

DOI:10.11937/bfyy.201705043

酸枣的营养成分及开发利用研究进展

杨 冲¹, 李宪松¹, 刘孟军^{1,2,3}

(1. 河北农业大学 国家北方山区农业工程技术研究中心, 河北 保定 071000; 2. 河北农业大学 中国枣研究中心, 河北 保定 071000; 3. 河北省枣产业技术研究院, 河北 保定 071000)

摘 要:酸枣是我国常见野生果树,为常用药用植物及最主要的栽培枣砧木,其果实和种子营养丰富、食疗价值高。该研究综述了酸枣果肉、种仁、叶、树皮和根中的主要化学成分,阐述了其食用、药用和栽培价值,分析了近年来酸枣产业的发展现状和存在问题,并对酸枣资源科学开发提出了一些建议,旨在为酸枣资源的高效利用及产业化开发提供参考依据。

关键词:酸枣;化学成分;开发利用;研究进展

中图分类号:S 665.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)05-0184-05

酸枣(*Z. acidujuba* Cheng et Liu)属鼠李科(Rhamnaceae)枣属(*Ziziphus* Mill.)野生灌木或小乔木,别名棘、野枣、山枣、葛针等^[1]。酸枣原产于我国,古称“棘”,即“荆棘遍地”的棘,现广泛分布于我国北方山区,是我国的特色优势野生果树和重要的药用植物。酸枣有很高的经济利用价值^[2],其果肉、种仁、叶、根、皮等均可入药,果肉营养丰富、口味独特,是制作天然保健饮品的理想材料。此外,酸枣树适应性及抗逆性极强,是我国优势经济林之一,也是枣树的最常用砧木。该研究对近30年来有关酸枣果肉、种仁、根、叶的主要化学成分和应用价值方面的研究成果进行了综述,以期为更好地挖掘利用酸枣资源及其产业化开发提供参考。

1 营养成分

1.1 果肉

酸枣果肉含有丰富的营养物质,包括多种维生素、有机酸、矿质元素和可溶性糖等。酸枣成熟果肉的维生素C含量高达600~1 100 mg·(100g)⁻¹,是栽培枣维生素C含量的2~3倍、沙棘的3~7倍、苹果和梨的100多倍^[3];酸枣的有机酸含量非常高,鲜

酸枣果肉中的可滴定酸含量高达0.29%~6.33%^[4]。孙延芳等^[5]运用高效液相色谱法分析发现,酸枣中含有草酸、苹果酸、乳酸、酒石酸、乙酸、柠檬酸、琥珀酸等有机酸;酸枣果肉中可溶性总糖含量虽不及栽培枣,但与大多数果品相比仍是非常高的,可达6.9%~33.7%。赵祥忠等^[6]研究结果显示,河北产酸枣的果肉中含有18种氨基酸、包括人体必需的8种氨基酸;还有31种微量元素,包括人体必需的9种微量元素。

研究表明,酸枣果肉中含有多多种三萜类化合物^[7-8],分别是齐墩果酸(oleanolic acid)、齐墩果酸(oleanonic acid)、蛇膝酸(cohibrinic acid)、麦珠子酸(alphitolic acid)、蒙脱木酸-3-O-顺式-对-香豆酰酯(3-O-*trans*-*p*-Coumaroyl alphitolic acid)、蒙脱木酸-3-O-反式-对-香豆酰酯(3-O-*cis*-*p*-Coumaroyl alphitolic acid)、山楂酸-3-O-顺式-对-香豆酰酯(3-O-*trans*-*p*-coumaroyl maslinic acid)、山楂酸-3-O-反式-对-香豆酰酯(3-O-*cis*-*p*-coumaroyl maslinic acid)、白桦脂酸(betulinic acid)、白桦酮酸(betulonic acid)、zizyberenic acid。王向红等^[9]分析了枣和酸枣果肉中熊果酸和齐墩果酸的含量,发现10多个品种的枣中齐墩果酸和熊果酸的含量均显著低于酸枣。郭盛等^[10]利用多种色谱方法分离酸枣果肉化学成分,鉴定出水杨酸(salicylic acid)、大枣皂苷 I(zizyphus saponin I)、大枣皂苷 II(zizyphus saponin II)、苹果酸乙酯(4-ethyl-2-hydroxysuccinate)、豆甾醇-3-O-β-D-葡萄糖苷(stigmasterol-3-O-β-D-glucopyranoside)、芦丁(rutin)、胡萝卜苷(daucosterol)、二十二烷酸(docosanoic acid)、硬

第一作者简介:杨冲(1987-),女,硕士,研究实习员,现主要从事园艺作物等研究工作。E-mail:hbndyc@163.com

责任作者:刘孟军(1965-),男,博士,教授,现主要从事干果种质资源与分子辅助育种、栽培生理与技术及果品营养与功能食品等研究工作。E-mail:lmj1234567@aliyun.com

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2013BAD14B03)。

收稿日期:2016-09-26

脂酸(stearic acid)、棕榈油酸(palmitoleic acid)、D-葡萄糖(D-glucose)等。

此外,刘孟军等^[11]利用蛋白结合法对 59 个不同酸枣品种果肉中的环腺苷酸(cAMP)进行了测定,其平均含量为 $23.87 \text{ nmol} \cdot \text{g}^{-1}$,最高含量为 $152.00 \text{ nmol} \cdot \text{g}^{-1}$ 。车勇等^[12]发现酸枣果肉中挥发性化学成分主要含有油酸(oleic acid)、棕榈酸(palmitic acid)、十四碳烯酸(tetradecenic acid)、亚油酸(octadecadienoic acid)等。

1.2 种仁

1.2.1 黄酮类 酸枣仁是传统的安神类中药材,已有大量学者对其化学成分进行了研究,研究发现酸枣仁主要的药效成分之一是黄酮类物质。1979 年,黄酮类化合物首次在酸枣仁中被分离鉴定^[13]。曾路等^[14]在酸枣仁的甲醇提取物中分离得到了 2 个黄酮类化合物,斯皮诺素(spinosin)和酸枣黄素(zivulgarin)。王贱荣等^[15]利用柱层析及重结晶等方法首次在酸枣仁中分离纯化得到异当药黄素(isoswertisin)。研究表明,酸枣仁中的黄酮类化合物还有葛根素(puerarin)、异牡荆黄素 $2''\text{-O-}\beta\text{-D-葡萄糖苷}$ (Isovitexin- $2''\text{-O-}\beta\text{-D-glucopyranoside}$)、当药素(swertisin)、异斯皮诺素(isospinosin)、 $6''\text{-阿魏酰异斯皮诺素}$ ($6''\text{-feruloylisospinosin}$)、 $6''\text{-阿魏酰斯皮诺素}$ ($6''\text{-feruloylspinosin}$)、Isovitexin- $2''\text{-O-p-D-glucopyranoside}$ 、异牡荆素(isovitexin)^[16]; $6''\text{-对羟基苯甲酸斯皮诺素}$ ($6''\text{-p-hydroxybenzoylspinosin}$)、 $6,8\text{-二碳葡萄糖基芹菜素}$ (vicenin-2)、 $6''\text{-芥子酰斯皮诺素}$ ($6''\text{-sinapoylspinosin}$)、 $6''\text{-对香豆酰斯皮诺素}$ ($6''\text{-p-coumaroylspinosin}$)^[17]; $6''\text{-(4''-O-}\beta\text{-D-吡喃葡萄糖基)-香草酰斯皮诺素}$ ($6''\text{-(4''-O-}\beta\text{-D-glucopyranosyl)-vanilloylspinosin}$)、 $6''\text{-(4''-O-P-D-glucopyranosyl)-vanilloylspinosin}$ ^[18]、 $6''\text{,6''-二阿魏酰异斯皮诺素}$ ($6''\text{,6''-diferuloylspinosin}$)、 $6''\text{,6''-diferuloylspinosin}$ 、 $6''\text{-dihydrophaseoylspinosin}$ ^[19]; $\text{山奈酚-3-O-}\beta\text{-D-吡喃木糖基-(1}\rightarrow\text{2)-}[\alpha\text{-L-吡喃鼠李糖基-(1}\rightarrow\text{6)]-}\beta\text{-D-吡喃葡萄糖苷}$ (kaempferol-3-O- $\beta\text{-D-xylopyranosyl-(1}\rightarrow\text{2)-}[\alpha\text{-L-rhamnopyranosyl-(1}\rightarrow\text{6)]-}\beta\text{-D-glucopyranoside}$)、 $6''\text{,6''-二阿魏酰异斯皮诺素}$ ($6''\text{,6''-diferuloylisospinosin}$)^[20]; 槲皮素 (quercetin)。

1.2.2 皂苷类 曾路等^[14]对酸枣仁化学成分进行分离提取,得到了酸枣仁皂苷 A、B(jujubosides A、B)。酸枣仁的镇定催眠功效的主要成分之一被认为是皂苷类化合物,也是近年来的研究热点。目前得到的酸枣仁皂苷类化合物主要有酸枣仁皂苷 A₁(ju-

jubosides A₁)、酸枣仁皂苷 B₁(jujubosides B₁)、酸枣仁皂苷 C(jujubosides C)、乙酰酸枣仁皂苷 B(acetyljujubosides B)^[22]、原酸枣仁皂苷 A(proto-jujubosides A)、原酸枣仁皂苷 B(proto-jujubosides B)、原酸枣仁皂苷 B₁(protojujubosides B₁)^[23]、酸枣仁皂苷 D(jujubosides D)^[24]、酸枣仁皂苷 E(jujubosides E)^[25]、酸枣仁皂苷 G(jujubosides G)^[26]、酸枣仁皂苷 H(jujubosides H)^[27]。

1.2.3 脂肪油 卢奎等^[28]研究发现,酸枣仁脂肪油中不饱和脂肪酸含量最高,达 78.2%,其中含油酸 49.1%、亚油酸 26.0%和亚麻酸 4.1%,还有少量的棕榈油酸、二十二碳酸、月桂酸。

1.2.4 三萜类 曾路等^[29]在对酸枣仁化学成分的研究中分离得到了 4 个三萜类化合物,均属于羽扇烷型,分别是白桦酯醇(betulin)、白桦酯酸(betulinic acid)、麦珠子酸(alphitolic acid)和美洲茶酸(ceanothic acid)^[14]。何峰等^[30]分离得到了另一种羽扇烷型三萜类化合物,罗珠子酸甲酯(alphitolic acid methyl ester)。曹琴等^[21]采用乙醇提取、硅胶等方法分离纯化酸枣仁化合物,得到了齐墩果酸。

1.2.5 甾体化合物和生物碱 曾路等^[29]在酸枣仁中得到 1 个甾体化合物,即胡萝卜苷。王贱荣等^[15]从酸枣仁中分离得到了菜油甾醇(campesterol)、豆甾醇-4-烯-3-酮(stigmast-4-en-3-one)、过氧麦角甾醇($5\alpha,8\alpha\text{-epidioxy-(22E,4R)-ergosta-6,22-dien-3}\beta$)。从酸枣仁提取物中分离得到的生物碱还有 lycicamin, juzirine 等^[31]。

1.2.6 其它类 酸枣仁中还含有阿魏酸^[32]、多糖^[33]、蛋白质、氨基酸^[34]及多种无机元素^[35]等。

1.3 叶、枝皮和根

董芳^[36]研究表明,酸枣叶中富含黄酮类物质,芦丁是其重要成分。张倩倩等^[37]对酸枣枝叶的成分进行研究,得到了白桦脂酸、槲皮素等 8 个化合物。酸枣叶中还含有氨基酸^[38]、异喹啉类生物碱^[39]等。CHE 等^[40]研究表明,酸枣根中含有羽扇豆醇(lupeol)、美洲茶酸(ceanothic acid)、豆甾醇(stigmasterol)、白桦酯(betulinic acid)、蛇婆子碱(adouetine X)、异美洲茶酸(isoceanothic acid)、豆甾醇-3-O-葡萄糖苷($3\text{-O-}\beta\text{-D-glucopyranosyl-stigmasterol}$)、酸枣枝皮中含有多酚类物质^[41]等。

2 酸枣的应用价值

2.1 食用价值

2.1.1 酸枣饮品 酸枣的营养价值很高,果肉有浓郁而独特的酸味,是很好的清凉饮料的加工原料。

近年来,越来越多的学者开展了关于酸枣果肉加工的研究。薄奎勇等^[42]直接用热水浸提酸枣原汁,加白砂糖、纯净水、柠檬酸调制了酸枣饮料,并通过了市级技术监督局审定。目前市面上已经出现了多种品牌的酸枣汁,如康师傅酸枣汁、蓝猫酸枣汁等。刘魁等^[43]将水浸提过滤粉碎的酸枣仁,加入牛奶、白砂糖等,制成酸枣仁乳饮料,该饮料具有辅助治疗失眠的作用。云月英等^[44]在酸枣仁浆液中加入鲜牛奶,用嗜热链球菌和保加利亚乳杆菌混合,在适宜条件下发酵,得到了酸枣仁酸奶。

2.1.2 酸枣果醋 卫拯友等^[45]将酸枣打浆酒精及醋酸发酵后,加以蜂蜜等调制成酸枣醋饮品。毛利衡^[46]对酸枣果醋酿造条件进行了优化,并分析了酸枣果醋的成分,酿造的酸枣果醋味柔、酸中带甜,散发浓郁的枣香,成分分析结果表明酸枣果醋中富含多种有机酸及多酚类物质、黄酮类化合物和多种挥发性风味化合物,且对超氧阴离子的清除能力很强。

2.1.3 酸枣果酒 杨宜非^[47]用热水浸提酸枣果肉,得到浸提液之后加入酿酒高活性干酵母发酵,40 d后用壳聚糖澄清酸枣果酒,在不断优化浸提和发酵条件后,酿制出了营养物质保留较多,口感好的酸枣果酒。

2.1.4 其它应用 酸枣果肉晾干后磨成粉可制成酸枣面,在河北省邢台地区酸枣面是一种传统食物,目前已开发的酸枣加工食品还有酸枣茶、酸枣果酱等^[48]。

2.2 酸枣的药用价值

2.2.1 镇静催眠作用 关于酸枣仁的镇静催眠功效研究很多,目前已经明确了酸枣仁镇静催眠作用的主要有效成分是黄酮类和皂苷类化合物,近年来研究热点是此作用的机制^[49]。张蕾等^[50]用酸枣果肉的乙醇提取物对小鼠灌胃,发现明显延长了小鼠的睡眠时间,具有显著的镇静催眠效果。赵新华等^[51]研究了酸枣叶提取物对中枢神经系统的作用,结果表明可明显抑制小鼠自主活动,延长小鼠睡眠时间,有明显的镇静催眠作用。时振洲等^[52]研究表明,酸枣根也有明显的镇静、催眠作用。

2.2.2 抗衰老作用 郎杰等^[53]对酸枣果肉多糖进行了研究,发现酸枣果肉中的多糖物质对试验所用的小鼠有抗衰老作用。张泽生等^[54]用酸枣提取物饲喂紫外线损伤后的果蝇,结果明显提高了果蝇的寿命,果蝇的CAT、SOD活性也明显高于对照组,表明酸枣提取物具有抗氧化、延缓衰老的作用。据报道,酸枣皮^[41]的多酚物质和酸枣仁脂肪油提取物^[55]也

具有抗衰老作用。

2.2.3 其它药用价值 除镇静安眠和延缓衰老外,酸枣仁还具有抗焦虑、抗抑郁、抗惊厥、抗心律失常、降压、降血脂、提高免疫力等功效^[56]。酸枣果肉和酸枣仁还可提高记忆力^[57]。

2.3 经济价值

如前述,酸枣有很高的食用和药用价值,加之酸枣早果速丰、管理容易,因而具有很高的栽培价值。此外,酸枣适应性极强,抗旱、抗寒、耐瘠薄、耐盐碱,而且可通过播种或根蘖等方法进行繁殖其与栽培枣的亲性和性很强,因此酸枣还是栽培枣的最常用砧木,并在绿化荒山、改善山区生态环境方面具有重要价值。利用野生酸枣改接栽培枣是提高酸枣经济价值的重要途径,王奋战^[58]用野生酸枣做砧木,快速改良成阜平大枣,嫁接当年即可结果,经济效益显著提高。

3 酸枣产业发展现状与建议

3.1 酸枣产业发展现状

长期以来酸枣一直基本上处于野生状态,但近年来在河北邢台、陕西延安已有规模化的商品酸枣栽培,主要用于提供饮料加工和药用酸枣仁原料,刘孟军^[59]曾总结酸枣栽培实践并参考栽培枣的有关技术提出了“酸枣丰产栽培技术”。河北和山东等省近年来还从野生酸枣中系统选育出一批栽培品种,河北农业大学还通过多倍体诱变首次培育出了酸枣四倍体品种“珠光”^[60]。由于绝大多数处于野生状态,或者虽然已经栽培化,但大多仍管理粗放,普遍产量低、质量差。随着我国城市化进程的加快和荒山荒地的大规模开发,乱砍乱伐酸枣树现象严重,很多有价值的酸枣优异类型遭到灭绝。此外,目前酸枣的开发重点多集中在酸枣仁的药用价值上,综合利用程度还很低。

3.2 建议

3.2.1 健全酸枣种质资源圃,保护酸枣优异种质资源 酸枣种质资源非常丰富,应加速收集各地特色鲜明的优异类型以及由于工农业开发和城镇化建设而导致濒危的类型,建立具有广泛代表性的酸枣优异特色种质资源圃进行迁地保护。目前,河北农业大学从河北、河南、山东、山西、陕西、辽宁、北京等酸枣主要分布区收集保存了100多个酸枣类型。但还需同时在酸枣古老和特异种质资源非常丰富的地区建立保护区进行原地保护,以最大限度的保护酸枣的遗传多样性。

3.2.2 加速酸枣的良种化和栽培化,提高酸枣种植

水平 我国酸枣种质资源非常丰富,各地已经筛选出一批优良类型并系统选育出一些优良品种^[4]。今后应根据市场需求,进一步加强不同用途酸枣优良品种的选育工作,包括含仁率高、镇静安眠成分含量丰富的药用品种;果大、可食率高、酸甜适口的鲜食品种;含酸量和出汁率高的饮料加工专用品种等。可借鉴栽培枣的种植经验,探索建立更加符合酸枣特点的栽培技术体系,加速实现良种化、栽培化和规模化生产。

3.2.3 建立酸枣综合加工技术体系,加大产业化开发力度 酸枣可谓全身都是宝,但当前能将酸枣果皮、果肉、果核和种仁综合高效利用的还很少,将优良品种、优化栽培技术、采后处理与综合加工利用有机整合的技术体系还未建立起来,生产技术水平和产业整体效益还比较低。建议将酸枣生产应与科研紧密结合,借鉴栽培枣产业化和欧李、沙棘、猕猴桃等野生果树开发的成功经验,走规模化、产业化、现代化的特色开发之路。

参考文献

- [1] 刘孟军, 诚静容. 枣和酸枣的分类学研究[J]. 河北农业大学学报, 1994, 17(4): 1-10.
- [2] 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.
- [3] 唐蕊, 张雪辉. 浅析野生酸枣的价值与开发利用[J]. 落叶果树, 2010(6): 23-24.
- [4] 刘孟军, 汪民. 中国枣种质资源[M]. 北京: 中国林业出版社, 2009: 356.
- [5] 孙延芳, 梁宗锁, 杨开宝, 等. 高效液相色谱法分析酸枣中的有机酸和维生素 C[J]. 黑龙江农业科学, 2011(8): 80-82.
- [6] 赵祥忠, 李哲. 利用野生酸枣酿制果醋的研究[J]. 中国调味品, 2007(257): 13-15.
- [7] LEE S M, PARK J G, LEE Y H, et al. Anti-complementary activity of triterpenoids from fruits of *Ziziphus jujuba* [J]. Biological and Pharmaceutical Bulletin, 2004, 27(11): 1883-1886.
- [8] GUO S, DUAN J A, TANG Y P, et al. Triterpenoids from the fruits of *Ziziphus jujuba* var. *spinosa* [J]. Biochemical Systematics & Ecology, 2011, 39: 880-882.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 刘孟军, 王永惠. 枣和酸枣等 14 种园艺植物 cAMP 含量的研究[J]. 河北农业大学学报, 1991, 14(4): 20-23.
- [12] 车勇, 李松涛, 张永清. 酸枣超临界萃取物的化学成分研究[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(17): 7822, 7834.
- [13] WOO W S, KANG S S, SHIM S H, et al. The structure of spinosin (2'-O- β -glucosylswertisin) from *Zizyphus vulgaris* var. *spinosa* [J]. Phytochemistry, 1979, 18(2): 353-355.
- [14] 曾路, 张如意, 王序. 酸枣仁化学成分研究Ⅲ[J]. 药学学报, 1987, 2(7): 114-120.
- [15] 王贱荣, 张健, 殷志琦, 等. 酸枣仁的化学成分[J]. 中国天然药物, 2008, 6(4): 268-270.
- [16] CHENG G, BAI Y J, ZHAO Y Y, et al. Flavonoids from *Ziziphus jujuba* Mill. var. *spinosa* [J]. Tetrahedron, 2000, 56(45): 8915-8920.
- [17] NIU C Y, WU C S, SHENG Y X, et al. Identification and characterization of flavonoids from semen zizyphi spinosae by high-performance liquid chromatography/linear ion trap FTICR hybrid mass spectrometry [J]. Journal of Asian Natural Products Research, 2010, 12(4): 300-312.
- [18] XIE Y Y, XU Z L, WANG H, et al. A novel spinosin derivative from semen zizyphi spinosae [J]. Journal of Asian Natural Products Research, 2011, 13(12): 1151-1157.
- [19] ZHANG L, XU Z L, WU C F, et al. Two new flavonoid glycosides from semen zizyphi spinosae [J]. Journal of Asian Natural Products Research, 2012, 14(2): 121-128.
- [20] 李敏, 王宇, 李畅, 等. 酸枣仁中 1 个新的黄酮碳苷类成分[J]. 中草药, 2014, 45(18): 2588-2592.
- [21] 曹琴, 王凯伟. 中药酸枣仁的化学成分研究[J]. 药学实践杂志, 2009, 27(3): 209-210.
- [22] YOSHIKAWA M, MURAKAMI T, IKEBATA A, et al. Bioactive saponins and glycosides. x. on the constituents of zizyphi spinosi semen, the seeds of *Zizyphus jujuba* Mill. var. *spinosa* Hu (1); structures and histamine release-inhibitory effect of jujubosides A₁ and C and acetyl jujuboside B [J]. Chemical and Pharmaceutical Bulletin, 1997, 45 (7): 1186-1192.
- [23] MATSUDA H, MURAKAMI T, IKEBATA A, et al. Bioactive saponins and glycosides. XIV. structure elucidation and immunological adjuvant activity of novel protojujubogenin type triterpene bisdesmosides, protojujubosides A, B and B₁, from the seeds of *Zizyphus jujuba* var. *spinosa* (Zizyphi Spinosi Semen) [J]. Chemical and Pharmaceutical Bulletin, 1999, 47(12): 1744-1748.
- [24] 刘沁虹, 王郅, 梁鸿, 等. 酸枣仁皂苷 D 的分离及结构鉴定[J]. 药科学报, 2004, 39(8): 601-604.
- [25] 白众晶, 程功, 陶晶, 等. 酸枣仁皂苷 E 的结构鉴定[J]. 药学学报, 2003, 38(12): 934-937.
- [26] 王建忠, 杨劲松. 酸枣仁中三萜皂苷的分离和结构研究[J]. 有机化学, 2008, 28(1): 69-72.
- [27] 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.
- [28] 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.
- [29] 曾路, 张如意, 王序. 酸枣仁化学成分研究[J]. 植物学报, 1986, 28(5): 517-522.
- [30] 何峰, 潘勤, 闵知大. 酸枣仁中的一种新羽扇豆烧型三萜[J]. 有机化学, 2008, 28(1): 69-72.
- [31] 尹升镇, 金河奎. 酸枣仁生物碱的研究[J]. 中国中药杂志, 1997, 22(5): 296-297.
- [32] 郭胜民, 范晓变, 宋少刚. 酸枣仁中阿魏酸的提取、分离与鉴定[J]. 西北药学杂志, 1995, 10(1): 22-23.
- [33] 李兰芳, 张魁, 吴树勋, 等. 酸枣仁中多糖的含量测定[J]. 时珍国药研究, 1996, 7(5): 280.
- [34] 王秀娟, 赵东欣, 卢奎, 等. 酸枣仁蛋白提取工艺的研究[J]. 食品工程, 2009(6): 121-124.

- [35] 张照荣,周凤琴,战旗,等. 山东产酸枣仁中微量元素及氨基酸的分析[J]. 微量元素与健康研究,1997,14(3):29-30.
- [36] 董芳. 酸枣叶中黄酮类物质的抗旱生理功能研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2009.
- [37] 张倩倩,齐文,王维宁,等. 酸枣枝叶化学成分的分离与鉴定[J]. 沈阳药科大学学报,2013,30(12):918-920,932.
- [38] 李兰芳,赵淑云,吴树勋. 酸枣不同部位(肉、叶、仁)中氨基酸成分的研究[J]. 河北医药,1990,12(6):348-349.
- [39] 李兰芳,赵淑云,吴树勋,等. 不同生长期酸枣叶中总黄酮和芦丁的含量测定[J]. 中国中药杂志,1992,17(2):81-82.
- [40] CHE Y, LI S T, ZHANG Y Q. Chemical constituents of *Ziziphus jujuba* Mill. var. *spinosa* roots[J]. Chemistry and Industry of Forest Products, 2012, 32(4):83-86.
- [41] 张泽生,叶卉,姜攀,等. 酸枣皮中多酚类物质提取工艺及其抗氧化性研究[J]. 食品研究与开发,2009,30(11):57-61.
- [42] 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):60-61.
- [43] 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(7):92-94.
- [44] 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.
- [45] 卫拯友,党永,吴富强,等. 酸枣醋饮料工艺研究[J]. 陕西农业科学,2010(1):31-34.
- [46] 毛利衡. 酸枣果醋酿造工艺及其成分分析[D]. 保定:河北农业大学,2013.
- [47] 杨宜非. 野酸枣果酒酿造工艺研究[D]. 保定:河北农业大学,2014.
- [48] 樊建宏. 酸枣的价值及其加工利用[J]. 农产品加工,2008(12):18-19.
- [49] 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.
- [50] 张蕾,何晓曦,徐淑萍,等. 酸枣果肉的镇静催眠作用[J]. 中药材,2011,34(8):1263-1266.
- [51] 赵新华,伊丽楠. 酸枣叶提取物对中枢神经系统作用的实验研究[J]. 时珍国医国药,2009,20(2):463-464.
- [52] 时振洲,刘树威. 酸枣根与酸枣仁中枢抑制作用比较[J]. 时珍国医国药,1996,7(4):212-213.
- [53] 郎杰,崔娜,张立斌. 酸枣果肉多糖保健功能的初步研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2014,42(2):162-166.
- [54] 张泽生,邵婵,胡莎. 酸枣提取物对紫外损伤果蝇抗衰老的作用[J]. 中国老年学杂志,2011,31(33):5642-5644.
- [55] 吴璟,陈建茂,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.
- [56] 陈雯,黄世敬. 酸枣仁化学成分及药理作用研究进展[J]. 时珍国医国药,2011,22(7):1726-1728.
- [57] 吴巧敏,赵艺初,韩艺凡,等. 生酸枣仁、炒酸枣仁、酸枣果肉对PCPA失眠模型大鼠学习记忆能力影响的对比研究[J]. 中医药导报,2016,22(5):72-75.
- [58] 王奋战. 利用野生酸枣树快速改良阜平大枣栽培技术[J]. 天津农林科技,2009,4(2):21-23.
- [59] 刘孟军. 酸枣丰产栽培技术[J]. 中草药,1991(12):551-552.
- [60] 刘平,刘孟军,石庆华,等. 四倍体显示酸枣新品种‘珠光’[J]. 园艺学报,2017,44(1):195-196.

Research Progress on Chemical Constituents and Utilization of Sour Jujube (*Z. acidopujuba* Cheng et Liu)

YANG Chong¹, LI Xiansong¹, LIU Mengjun^{1,2,3}

(1. National Engineering Research Center for Agriculture in Northern Mountainous Areas, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000; 2. Research Center of Chinese Jujube, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000; 3. Hebei Academy of Jujube Industry, Baoding, Hebei 071000)

Abstract: Sour jujube is a common wild fruit tree in our country, commonly used medicinal plant and the main rootstock for the cultivated jujube. The fruits and seeds of sour jujube are rich in nutrition and therapeutic value. This paper summarized the main chemical constituents of sour jujube on fruit, semen, leaf, bark and root, expounded the value of edibility, medicine and cultivation, and analyzed the current state of sour jujube industry, the directions of exploitation and scientific utilization of plant resource were shown along with, in order to provide reference information for the efficient utilization and industrial development of sour jujube.

Keywords: sour jujube; chemical constituents; applications; research progress