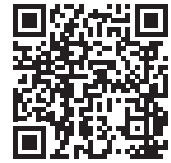


酸枣仁的化学成分、药理作用和临床应用研究进展



曲彤¹, 耿飞飞², 李宁¹, 鲁文静¹, 任慧¹, 崔小敏¹, 胡静¹, 梁超¹, 陈志永¹, 张红¹

1. 陕西省中医药研究院 (西安 710003)
2. 陕西中医药大学药学院 (陕西咸阳 712046)

【摘要】酸枣仁主要含有皂苷类、黄酮类、生物碱类、脂肪酸类等成分, 具有镇静催眠、抗焦虑、抗抑郁、保护神经、保护心脑血管、保肝、抗氧化等多种活性, 广泛应用于医药、食品、保健食品等领域。本文通过查阅文献, 系统整理归纳了酸枣仁的化学成分、药理作用及临床应用, 以为酸枣仁资源的可持续开发和合理使用提供理论指导。

【关键词】酸枣仁; 化学成分; 药理作用; 临床研究; 皂苷; 黄酮; 生物碱; 脂肪酸

【中图分类号】R285.6 **【文献标识码】**A

Research progress on the chemical composition, pharmacological action, and clinical application of Ziziphi spinosae semen

QU Tong¹, GENG Feifei², LI Ning¹, LU Wenjing¹, REN Hui¹, CUI Xiaomin¹, HU Jing¹, LIANG Chao¹, CHEN Zhiyong¹, ZHANG Hong¹

1. Shaanxi Academy of Traditional Chinese Medicine, Xi'an 710003, China

2. College of Pharmacy, Shaanxi University of Chinese Medicine, Xianyang 712046, Shaanxi Province, China

Corresponding authors: CHEN Zhiyong, Email: 18829014325@163.com; ZHANG Hong, Email: zhanghong919919@163.com

【Abstract】Ziziphi spinosae semen mainly contains contents of saponins, flavonoids, alkaloids and aliphatic acids. Meanwhile, it has a variety of activities such as sedative-hypnotic, anti-anxiety, anti-depression, nerve protection, cardiovascular and cerebrovascular protection, liver protection, and antioxidant, which is widely used in medicine, food, health food and other fields. The chemical constituents, pharmacological action and clinical application of Ziziphi spinosae semen were systematically summarized in this paper by reviewing the literature, in order to provide theoretical guidance for the sustainable development of the resources and the rational use of Ziziphi spinosae semen.

【Keywords】Ziziphi spinosae semen; Chemical constituents; Pharmacological action;

DOI: 10.12173/j.issn.2097-4922.202403119

基金项目: 陕西省中医药管理局中医药全省性专款专项项目 (2021-QYZL-01); “陕西省中医药管理局双链融合”中青年科研创新团队项目 (2022-SLRH-YQ-003); 陕西省中医药管理局“医研校企”中医药传承创新平台 (中医药创新药物/器械“研发-转化-推广”平台) 项目

通信作者: 陈志永, 博士, 副研究员, Email: 18829014325@163.com

张红, 博士, 研究员, Email: zhanghong919919@163.com

Clinical research; Saponins; Flavonoids; Alkaloids; aliphatic acids

酸枣仁为鼠李科植物酸枣 *Ziziphus jujuba* Mill. var. *spinosa* (Bunge) Hu ex H. F. Chou 的干燥成熟种子^[1], 在国内广泛分布, 产于辽宁、内蒙古、河北、山东、山西、河南、陕西、甘肃、宁夏、新疆、江苏、安徽等地, 常生于向阳、干燥山坡、丘陵、岗地或平原^[2]。酸枣仁具有悠久的药食两用历史和重要的应用价值, 也是卫生部颁布的第一批药食同源中药材, 被广泛应用于中成药或保健品^[3-4]。早在《神农本草经》中就有记载“主烦心不得眠, 今医家两用之, 睡多生使, 不得睡炒熟, 生熟便尔顿异”。唐《新修本草》中也有记载: “本经用实疗不得眠, 不言用仁, 今方皆用仁, 补中益肝, 坚筋骨, 助阳气, 皆酸枣仁之功。”直至今日, 在各种成药或保健品中, 均发现有酸枣仁的应用, 无论在药用还是食疗方面, 均有很高的价值。现代药理研究证实酸枣仁具有镇静催眠、抗焦虑、抗抑郁、抗心律失常、保护心肌细胞和抑制动脉粥样硬化等作用, 广泛用于心血管、神经和免疫系统相关疾病的治疗^[5-9]。现将酸枣仁的化学成分、药理作用与临床应用研究进展进行综述, 以期为后续研究与开发提供参考。

1 化学成分

酸枣仁中含有多种化学成分, 主要有黄酮类、皂苷及三萜类、生物碱类、脂肪油 (大部分为不饱和脂肪酸) 类、甾体类、酚酸类成分、维生素 C、多种氨基酸和微量元素等。

1.1 皂苷类成分

酸枣仁中富含一种关键活性化合物——酸枣仁皂苷, 其含量丰富且化学结构复杂, 被广泛认为具备显著的镇静和催眠效果, 尤其在传统医学

领域备受瞩目^[10]。据研究, 其结构特异性地归属于达玛烷型三萜皂苷^[11]。当前, 对于酸枣仁皂苷类化合物的研究已经相当深入, 科研人员成功分离并确认了超过十种此类成分。尤其值得注意的是, 酸枣仁皂苷 A 已被列入《中国药典 (2020 年版)》中, 作为对酸枣仁药材质量控制的重要指标^[1]。黄丽等^[12]创新地采用了一测多评法, 成功定量分析了酸枣仁中的 4 种皂苷类化合物含量, 并进一步对多达 16 批次的酸枣仁药材进行了精准测定。郭盛等^[13]在其研究中创新性地从酸枣果实的果肉组织中成功提取并鉴定了大枣皂苷 I 和大枣皂苷 II 这两种化合物。刘朋朋^[14]首次成功从酸枣仁中分离并确认了大枣皂苷 III 的存在。本综述选择 18 种代表性的此类化合物, 具体数据见表 1。

1.2 黄酮类成分

酸枣仁中总黄酮的质量分数为 0.95%, 研究显示, 酸枣仁中总黄酮的化学结构种类丰富, 主要包括芹菜素型黄酮碳苷、异黄酮以及黄酮醇苷类化合物^[18]。众多研究者已成功分离并鉴定出一系列具有显著镇静和安神效果的黄酮类化合物, 本文重点列举了 62 种酸枣仁中的黄酮类化合物, 具体信息见表 2。

1.3 生物碱类成分

除了丰富的酸枣仁皂苷和黄酮类化合物, 酸枣仁的生物碱成分尤其显著, 主要包括异喹啉类、苜基异喹啉类以及阿朴菲类等多种类型^[23-25]。随着深度探究, 众多生物碱已得以分离和识别, 本文关注并详细列出了 23 种具有代表性的生物碱类化合物, 该类化合物的具体信息见表 3。

表1 酸枣仁中皂苷类化学成分汇总

Table 1. Aaponin chemical constituents of *Ziziphi spinosae semen*

序号	化合物中文名称	化合物英文名称	分子式	参考文献
1	酸枣仁皂苷A	jujuboside A	C ₅₈ H ₉₄ O ₂₆	[15]
2	酸枣仁皂苷B	jujuboside B	C ₅₂ H ₈₄ O ₂₁	[16]
3	酸枣仁皂苷B1	jujuboside B1	C ₅₂ H ₈₄ O ₂₁	-
4	酸枣仁皂苷A1	jujuboside A1	C ₅₈ H ₉₄ O ₂₆	[16]
5	酸枣仁皂苷C	jujuboside C	C ₅₉ H ₉₆ O ₂₇	-
6	乙酰酸枣仁皂苷B	acetyljujuboside B	C ₅₄ H ₈₇ O ₂₂	-
7	原酸枣仁皂苷A	protojujuboside A	C ₆₄ H ₁₀₆ O ₃₂	[17]
8	原酸枣仁皂苷B	protojujuboside B	C ₅₈ H ₉₆ O ₂₇	-
9	原酸枣仁皂苷B1	protojujuboside B1	C ₅₈ H ₉₆ O ₂₇	-
10	酸枣仁皂苷G	jujuboside G	C ₅₂ H ₈₆ O ₂₂	[16]

续表1

序号	化合物中文名称	化合物英文名称	分子式	参考文献
11	酸枣仁皂苷H	jujuboside H	C ₅₈ H ₉₆ O ₂₇	[17]
12	酸枣仁皂苷D	jujuboside D	C ₅₈ H ₉₄ O ₂₆	-
13	酸枣仁皂苷E	jujuboside E	C ₆₄ H ₁₀₆ O ₃₁	-
14	大枣皂苷I	zizyphus saponin I	C ₄₇ H ₇₆ O ₁₇	[13]
15	大枣皂苷II	zizyphus saponin II	C ₄₇ H ₇₆ O ₁₇	[13]
16	大枣皂苷III	zizyphus saponin III	C ₄₇ H ₇₆ O ₁₇	[14]
17	大枣苷	ziziphin	C ₅₁ H ₈₀ O ₁₈	[18]
18	赤豆皂苷	azukisaponin	C ₅₄ H ₈₆ O ₂₅	[18]

注：“-”为20年前文献资料。

表2 酸枣仁中黄酮类化学成分汇总

Table 2. Flavone chemical constituents of Ziziphi Spinosae Semen

序号	化合物中文名称	化合物英文名称	分子式	参考文献
1	斯皮诺素	spinosin	C ₂₈ H ₃₂ O ₁₅	[19]
2	当药黄素	swertisin	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₁	[19]
3	葛根素	puerarin	C ₂₁ H ₂₀ O ₉	[19]
4	6"-阿魏酰斯皮诺素	6"-feruloylisospinosin	C ₃₈ H ₄₀ O ₁₈	[19]
5	异斯皮诺素	isospinosin	C ₂₈ H ₃₂ O ₁₅	[19]
6	6"-阿魏酰异斯皮诺素	6"-feruloylisospinosin	C ₃₈ H ₄₀ O ₁₈	[19]
7	异牡荆素	isovitexin	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	[19]
8	isovitexin-2"-O-β-D-glucopyranoside	isovitexin-2"-O-β-D-glucopyranoside	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	[19]
9	酸枣黄素	zizulgarin	C ₂₈ H ₃₂ O ₁₅	[20]
10	6"-芥子酰异斯皮诺素	6"-sinapoylisospinosin	C ₃₈ H ₄₀ O ₁₈	[20]
11	6"-对香豆酰异斯皮诺素	6"-p-coumaroylisospinosin	C ₃₇ H ₃₈ O ₁₈	[20]
12	6"-对羟基苯甲酸酰异斯皮诺素	6"-p-hydroxybenzoylisospinosin	C ₃₅ H ₃₆ O ₁₇	[20]
13	6,8-二碳葡萄糖基芹菜素	6"-p-hydroxybenzoylisospinosin	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	[20]
14	6"--(4"-O-β-D-glucopyranosyl)-vanilloyl spinosin	6"--(4"-O-β-D-glucopyranosyl)-vanilloyl spinosin	C ₄₁ H ₆₈ O ₂₁	[21]
15	6"-dihydrophaseoyl spinosin	6"-dihydrophaseoyl spinosin	C ₄₃ H ₅₁ O ₁₉	[22]
16	6",6"-diferuloyl spinosin	6",6"-diferuloyl spinosin	C ₄₈ H ₄₈ O ₂₁	[22]
17	4,2',4',6'-四羟基查尔酮	4,2',4',6'-tetrahydroxychalcone	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	[23]
18	柚皮素	naringenin	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	[23]
19	圣草酚	eriodictyol	C ₁₅ H ₁₂ O ₆	[23]
20	红车轴草素	pratensein	C ₁₆ H ₁₂ O ₆	[23]
21	木犀草素-7-葡萄糖醛酸苷	luteolin-7-O-glucuronide	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₂	[23]
22	飞燕草素3-O-葡萄糖苷	delphinidin-3-O-glucoside	C ₂₁ H ₂₁ O ₁₂ ⁺	[23]
23	新橙皮苷	neohesperidin	C ₂₈ H ₃₄ O ₁₅	[23]
24	芹菜素5-O-葡萄糖苷	apigenin-5-O-glucoside	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	[23]
25	芦丁	rutin	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	[23]
26	天竺葵素	pelargonidin	C ₁₅ H ₁₁ O ₅ ⁺	[23]
27	松黄烷酮	pinocembrin	C ₁₅ H ₁₂ O ₄	[23]
28	短叶松素	pinobanksin	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	[23]
29	香橙素	dihydrokaempferol	C ₁₅ H ₁₂ O ₆	[23]
30	根皮素	phloretin	C ₁₅ H ₁₄ O ₅	[23]
31	(-)-表阿夫儿茶精	(-)-epiafzelechin	C ₁₅ H ₁₄ O ₅	[23]
32	表儿茶	L-epicatechin	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	[23]
33	儿茶素	catechin	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	[23]
34	樱黄素	prunetin	C ₁₆ H ₁₂ O ₅	[23]
35	香叶木素	diosmetin	C ₁₆ H ₁₂ O ₆	[23]
36	高车前素	hispidulin	C ₁₆ H ₁₂ O ₆	[23]
37	球松素查尔酮	pinostrobin chalcone	C ₁₆ H ₁₄ O ₄	[23]
38	双甲氧基槲皮素	di-O-methylquercetin	C ₁₇ H ₁₄ O ₇	[23]

续表2

序号	化合物中文名称	化合物英文名称	分子式	参考文献
39	野黄芩苷	scutellarin	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₂	[23]
40	金雀异黄素-8-C-葡萄糖苷	genistein-8-C-glucoside	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	[23]
41	芹菜素-7-O-葡萄糖苷	apigenin-7-O-glucoside	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	[23]
42	牡荆素	vitexin	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	[23]
43	木犀草苷	cynaroside	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	[23]
44	荭草苷	orientin	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	[23]
45	金丝桃苷	hyperin	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	[23]
46	槲皮素-3-O-葡萄糖苷	isoquercitrin	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	[23]
47	槲皮素-7-O-葡萄糖苷	quercetin-7-O-Glucoside	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	[23]
48	异槲皮苷	isotrifoliin	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	[23]
49	矢车菊素-3-O-葡萄糖苷	cyanidin-3-O-glucoside	C ₂₁ H ₂₁ ClO ₁₁	[23]
50	异柚葡萄糖苷	isohemiphloin	C ₂₁ H ₂₂ O ₁₀	[23]
51	表没食子儿茶素没食子酸酯	epigallocatechingallate	C ₂₂ H ₁₈ O ₁₁	[23]
52	没食子儿茶素没食子酸酯	galocatechin-3-O-gallate	C ₂₂ H ₁₈ O ₁₁	[23]
53	3'-甲氧基葛根素	3'-methoxypuerarin	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₀	[23]
54	黄豆黄苷	glycitin	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₀	[23]
55	日当药黄素	swertiajaponin	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₁	[23]
56	矢车菊素-3-O-(6"-乙酰葡萄糖苷)	cyanidin-3-O-(6"-acetylglucoside)	C ₂₃ H ₂₃ O ₁₂ ⁺	[23]
57	矢车菊素-3-O-(6"-丙二酰葡萄糖苷)	cyanidin-3-O-(6"-malonylglucoside)	C ₂₄ H ₂₃ ClO ₁₄	[23]
58	皂草苷	saponarin	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	[23]
59	柚皮苷	naringin	C ₂₇ H ₃₂ O ₁₄	[23]
60	6"-阿魏酰斯皮诺素	6"-feruloylspinosin	C ₃₈ H ₄₀ O ₁₈	[23]
61	原儿茶酸	protocatechuicacid	C ₇ H ₆ O ₄	[23]
62	4,2',4',6'-四羟基查尔酮	4,2',4',6'-tetrahydroxychalcone	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	[23]

表3 酸枣仁中生物碱类化学成分汇总

Table 3. Alkaloid chemical constituents of Ziziphi spinosae semen

序号	化合物中文名称	化合物英文名称	分子式	参考文献
1	酸枣仁碱 A	sanjoinine A	C ₃₁ H ₄₂ N ₄ O ₄	[26]
2	酸枣仁碱 B	sanjoinine B	C ₃₀ H ₄₀ N ₄ O ₄	[26]
3	酸枣仁碱 D	sanjoinine D	C ₃₂ H ₄₆ N ₄ O ₅	[26]
4	酸枣仁碱 F	sanjoinine F	C ₃₁ H ₄₂ N ₄ O ₅	[26]
5	酸枣仁碱 G1	sanjoinine G1	C ₃₁ H ₄₄ N ₄ O ₅	[26]
6	酸枣仁碱K	sanjoinine K	C ₁₇ H ₁₉ NO ₃	[26]
7	荷叶碱	nuciferine	C ₁₉ H ₂₁ NO ₂	[26]
8	原荷叶碱	normuciferine	C ₁₈ H ₁₉ NO ₂	[26]
9	去甲荷叶碱	normuciferine	C ₁₈ H ₁₉ NO ₂	[26]
10	酸李碱	zizyphusine	C ₂₀ H ₂₄ N ₄ O ₄ ⁺	[26]
11	酸枣仁环肽	sanjoinenine	C ₂₉ H ₃₅ N ₃ O ₄	[26]
12	安木菲宾碱	ampjibine	C ₄₇ H ₇₆ O ₁₇	[26]
13	去甲紫堇定	isocorynoline	C ₂₀ H ₂₃ N ₄ O ₄	[25]
14	木兰花碱	magnoflorine	C ₂₀ H ₂₄ N ₄ O ₄ ⁺	[25]
15	N-甲基巴婆碱	N-methylasimilo bine	C ₁₈ H ₁₉ NO ₂	[25]
16	-	lysicamine	C ₁₈ H ₁₃ NO ₃	[26]
17	-	sanjoinine la	C ₁₈ H ₁₉ NO ₂	[26]
18	-	sanjoinine lb	C ₁₉ H ₂₁ NO ₄	[26]
20	荷叶碱	sanjoinine E	C ₁₉ H ₂₁ NO ₂	[26]
21	N-甲基巴婆碱	N-methylasimilobine	C ₁₈ H ₁₉ NO ₂	[26]
22	鹅掌楸宁碱	caaverine	C ₁₇ H ₁₇ NO ₂	[26]
23	-	juzirine	C ₁₇ H ₁₅ N ₃ O ₃	[26]

1.4 三萜类成分

酸枣仁中含有丰富的羽扇豆烷型三萜类化合物，如白桦脂酸和白桦脂醇，后者来源于 zizyberanalic acid^[27]。特别是白桦脂醇和白桦脂酸，作为此类化合物的代表，显示出显著的抗癌、抗病毒及抗炎特性^[28]。

1.5 其他类成分

酸枣仁中还含有脂肪酸和挥发油类成分^[10]，酸枣多糖、植物甾醇、维生素 C、维生素 E、环磷酸腺苷、环化核苷酸等多种生物活性成分^[24]。郭胜男等^[29]采用顶空-固相微萃取技术结合气相色谱-质谱联用法从柏子仁-酸枣仁药对中鉴定了其中 71 种挥发性成分。

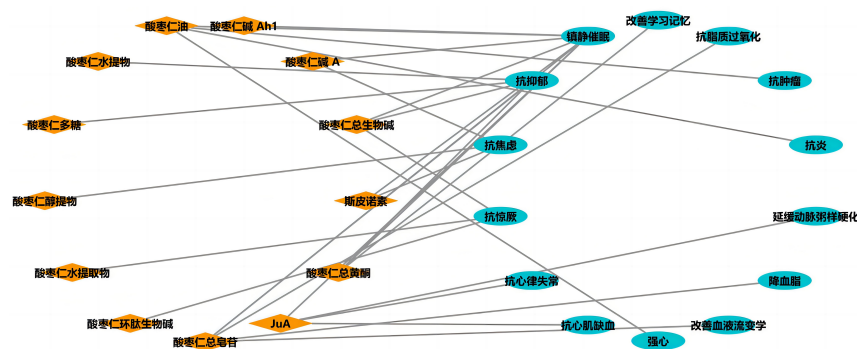


图1 酸枣仁成分相关药理作用

Figure 1. Pharmacological effects of Ziziphi spinosae semen components

注：橘色菱形为药理作用，蓝色圆形为化合物。

2.1 酸枣仁皂苷的药理作用

酸枣仁中富含的皂苷类化合物，尤其是酸枣仁皂苷，因其复杂的化学结构和广泛的生物活性而备受瞩目。随着科研的深入探究，酸枣仁皂苷单体已经成为当前研究领域内的一个热点。①镇静催眠：Song 等^[30]的研究中发现，酸枣仁皂苷具有显著的效果，其能提升海马神经元细胞内 γ -氨基丁酸受体的表达量，同时明显增强氯离子通道的开放频率，从而展现出明显的镇静和催眠效果。②抗抑郁：根据最新的科研成果，现代医学研究表明，经典安神药方酸枣仁汤中的酸枣仁皂苷类化合物、独特的酸枣仁生物碱活性成分，以及川芎所含的挥发油和知母皂苷等有效成分，均被证实具备明显的抗抑郁效能，这在当前的研究中得到了广泛认可^[31]。李陆等^[32]在一项关键的动物实验研究中揭示，酸枣仁合欢方的皂苷活性成分，尤其是白桦脂醇和白桦脂酸，展现出明显的抗抑郁效能。③延缓动脉粥样硬化：根据研究显示，酸枣仁皂苷 A 具有显著效果，其不仅能减

2 药理作用

在中国知网和 PubMed 数据库的深度挖掘中，关于“酸枣仁”“Ziziphi spinosae semen”的研究成果显著增长；其丰富的生物碱、皂苷、黄酮以及脂肪酸等这些已被证实具有显著药理活性的成分尤为受研究者关注；其在镇静催眠和抗抑郁方面表现出良好的效果，因此该方面的研究尤为密集，如图 1 所示。本文详尽梳理了近 10 年来的文献，对于酸枣仁各类化合物的药理作用有了全面而深入的探讨，尤其侧重于其多元且重要的药效机制。

少心肌细胞的凋亡率，提升心脏功能，而且在实践中被证实能有效抑制动脉粥样硬化的进程，起到了延缓其发展的作用^[33]。

2.2 酸枣仁黄酮的药理作用

在过去的 10 年间，酸枣仁这一传统草本植物的研究焦点显著转向其主要活性成分——黄酮类化合物，尤其是对于其在镇静和催眠领域的药理效应。其中，斯皮诺素和当药黄素作为酸枣仁黄酮类成分的关键组成部分，被广泛认为对这些作用发挥有决定性影响。研究发现，经由当药黄素干预后，大鼠海马神经元中的 γ -氨基丁酸受体亚单位表达呈现显著提升。同样，地西洋的作用机制表明，其能调节如 γ -氨基丁酸 $\alpha 1$ 受体亚单位等蛋白的表达，这提示了当药黄素可能通过类似的途径发挥镇静效应^[34]。酸枣仁中的 6-羟基黄酮表现出显著的与苯二氮卓受体以及 γ -氨基丁酸受体的高亲和性，其作用机制在于调控 γ -氨基丁酸的水平，从而深度影响睡眠质量^[35]。

2.3 酸枣仁其他类成分的药理作用

近年来，关于脂肪酸（酸枣仁油）的药理活性研究日益受到关注并呈现增长态势，赵启铎^[36]在相关研究中发现，酸枣仁油具有明显的促睡眠效果，并且其优点在于不易引发耐受性。酸枣仁油可升高小鼠的脾指数和胸腺指数，对 S180 实体肉瘤小鼠的瘤体生长起到抑制作用，抑瘤率为 58.21%^[37]。也有研究发现，酸枣仁总生物碱具有明显的镇静催眠作用、抗惊厥作用^[38]。

3 酸枣仁相关药对、复方的临床应用及药理作用研究

在传统中医临床应用中，酸枣仁作为常用的镇静催眠药常与其他药材配合使用，广泛用于具有失眠、耳鸣、盗汗、烦躁、心神不安、头晕耳鸣等临床表现的神衰弱以及更年期综合征、焦虑症、抑郁症、神经衰弱等疾病的治疗中^[39]。基于此，本文通过调研文献研究发现，酸枣仁汤在失眠患者治疗中疗效显著，总有效率为 92.16%^[40]。因此，市

面上也出现了多种含有酸枣仁的中成药，本文对酸枣仁相关中成药进行总结，具体见图 2。

鉴于酸枣仁富含多元化的化学成分，其在应对慢性及复杂病症如失眠、更年期综合症、阿尔茨海默症等领域展现出显著的疗效，并且因低毒副作用而备受青睐。因此，酸枣仁广泛地融入了各种针对不同疾病目标的药物组合和复方制剂中。酸枣仁的药理作用具体见表 4。

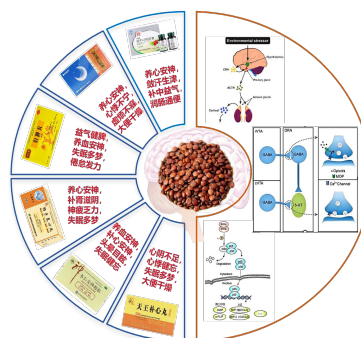


图2 酸枣仁临床应用

Figure 2. Clinical application of Ziziphi spinosae semen

表4 酸枣仁相关药对、复方的药理作用研究

Table 4. Study on the pharmacological effects of related medicinal pairs and compound formulas of Ziziphi spinosae semen

序号	药对/组方/成药	处方组成	功效	作用机制
1	酸枣仁-合欢花	酸枣仁、合欢花	抗抑郁	通过调节内质网应激IRE1α/ASK1/JNK通路发挥抗抑郁作用 ^[41]
2	酸枣仁-远志	酸枣仁、远志	镇静催眠	从缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸生物合成，甘油酯代谢，丙氨酸、天冬氨酸和谷氨酸代谢，苯丙氨酸代谢，以及半胱氨酸和甲硫氨酸代谢通路发挥作用 ^[42]
3	酸枣仁汤	酸枣仁、甘草、知母、茯苓、川芎	养血安神	①作用于5-羟色胺、4-氨基丁酸等抑制性的神经递质 ^[43] ②提高谷氨酸、甲肾上腺素、多巴胺等兴奋性神经递质的代谢水平 ^[44] ③影响白细胞介素-1β、肿瘤坏死因子-α等细胞因子 ^[45] 、B淋巴细胞瘤-2基因、bax等凋亡基因的表达水平 ^[46] 以及其他睡眠相关因子 ^[47] ④激活cAMP/PKA-CREB 信号通路 ^[48] ⑤减少胶质细胞作用而改善神经细胞功能 ^[49]
4	枣仁合欢方	酸枣仁、合欢皮、白芍、柏子仁	镇静安神	总皂苷通过抑制单胺氧化酶和调节5-羟色胺系统、去甲肾上腺素系统发挥抗抑郁作用 ^[50]
5	枣仁安神颗粒	酸枣仁、丹参、五味子	补心安神	改善5-HT受体、γ-氨基丁酸-苯二氮卓类受体作用 ^[51]
6	天仁安眠颗粒	酸枣仁、首乌藤、天麻、黄连、肉桂	失眠症	激动γ-氨基丁酸受体产生中枢抑制作用，对惊厥反应具一定的拮抗作用 ^[52]
7	百合地黄汤+酸枣仁汤	百合、生地、酸枣仁、甘草、知母、茯苓、川芎	养阴清热、养血安神	调控炎症因子及海马源性神经营养因子水平而发挥抗抑郁作用 ^[53]
8	天王补心丹	生地黄、五味子、当归身、天冬、麦冬、柏子仁、酸枣仁、人参、玄参、丹参、白茯苓、远志、桔梗、石菖蒲、朱砂、甘草	滋阴清热、养血安神	抑制TLR4通路的因子过表达，调节机体的免疫功能 ^[54]

续表4

序号	药对/组方/成药	处方组成	功效	作用机制
9	酸枣仁滴丸	酸枣仁	养血安神	降低高脂血症小鼠血清中总胆固醇及低密度脂蛋白水平、提高高密度脂蛋白水平 ^[55]

4 结语

本文探讨了酸枣仁，一种兼具药用和食用价值的珍贵中药，特别关注其化学构成、剖析其现代药理作用与机制、复方药物中的应用，以及相关成药的药效研究。酸枣仁富含皂苷、黄酮、生物碱和多元脂肪酸等活性成分，其药效广泛。在神经系统的应用上，展现出了显著的镇静、催眠和抗抑郁效果，同时具备抗焦虑的功效^[56-59]。尤其在心血管系统中，酸枣仁表现出较好的作用，如对抗心肌缺血、纠正心律失常以及降低血脂，为临床提供了多方面的治疗支持。多项研究表明，酸枣仁不仅对提升免疫力具有积极作用，而且表现出抗癌和抗衰老的功效^[60-63]。

鉴于其药食两用的特性，酸枣仁在当前阶段展现出显著的药用潜力，亟需人们深入探究并积极开发利用。近年来，伴随着失眠人群的日益增长，酸枣仁的需求量急剧上升，导致其在市场上呈现出严重的供需失衡现象，价格持续飙升，难以得到有效平抑。对于酸枣仁，尽管学术界已展开了长期研究，在其化学成分和药理效应上取得了显著的成果。然而，在种质资源的优化选择、人工栽培技术的提升以及采收和加工工艺的深入探究等方面相对不足，研究内容尚显片面，需要进一步深化并趋向完善。鉴于此，应大力增强对酸枣仁人工培育技术的科研投入，积极推广其应用，并深度挖掘其潜力，以期广泛拓展对其研究和经济开发的领域。

参考文献

- 1 中国药典 2020 年版. 一部 [S]: 2020: 382.
- 2 董晓娜, 李梦婷, 谷慧阳, 等. 酸枣仁皂苷 B 的生理作用研究进展 [J]. 中国中药杂志, 2023, 48(16): 4295-4301. [Dong XN, Li MT, Gu HY, et al. Advances in pharmacological effects of jujuboside B[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2023, 48(16): 4295-4301.] DOI: 10.19540/j.cnki.cjmm.20230320.701.
- 3 尹美玲, 宋颜君, 许利嘉, 等. 酸枣仁的古今应用和热点变化的研究进展 [J]. 中成药, 2022, 44(12): 3949-

3953. [Yin ML, Song YJ, Xu LJ, et al. Research progress on the ancient and modern applications and hot topic changes of *Ziziphi spinosae semen*[J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 2022, 44(12): 3949-3953.] DOI: 10.3969/j.issn.1001-1528.2022.12.034.
- 4 郭秀洁, 李昊虬, 冯昊天, 等. 基于高效液相色谱定量指纹图谱和液相色谱-质谱联用定量的酸枣仁提取物质量考察 [J]. 色谱, 2021, 39(9): 989-997. [Guo XJ, Li HY, Gu HY, et al. Quality analysis of *Ziziphi spinosae semen* extracts based on high performance liquid chromatography quantitative fingerprint and ultra-high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry quantification[J]. Chinese Journal of Chromatography, 2021, 39(9): 989-997.] DOI: 10.3724/SP.J.1123.2021.06019.
- 5 Zhang YQ, Qiao LD, Song MY, et al. HPLC-ESI-MS/MS analysis of the water-soluble extract from *Ziziphi spinosae semen* and its ameliorating effect of learning and memory performance in mice[J]. Pharmacogn Mag, 2014, 10(40): 509-516. DOI: 10.4103/0973-1296.141777.
- 6 Hua Y, Guo S, Xie H, et al. *Ziziphus jujuba* Mill. var. *spinosa* (Bunge) Hu ex H. F. Chou seed ameliorates insomnia in rats by regulating metabolomics and intestinal flora composition[J]. Front Pharmacol, 2021, 12: 653767. DOI: 10.3389/fphar.2021.653767.
- 7 Shergis JL, Hyde A, Meaklim H, et al. Medicinal seeds *Ziziphus spinosa* for insomnia: a randomized, placebo-controlled, cross-over, feasibility clinical trial[J]. Complement Ther Med, 2021, 57: 102657. DOI: 10.1016/j.ctim.2020.102657.
- 8 Li LB, Kim YW, Wang YH, et al. Methanol extract of *Semen ziziphi spinosae* attenuates ethanol withdrawal anxiety by improving neuropeptide signaling in the central amygdala[J]. BMC Complement Altern Med, 2019, 19(1): 147. DOI: 10.1186/s12906-019-2546-0.
- 9 Luo H, Sun SJ, Wang Y, et al. Revealing the sedative-hypnotic effect of the extracts of herb pair *Semen ziziphi spinosae* and *Radix Polygalae* and related mechanisms through experiments and metabolomics approach[J]. BMC

- 26 He SR, Zhao CB, Zhang JX, et al. Botanical and traditional uses and phytochemical, pharmacological, pharmacokinetic, and toxicological characteristics of *Ziziphi spinosae* semen: a review[J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2020, 2020: 5861821. DOI: [10.1155/2020/5861821](https://doi.org/10.1155/2020/5861821).
- 27 车勇, 郑冰清, 滕勇荣, 等. 酸枣叶化学成分的研究[J]. *中成药*, 2012, 34(4): 686–688. [Che Y, Zheng BQ, Teng YR, et al. A study on the chemical constituents of *Suanzaoleaves*[J]. *Chinese Traditional Patent Medicine*, 2012, 34(4): 686–688.] DOI: [10.3969/j.issn.1001-1528.2012.04.027](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1528.2012.04.027).
- 28 王炯然. 酸枣仁中多种活性成分的分析方法研究[D]. 北京: 北京农学院, 2020. DOI: [10.26950/d.cnki.gbjnx.2020.000022](https://doi.org/10.26950/d.cnki.gbjnx.2020.000022).
- 29 郭胜男, 文婷, 卢金清. 基于 HS-SPME-GC-MS 技术分析安神药对柏子仁-酸枣仁中的挥发性成分[J]. *中国药师*, 2022, 25(6): 1091–1095. [Guo SN, Wen T, Lu JQ, et al. Analysis of volatile components in drug pairs of *Seman platycladi-Semen ziziphi spinosae* by HS-SPME-GC-MS[J]. *China Pharmacist*, 2022, 25(6): 1091–1095.] DOI: [10.19962/j.cnki.issn1008-049X.2022.06.033](https://doi.org/10.19962/j.cnki.issn1008-049X.2022.06.033).
- 30 Song PP, Zhang Y, Ma GJ, et al. The gastrointestinal absorption and metabolic dynamics of jujuboside A, a saponin derived from the seed of *Ziziphus jujuba*[J]. *J Agric Food Chem*, 2017, 65(38): 8331–8339. DOI: [10.1021/acs.jafc.7b02748](https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b02748).
- 31 张明远, 许二平, 尚立芝, 等. 酸枣仁汤及其组分治疗抑郁症的研究进展[J]. *中华中医药学刊*, 2022, 40(6): 48–54. [Zhang MY, Xu EP, Shang LZ, et al. Research progress of *Suanzaoren* decoction and its components in treatment of depression[J]. *Pharmacology and Clinics of Chinese Materia Medica*, 2022, 40(6): 48–54.] DOI: [10.13193/j.issn.1673-7717.2022.06.010](https://doi.org/10.13193/j.issn.1673-7717.2022.06.010).
- 32 李陆, 乔卫, 房德敏, 等. 酸枣仁合欢方皂苷部位及其主要成分对 CUMS 抑郁失眠小鼠的影响[J]. *中药新药与临床药理*, 2019, 30(12): 1416–1420. [Li Y, Qiao W, Fang DM, et al. The effect of *Suanzaoren Hehuan* Formula effective fraction and its main components on depression and insomnia relieving in CUMS model mice[J]. *Traditional Chinese Drug Research and Clinical Pharmacology*, 2019, 30(12): 1416–1420.] DOI: [10.19378/j.issn.1003-9783.2019.12.002](https://doi.org/10.19378/j.issn.1003-9783.2019.12.002).
- 33 杨雪, 郝二伟, 张帆, 等. 种子类中药及其活性成分改善动脉粥样硬化的作用机制研究[J]. *中国药房*, 2020, 31(7): 884–889. [Yang X, Hao EW, Zhang F, et al. Study on the mechanism of seed Chinese medicine and its active components in improving atherosclerosis[J]. *China Pharmacy*, 2020, 31(7): 884–889.] DOI: [10.6039/j.issn.1001-0408.2020.07.23](https://doi.org/10.6039/j.issn.1001-0408.2020.07.23).
- 34 Li YX, Zhao XT, Zhang YQ, et al. Pharmacokinetic study of Swertisin by HPLC-MS/MS after intravenous administration in rats[J]. *J Chromatogr Sci*, 2017, 55(1): 40–46. DOI: [10.1093/chromsci/bmw147](https://doi.org/10.1093/chromsci/bmw147).
- 35 胡金颖, 代立霞, 张丹参, 等. 酸枣仁中黄酮类物质药理作用研究进展[J]. *中国药理学与毒理学杂志*, 2021, 35(10): 785–786. [Hu JY, Dai LX, Zhang DS, et al. Research progress on the pharmacological effects of flavonoids in *Semen ziziphi spinosae*[J]. *Chinese Journal of Pharmacology and Toxicology*, 2021, 35(10): 785–786.] DOI: [10.3867/j.issn.1000-3002.2021.10.115](https://doi.org/10.3867/j.issn.1000-3002.2021.10.115).
- 36 赵启铎. 酸枣仁油中不饱和脂肪酸的药理实验研究[J]. *天津中医药*, 2005, (4): 331–333. [Zhao QD. Pharmacological experimental study on unsaturated fatty acids in sour jujube kernel oil[J]. *Tianjin Journal of Traditional Chinese Medicine*, 2005, (4): 331–333.] DOI: [10.3969/j.issn.1672-1519.2005.04.028](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-1519.2005.04.028).
- 37 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. [Du YD, Hu R, Liu JP, et al. Inhibitory effect of Jujube kernel oil on mice bearing S180 sarcoma[J]. *Modern Traditional Chinese Medicine*, 2011, 31(1): 53–55.] DOI: [10.13424/j.cnki.mtcm.2011.01.026](https://doi.org/10.13424/j.cnki.mtcm.2011.01.026).
- 38 符敬伟, 乔卫, 陈朝晖. 酸枣仁总生物碱镇静催眠作用的实验研究[J]. *天津医科大学学报*, 2005, 11(1): 52–54. [Fu JW, Qiao W, Chen ZH, et al. Study on sedative and hyponotic effect of total alkaloid from *Semen ziziphi spinosae*[J]. *Journal of Tianjin Medical University*, 2005, 11(1): 52–54.] DOI: [10.3969/j.issn.1006-8147.2005.01.017](https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-8147.2005.01.017).
- 39 宁宏. 中药酸枣仁的药理作用及现代临床应用[J]. *内蒙古中医药*, 2017, 36(6): 98. [Ning H. Pharmacological effects and modern clinical applications of traditional Chinese medicine *Semen ziziphi spinosae*[J]. *Nei Mongol Journal of Traditional Chinese Medicine*, 2017, 36(6): 98.] DOI: [10.16040/j.cnki.cn15-1101.2017.06.091](https://doi.org/10.16040/j.cnki.cn15-1101.2017.06.091).
- 40 欧巧玲, 刘超. 西药联合酸枣仁汤治疗失眠 51 例临

- 床观察[J]. 中国民族民间医药, 2020, 29(16): 93-95. [Ou QL, Liu C. Clinical observation on the treatment of 51 cases of insomnia with western medicine combined with Suanzaoren decoction[J]. Chinese Journal of Ethnomedicine and Ethnopharmacy, 2020, 29(16): 93-95.] DOI: 10.3969/j.issn.1007-8517.2020.16.zgmzmjyzz202016025.
- 41 施学丽, 杜晓娜, 夏猛, 等. 对药酸枣仁-合欢花对抑郁模型大鼠海马 CA3 区细胞凋亡及 caspase-12 表达的影响[J]. 神经解剖学杂志, 2019, 35(2): 177-181. [Shi XL, Du XN, Xia M, et al. The effect of sour jujube kernel and acacia flower on apoptosis and caspase-12 expression in hippocampal CA3 region of depression model rats[J]. Chinese Journal of Neuroanatomy, 2019, 35(2): 177-181.] DOI: 10.16557/j.cnki.1000-7547.2019.02.011.
- 42 孙胜杰. 酸枣仁-远志活性部位镇静安神作用与机理研究[D]. 太原: 山西中医药大学, 2019. <https://cdmd.cnki.com.cn/article/cdmd-10809-1019199551.htm>
- 43 李家豪, 郭晓玲, 张如意, 等. 酸枣仁汤对慢性睡眠剥夺老年失眠大鼠下丘脑 5-HT 及其受体表达的影响[J]. 时珍国医国药, 2017, 28(3): 530-532. [Li JH, Guo XL, Zhang RY, et al. The effect of Suanzaoren decoction on the expression of 5-HT and its receptors in the hypothalamus of elderly insomnia rats with chronic sleep deprivation[J]. Lishizhen Medicine and Materia Medica Research, 2017, 28(3): 530-532.] DOI: 10.3969/j.issn.1008-0805.2017.03.007.
- 44 左文彪, 臧印竹, 王慧. 酸枣仁汤对 PCPA 致失眠大鼠大脑皮质代谢型谷氨酸受体 mGluR1, mGluR2 的影响[J]. 亚太传统医药, 2018, 14(3): 4-7. [Zuo WB, Zang YZ, Wang H. Effect of Suanzaoren decoction on insomnia rats cerebral cortexin metabotropic glutamate receptor mGluR1, mGluR2[J]. Asia-Pacific Traditional Medicine, 2018, 14(3): 4-7.] DOI: 10.11954/ytetyy201803003.
- 45 郭杰, 尹晓刚. 酸枣仁汤对老年失眠模型大鼠学习记忆能力及脑内神经递质含量的影响[J]. 中国药房, 2016, 27(22): 3085-3087. [Zuo WB, Zang YZ, Wang H. Effect of Suanzaoren decoction on insomnia rats cerebral cortexin metabotropic glutamate receptor mGluR1, mGluR2[J]. Asia-Pacific Traditional Medicine, 2016, 27(22): 3085-3087.] DOI: 10.11954/ytetyy201803003.
- 46 张如意, 游秋云, 王平, 等. 酸枣仁汤对慢性睡眠剥夺老年失眠大鼠心肌细胞凋亡及相关蛋白 Bcl-2、Bax 表达的影响[J]. 中华中医药杂志, 2017, 32(4): 1691-1693. [Zhang RY, You QY, Wang P, et al. Effects of Suanzaoren decoction on cardiac muscle cells apoptosis and expression of Bcl-2 and bax proteins in the chronic sleep deprivation induced-senile insomnia rats[J]. China Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy, 2017, 32(4): 1691-1693.] DOI: CNKI:SUN:BXYY.0.2017-04-084.
- 47 张诗军, 陈泽雄, 李俊彪, 等. 加味酸枣仁汤治疗失眠证临床疗效及对 SIL-2R 水平的影响[J]. 中国中医基础医学杂志, 2002, 8(1): 40. [Zhang SJ, Chen ZX, Li JB. Clinical observation on treating insomnia and influence on the level of SIL-2R in the blood by Suanzaorentang[J]. Chinese Journal of Basic Medicine in Traditional Chinese Medicine, 2002, 8(1): 40.] DOI: 10.3969/j.issn.1006-3250.2002.01.017.
- 48 王慧, 臧印竹, 武静, 等. 酸枣仁汤对 PCPA 失眠大鼠大脑皮质代谢型谷氨酸受体和受体后 cAMP, PKA 的干预作用[J]. 中国中医基础医学杂志, 2018, 24(1): 34-37, 93. [Wang H, Zang YZ, Wu J, et al. Effect of Suanzaoren decoction on cAMP and PKA after metabolic glutamate receptor and receptor in the cerebral cortex of pepa insomnia rats[J]. Journal of Basic Chinese Medicine, 2018, 24(1): 34-37, 93.] DOI: 10.19945/j.cnki.issn.1006-3250.2018.01.016.
- 49 游秋云, 王平, 张舜波, 等. 酸枣仁汤对 REM 睡眠剥夺老年大鼠脑神经细胞凋亡及 c-fos 基因表达水平的影响[J]. 世界睡眠医学杂志, 2014, (2): 71-74. [You QY, Wang P, Zhang SB, et al. Effect of Suanzaoren decoction on neuronal apoptosis and c-fos gene expression of aged rats with rapid eye movement sleep deprivation[J]. World Journal of Sleep Medicine, 2014, (2): 71-74.] DOI: CNKI:SUN:SMZZ.0.2014-02-003.
- 50 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. [Ren LY, Qiao W, Liu JS, et al. Studies on antidepressant effective fraction of Suanzaoren Hehuan formula[J]. Traditional Chinese Drug Research and Clinical Pharmacology, 2011, 22(6): 602-605.] DOI: 10.19378/j.issn.1003-9783.2011.06.006.
- 51 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. [Luo L. Study on the quality standards of Zaoren Anshen granules[J]. Nei Mongol Journal of Traditional Chinese Medicine, 2017, 36(16): 130-131.] DOI: 10.16040/j.cnki.cn15-1101.2017.16.129.

- 52 王晶, 赵重博, 柏希慧, 等. 天仁安眠颗粒的质量标准研究 [J]. 陕西中医药大学学报, 2018, 41(2): 97–101. [Wang J, Zhao CB, Bai XH, et al. Study on the quality standard of Tianren Hypnotic granules[J]. Journal of Shaanxi College of Traditional Chinese Medicine, 2018, 41(2): 97–101.] DOI: [10.13424/j.cnki.jsctcm.2018.02.029](https://doi.org/10.13424/j.cnki.jsctcm.2018.02.029).
- 53 赵慧敏, 季晓君, 荣宝山, 等. 百合地黄汤合酸枣仁汤对抑郁模型大鼠海马及炎症因子的影响 [J]. 中华中医药杂志, 2020, 35(9): 4657–4660. [Zhao HM, Ji XJ, Rong BS, et al. Effects of Baihe Dihuang decoction and Suanzaoren decoction on hippocampus and inflammatory factors in rats with depression[J]. China Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy, 2020, 35(9): 4657–4660.] DOI: [10.27231/d.cnki.gnmyc.2019.000129](https://doi.org/10.27231/d.cnki.gnmyc.2019.000129).
- 54 刘珊, 敬秀平, 谢安卫, 等. 天王补心丹对失眠模型鼠的疗效及部分机制研究 [J]. 世界中医药, 2021, 16(5): 775–778. [Liu S, Jing XP, Xie AW, et al. Study on the therapeutic effect and partial mechanism of Tianwang Buxin pill on insomnia model rats[J]. World Chinese Medicine, 2021, 16(5): 775–778.] DOI: [10.3969/j.issn.1673-7202.2021.05.017](https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-7202.2021.05.017).
- 55 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. [Zhang T, Xie JB, Zhang YQ, et al. Optimization of preparation process of Zizyphi spinosae flavonoids dropping pills by central composite design-response surface methodology[J]. Chinese Pharmaceutical Journal, 2013, 48(2): 123–128.] DOI: [10.11669/cpj.2013.02.011](https://doi.org/10.11669/cpj.2013.02.011).
- 56 赵连红, 乔卫, 许岚. 酸枣仁中生物碱抗惊厥作用的实验研究 [J]. 天津药学, 2007, 19(1): 4–5. [Zhao LH, Qiao W, Xu L, et al. Experimental study on anti-convulsion effect of alkaloids from Semen zizyphi spinosae[J]. Tianjin Pharmacy, 2007, 19(1): 4–5.] DOI: [10.3969/j.issn.1006-5687.2007.01.002](https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-5687.2007.01.002).
- 57 邓伟, 唐其柱, 李欣, 等. 酸枣仁皂苷 A 对大鼠心肌细胞 L-型钙通道的影响 [J]. 武汉大学学报 (医学版), 2009, 30(3): 299–302. [Deng W, Tang QZ, Li X, et al. Inhibitory effect of jujuboside A on L-type calcium currents in ventricular myocytes of rats[J]. Medical Journal of Wuhan University, 2009, 30(3): 299–302.] DOI: [CNKI:SUN:HBYK.0.2009-03-006](https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-8259.2005.04.009).
- 58 张玮, 袁秉祥, 于晓江, 等. 酸枣仁总皂苷对大鼠急性心肌缺血的保护作用 [J]. 西安交通大学学报 (医学版), 2005, 26(4): 333–335. [Zhang W, Yuan BX, Yu XJ, et al. Protective action of Semen zizyphi spinosae on acute myocardial ischemia[J]. Journal of Xi'an Jiaotong University (Medical Sciences), 2005, 26(4): 333–335.] DOI: [10.3969/j.issn.1671-8259.2005.04.009](https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-8259.2005.04.009).
- 59 吴云虎, 陆晖, 张永全. 酸枣仁皂苷 A 对大鼠脑缺血海马区氨基酸递质水平及细胞凋亡的影响 [J]. 浙江中西医结合杂志, 2009, 19(7): 403–405. [Wu YH, Lu H, Zhang YQ, et al. Effects of jujuboside A on amino acid levels of neurotransmitters and apoptosis in hippocampus cerebral[J]. Zhejiang Journal of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, 2009, 19(7): 403–405.] DOI: [10.3969/j.issn.1005-4561.2009.07.004](https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-4561.2009.07.004).
- 60 Fu Q, Yuan HM, Chen J, et al. Dammarane-type saponins from Ziziphus jujube and their inhibitory effects against TNF- α release in LPS-induced RAW 246.7 macrophages[J]. Phytochemistry Letters, 2016, 16: 169–173. DOI: [10.1016/j.phytol.2016.04.010](https://doi.org/10.1016/j.phytol.2016.04.010).
- 61 徐吉敏, 张世安, 黄艳, 等. MTT 法研究酸枣仁皂苷 A 对肝细胞、肝星状细胞和肝癌细胞增殖的影响 [J]. 西北药学杂志, 2013, 28(3): 281–284. [Xu JM, Zhang SA, Huang Y, et al. Inhibitory effect of jujuboside A on proliferation of human normal liver cells, hepatic stellate cells and human hepatoma cells by MTT assay[J]. Northwest Pharmaceutical Journal, 2013, 28(3): 281–284.] DOI: [10.11669/cpj.2013.02.011](https://doi.org/10.11669/cpj.2013.02.011).
- 62 Jeremias I, Steiner HH, Benner A, et al. Cell death induction by betulinic acid, ceramide and TRAIL in primary glioblastoma multiforme cells[J]. Acta Neurochir (Wien), 2004, 146(7): 721–729. DOI: [10.1007/s00701-004-0286-4](https://doi.org/10.1007/s00701-004-0286-4).
- 63 白鹤龙. 酸枣仁化学成分分离提取及抗氧化活性评价研究 [D]. 长春: 长春师范学院, 2010.

收稿日期: 2024 年 03 月 18 日 修回日期: 2024 年 04 月 15 日
本文编辑: 李 阳 钟巧妮