酸枣仁油滴丸的稳定性初步研究[J]. 药学实践杂志, 1995, 13(3): 159-160.

- [87] 云月英,王国泽,柳青,等. 酸枣仁酸奶的研制[J]. 安徽农业科学,2011,39(8):4523-4525.
- [88] 刘魁,戎欣玉,王荣耕,等. 酸枣仁乳饮料的研制[J]. 食品研究与开发,2007,28(10):92-94.
- [89] 张雪,陈复生,张恒业,等. 酸枣仁助眠八宝粥及助眠作用的研究[J]. 河南农业大学学报,2015,49(6):856-860.
- [90] 杨滔,钟志桦,冯玉新,等. 酸枣仁保健食用油的开发研究[J]. 安徽农业科学,2017,45(21):96-98.
- [91] 薄奎勇,李凤翔. 清凉酸枣饮料生产工艺[J]. 河北林果研究,1997,12(1):62-65.
- [92] 赵祥忠,李哲. 利用野生酸枣酿制果醋的研究[J]. 中国调味品,2000(7):13-15.
- [93] 郭盛,严辉,钱大玮,等. 枣属药用植物资源产业化过程副产物及废弃物的资源价值发现与循环利用策略构建[J]. 南京中医药大学学报,2019,35(5):579-584.
- [94] 林文. 酸枣叶制作保健茶[J]. 农机具之友,1998(2):39.
- [95] 陕西兰花生态农产品开发有限公司. 一种酸枣叶茶及其制备方法:中国,201810727240. X[P]. 2018-12-04.
- [96] 杨金凤,李洁. 酸枣叶食用菌发酵茶的研制[J]. 食品研究与开发,2019,40(12):135-140.
- [97] 广西壮族自治区亚热带作物研究所. 一种酸枣叶虫茶制备方法:中国,201810441249. 4[P]. 2019-02-22.
- [98] GUO S, DUAN J A, TANG Y P, et al. Simultaneous qualitative and quantitative analysis of triterpenic acids, saponins and flavonoids in the leaves of two *Ziziphus* species by HPLC-PDA-MS/ELSD [J]. J Pharm Biomed Anal, 2011, 56(2):264-270.
- [99] 福建万亿店中店电子商务有限责任公司. 一种提高人体免疫力的营养麦片:中国,201610816051. 0 [P]. 2017-01-04.
- [100] 刘晓光,苗校勋,朱毓永. 酸枣叶保健饼干的研制[J]. 保鲜与加工,2019,19(5):109-114.
- [101] 黄云鸿. 一种环保助眠型牙膏以及制备方法:中国,201610706922. 3[P]. 2017-01-04.
- [102] 淄博夸克医药技术有限公司. 一种散发安神气味的环保塑料:中国,201510879402. 8[P]. 2016-02-17.
- [103] 王文龙,云月英. 药食同源之酸枣仁[J]. 农产品加工·学刊,2009(2):67-70.
- [104] 颜丙芹. 酸枣仁加工技术的改进[J]. 农产品加工,2009(10):26-27.
- [105] 张西梅,高微微,郝燕红,等. 酸枣仁加工过程中黄曲霉毒素及污染真菌调查[J]. 中国中药杂志,2019,44(10):2009-2014.
- [106] 武丽娜,王僧虎. 酸枣果肉废弃物堆肥发酵中腐殖酸的含量变化研究[J]. 现代农村科技,2020(2):87.
- [107] 施欢贤,张严磊,唐志书,等. 酸枣核壳木糖制备工艺研究[J]. 纤维素科学与技术,2016,24(1):27-31.
- [108] 张严磊,宋忠兴,唐志书,等. 酸枣核壳联产制备糠醛及活性炭研究[J]. 纤维素科学与技术,2015,23(3):43-48,60.
- [109] 张严磊,施欢贤,宋忠兴,等. 酸枣核壳糠醛渣微晶纤维素的制备及其性能研究[J]. 纤维素科学与技术,2016,24(1):8-13.
- [110] 张艺生. 大有发展前途的树种——酸枣[J]. 辽宁林业科技,1988(4):40-41,49.
- [111] 周伯川,忻耀年. 酸枣仁、油的特性及其开发利用[J]. 中国油脂,1994,19(6):38-39.
- [112] 赵志超,图门巴雅尔. 中草药提取残渣综合利用研究进展[J]. 畜牧与饲料科学,2019,40(2):47-52.

[责任编辑 刘德文]