

# 我国红枣资源加工利用研究现状与展望

闫忠心<sup>a</sup>, 鲁周民<sup>b</sup>, 刘 坤<sup>a</sup>, 李新岗<sup>b</sup>, 徐怀德<sup>a</sup>

(西北农林科技大学 a 食品科学与工程学院, b 林学院, 陕西 杨凌 712100)

**【摘要】**【目的】针对我国红枣加工利用研究现状,提出存在问题与发展建议,为红枣产业健康发展提供新的思路 and 参考。【方法】综合分析有关研究文献,从红枣的加工利用现状和发展趋势进行阐述。【结果】在红枣产品深加工、功能成分提取和加工副产物利用研究现状综述的基础上,提出目前红枣加工利用中存在的主要问题有:粗加工产品多、附加值低,缺乏生产和安全质量标准,保健产品开发相对滞后,科学研究与工厂化生产联系不紧密以及浪费较严重等。【结论】应加大红枣新产品及功能保健产品的开发,利用现代科学与工程技术的改善传统加工工艺,加强产品生产规范操作,建立卫生质量安全标准以及提高产品综合利用效率。

**【关键词】** 红枣;加工利用;问题与建议

**【中图分类号】** S665.1

**【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1671-9387(2010)06-0102-07

## The present situation and prospect of Chinese jujube resource in processing and utilization

YAN Zhong-xin<sup>a</sup>, LU Zhou-min<sup>b</sup>, LIU Kun<sup>a</sup>, LI Xin-gang<sup>b</sup>, XU Huai-de<sup>a</sup>

(a. College of Food Science and Engineering, b. College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** 【Objective】 The purpose of this article was to put forward problems and development proposals for the present situation of the processing and utilization of Chinese jujube, so as to provide new ideas and reference for the healthy development of jujube industry. 【Method】 The research method was based on overall analysis of the related documents. 【Result】 In current processing and utilization of Chinese jujube, analysis showed that the main problems were: semi-finished products, lowering added value, lacking of safety and quality standards for products, lagging behind health care product development, not closely linking scientific research with factory production, as well as serious waste and so on. 【Conclusion】 New products and health-care products should be increased; modern science and engineering technology should be used to improve the traditional processing technology; product GMP operations, quality and safety standards should be established to improve product utilization efficiency of Chinese jujube.

**Key words:** jujube; processing and utilization; issue and recommendation

枣(*Zizyphus jujuba* Mill.)为鼠李科(Rhamnaceae)枣属(*Zizyphus* Mill.)植物,原产于中国,已有 4 000 多年的栽培历史。我国枣资源十分丰富,有枣品种 736 个,其中制干或鲜食制干品种 224 个,占 30.4%<sup>[1]</sup>。全国枣树栽培面积 100 多万 hm<sup>2</sup>,主

要分布在黄河中下游的晋、冀、陕、鲁、豫 5 省及新疆的阿克苏地区,年产量 400 多万 t,占世界总产量的 99%,并占有近 100%的国际贸易市场<sup>[2]</sup>。

红枣不仅味道鲜美、营养丰富,而且具有独特的药用价值。红枣含有丰富的多糖,其中还原糖含量

\* [收稿日期] 2009-11-25

[基金项目] 财政部“以大学为依托的农业科技推广体系建设项目”(XTG2009-15)

[作者简介] 闫忠心(1987—),男,河南商丘人,在读硕士,主要从事食品贮藏与加工研究。

[通信作者] 鲁周民(1966—),男,陕西户县人,研究员,主要从事果品保鲜贮藏与加工利用研究。E-mail:lzm139@nwsuaf.edu.cn

占总糖的 70% 以上<sup>[3]</sup>;在已知的氨基酸中含有人体不能合成的 8 种必需氨基酸及婴儿体内不能合成的精氨酸和组氨酸,还含有丰富的维生素、矿物质、挥发性物质、脂类化合物以及黄酮类、多酚、皂苷类等化合物。另有研究表明,红枣多糖具有免疫学活性和清除自由基的功能<sup>[4]</sup>,多酚和 Vc 具有抗氧化能力和清除自由基的能力<sup>[3,5]</sup>。现代医学研究还表明,红枣中的 Vc 及环磷酸腺苷(cAMP)能减轻各种化学药物对肝脏的损害;皂苷类物质具有抑菌、保肝、降脂、增强机体免疫力等重要生理功能;黄酮甙起镇静、催眠作用;芦丁具有维持毛细血管正常抵抗力、降低通透性、减小脆性等功能及抗炎作用;齐墩果酸能增加血清总蛋白和白蛋白含量、降低血清谷丙转氨酶水平,对保护肝脏、防止癌变有很好的疗效。

近年来,为开拓红枣资源利用,各地针对红枣加工生产开展了大量的科学研究,包括丰富红枣干制品种类及完善红枣干制技术的研究。本文主要对近年来红枣加工利用技术研究现状进行综述,分析存在的问题,提出发展建议,并展望了红枣加工业未来的发展方向,旨在为充分利用我国丰富的红枣资源,进一步研究和开发红枣深加工产品及提高产品附加值、促进红枣产业健康持续发展提供参考。

## 1 红枣产品的深加工

### 1.1 红枣干制

干制加工是最主要的红枣粗加工方式,出口的红枣产品 70%~80% 是干制产品<sup>[1]</sup>。按干制方法可将其分为人工干制和自然干制 2 种。人工干制的方法很多,包括热风干制、远红外辐射干制、真空冷冻干制和微波干制等。目前,我国农户和红枣加工企业主要采用的是自然干制、热风干制和远红外辐射干制<sup>[6]</sup>,其中大部分红枣仍采用自然晾晒,干制过程中的霉烂损失相当严重。齐志红等<sup>[7]</sup>研究了红枣的烘房干制技术,解决了红枣晾晒期间遇雨霉烂的难题,提高了红枣档次和商品果率。高林朝等<sup>[8]</sup>研究了太阳墙集热器方法干燥红枣,提高了红枣干燥速度,干燥过程中烂枣率显著下降,红枣等级提高;并对太阳能温室型干燥装置干制红枣的方法进行了改进。张宝善等<sup>[9]</sup>研究了热风干制时,不同烘干温度和时间导致非酶褐变主要物质的变化规律及与褐变的关系。梁皓等<sup>[10]</sup>比较了直接烘干(包括放置 12 h 后烘干)、沸水煮 5 或 10 min 后烘干,以及冷冻后烘干(包括解冻 12 h 后烘干)对枣果实抗氧化功效的影响,认为煮沸后烘干处理红枣果实的抗氧化能

力优于其他处理。李焕荣等<sup>[11]</sup>研究认为,干制方式对红枣的营养成分和香气成分有较大影响,果胶、总酸、还原糖、总糖含量在干制后均有所下降,香气成分的种类和含量变化也很大。穆启运等<sup>[12]</sup>研究认为,鲜枣的挥发性物质主要为棕榈烯酸乙酯等 13 种有机酸酯,其含量随着烘烤温度的升高及时间的延长而略有减少,热水解反应相应略有增强。陈锦屏等<sup>[13]</sup>研究了不同升温方式对红枣品质的影响,测定了干枣中糠醛和 5-羟甲基呋喃甲醛的残余量。上述对红枣干制方式及干制过程中营养成分变化的研究,为提高红枣干制产品的营养价值提供了理论依据。

### 1.2 红枣饮料

目前针对红枣枣汁加工的研究较多,这也是当前红枣研究和产品开发的一个热点<sup>[14]</sup>。现在市场上出现了多种多样的红枣饮品,包括单纯以红枣为基料的饮品和红枣复合饮品,如红枣与枸杞、仙人掌、银杏、绿豆等配制而成的复合饮料。通过合理搭配,还可使红枣与大豆、花生、核桃等的营养成分互补,开发出一系列新的营养保健型特色饮品。这类产品的加工技术已日趋成熟和完善。张静等<sup>[15]</sup>研究了加热温度对红枣汁中维生素 C 含量的影响,采用可逆的一级反应模型,研究了不同加热温度下还原型维生素 C(AA)的降解规律,并推导出氧化型维生素 C(DHAA)含量变化的数学模型。韩玉杰等<sup>[16]</sup>采用果胶酶酶解法浸提枣汁工艺,所得汁液枣香浓郁、无苦味、颜色枣红,具有较好的稳定性。杜双奎等<sup>[17]</sup>、张宝善等<sup>[18]</sup>、王桐等<sup>[19]</sup>分别采用响应面法、正交试验法、加热和超声波提取法,研究了加水量、酶用量、温度和 pH 值对枣汁浸提效果的影响。鲁周民等<sup>[20]</sup>采用正交试验优化了温度、提取时间和酶用量提取红枣汁的工艺参数,确定了红枣的最佳提汁工艺。徐玉娟等<sup>[21]</sup>研究了桑果和红枣复合果汁饮料的生产工艺。余晓红等<sup>[22]</sup>以甘草、红枣、枸杞为原料,研制出一种营养丰富又具有保健作用的天然饮料。付莉等<sup>[23]</sup>通过单因素和正交试验,研究了山楂红枣姜汁饮料的最佳配方。颜海燕等<sup>[24]</sup>以红枣、杏干为原料,采用正交试验设计,研究了枣汁、杏汁浸提的最佳工艺条件、澄清条件和复合饮料配方。李宏高等<sup>[25]</sup>以红枣、绿豆为原料,研制出营养丰富、风味独特的红枣-绿豆复合型保健饮料。以上研究涉及红枣饮料中 Vc 的动力学方程、提汁工艺及红枣复合饮料配制,为优化红枣汁的加工工艺、提高红枣汁的品质、丰富红枣非发酵饮品提供了理论

依据,提高了红枣的综合利用价值。

### 1.3 红枣发酵

近年来研究发现,红枣含糖量高,乳酸菌能在红枣汁中生长,将其中一部分糖发酵成乳酸,可用以加工发酵型饮料。乳酸本身具有柔和的酸味,可改善枣汁饮料的风味,因此引起了学术界的广泛关注。张平安等<sup>[26]</sup>采用响应曲面法(RSM),确定了皂土用量、处理时间和温度澄清红枣醋的最佳工艺条件,采用该工艺所制红枣醋澄清液清澈透明。张宝善等<sup>[27-28]</sup>研究了提高红枣发酵酒质量的主要工艺参数及采用次等枣生产枣醋的工艺及其参数,结果表明,影响红枣酒酒体的主要因素是红枣汁的提取方法、主发酵程度和澄清;红枣果醋酒精发酵、醋酸发酵采用半固态回流发酵,接种发酵效果比自然发酵好,冷却后用硅藻土过滤的澄清效果好。武运等<sup>[29]</sup>研究了红枣发酵酒的酵母及发酵条件,得到了酒精含量为体积分数 10% 的红枣酒。杜琨等<sup>[30]</sup>以红枣、大米为原料,用根霉、酵母的糖化发酵酿制了低度红枣米酒,其产品营养丰富、酒味鲜美。侯彦喜等<sup>[31]</sup>以核桃、红枣为原料,加入乳酸混合菌发酵,采用正交试验确定了红枣-核桃发酵饮料的最佳工艺条件。许倩等<sup>[32]</sup>以花生、红枣和糯米为原料,混合后共同发酵制得的饮料酸甜可口、营养丰富,并通过单因素和多因素正交试验确定了发酵饮料的最佳配比。对红枣发酵饮料加工技术的研究,提高了红枣的应用价值和次等红枣的利用价值,为红枣发酵产品的开发提供了理论参考。

红枣的加工产品种类繁多,除了以上几种外,还包括枣糖色、果脯类、油炸制品、糖制品、红枣固体饮料、红枣罐头、枣蓉、枣晶、蜜枣等产品。

## 2 红枣功能成分的提取

### 2.1 多糖

多糖是红枣中的主要功能性营养成分,分为中性多糖(JDP-N)和酸性多糖(JDP-A),它是由多种单糖组成的结构复杂的化合物,且多为水溶性。红枣多糖具有清除人体内氧自由基、抗衰老、增强有机体免疫力、抗癌、抗艾滋病等生理活性,因此对其研究备受关注。林勤保等<sup>[33-34]</sup>采用热水浸提、微波和超声波强化 3 种方法提取大枣多糖,并研究了红枣多糖热水提取的最佳工艺条件,认为在 80 ℃ 下,采用以上 3 种方法分别浸提 6, 3 和 3 h,可得到较高产率的多糖。石奇等<sup>[35-36]</sup>研究了超声波法和微波法提取红枣多糖的最佳工艺。陈国梁等<sup>[37]</sup>采用正交试

验设计研究了提取温度、料液比和提取时间对红枣多糖提取的影响,同时采用红外光谱、紫外光谱、纸层析法对红枣多糖组成进行了分析,并从脱色、除蛋白等方面对其纯化工艺进行了初步研究,认为红枣多糖为单一成分,由木糖、半乳糖组成。另外,对超声波辅助、微波强化、超声辅助酶法、超声强化等方法提取红枣多糖进行了研究,为开发红枣多糖的特殊药用价值提供了技术支持。

### 2.2 黄酮类化合物

黄酮类化合物(Flavonoids)又称生物类黄酮(Bioflavonoids),是以酮环与苯环为基本结构的一类化合物总称。现代医学研究证明,当药黄素、黄酮-C-葡萄糖苷等物质具有明显的镇静、催眠和降压作用。红枣中的酚类化合物是能够消除自由基的抗氧化剂,对延缓衰老、预防心脑血管疾病有一定作用。Pawlowska 等<sup>[38]</sup>采用 HPLC/PDA/ESI-MS 法,分析了红枣中主要黄酮类化合物的含量。许海燕等<sup>[39]</sup>采用分光光度法测定了红枣中的总黄酮含量,并在单因素试验的基础上,通过正交试验设计优化了红枣总黄酮的提取工艺。

芦丁又称芸香苷(rutin),是一种广泛存在于植物体内的黄酮醇配糖体。现代医学研究证明,芦丁可以降低血脂中的胆固醇水平,防止血管硬化,维持毛细血管正常的抵抗力,预防因毛细血管发脆而引发的出血症,抑制醛糖还原酶,具有一定的消炎、抗病毒作用;芦丁还可用于高血压、血小板减少症和败血症等疾病的辅助治疗<sup>[40]</sup>。芦丁天然无毒,红枣中芦丁含量较高,达 33.85 g/kg,在食品工业中常用作抗氧化剂和天然食用黄色素<sup>[41]</sup>。目前,国内报道的用于提取芦丁的主要植物原料为槐米,也可从苦荞麦中提取,提取方法大多采用热水和有机溶剂提取<sup>[40-41]</sup>。张宝善等<sup>[42]</sup>研究了从红枣中提取芦丁的工艺条件,为芦丁提取提供了新的来源和工艺,同时也为红枣的全面开发利用,尤其是为扩大一些商品价值较低的小枣、落枣、裂枣等的应用提供了一条新途径。

红枣中黄酮类化合物的含量较高,而天然黄酮物质具有多种生物学活性,故红枣中的黄酮类化合物应是值得重视的新药开发资源,有广阔的开发利用前景。从红枣中提取芦丁对劣质大枣的利用具有重要意义。

### 2.3 环磷酸腺苷

环磷酸腺苷(cAMP)是核苷酸的衍生物,为蛋白激酶致活剂。现代医学认为,cAMP 能抑制血小

板聚集,增强心肌收缩力、改善心肌营养、增强人体肌力、减轻疲劳,可抑制癌细胞的生长,并能使部分癌细胞恢复正常细胞功能。王向红等<sup>[43]</sup>用 HPLC 法,研究了红枣生长期以及不同品种红枣 cAMP 的变化规律和分布特点。此外有研究证明,红枣中 cAMP 含量在 14 种园艺植物中最高<sup>[44]</sup>。但是国内对红枣中 cAMP 的研究仅限于测定其含量,而对从红枣中提取制备 cAMP 的研究甚少。目前,cAMP 分析方法一般采用高效液相色谱法<sup>[43]</sup>、竞争蛋白法、薄层色谱法等。

### 3 红枣加工副产物的利用

枣渣、枣皮、枣仁均为红枣加工后的副产物,一些学者对其再利用进行了研究。王娜等<sup>[45]</sup>研究了不同体积分数乙醇、浸提温度、浸提时间、料液比对红枣渣中芦丁提取的影响,并优化了提取工艺。吴素萍<sup>[46]</sup>、樊君等<sup>[47]</sup>分别研究了用酶解醇提法、正交试验法,从红枣枣皮中提取红枣色素的工艺条件,明确了红枣色素除在强氧化剂  $H_2O_2$  和碱性环境中稳定性较差外,在其他条件下均具有良好的稳定性。祖丽皮亚·玉努斯等<sup>[48]</sup>对红枣色素的提取方法和色素的基本性质进行了研究,认为红枣色素具备作为天然色素使用的最基本性能,可以开发利用。上述研究虽然为红枣色素的提取开辟了一条新途径,但目前的提取方法主要是碱提法,且只能得到色素的粗品,其精制品的获得还有待于深入研究;对红枣红色素的理化性质、组成和结构等尚不清楚,也有待于进一步深入研究。

红枣加工的另一副产物为枣仁,从枣仁中可提取油脂,还可利用红枣仁酿造枣醋、红枣核露酒等。此外,还可从红枣的副产物中提取香精,用于烟草行业。任卓英等<sup>[49]</sup>采用加速溶剂萃取法(ASE)萃取干枣中的香味成分,并进行了毛细管气相色谱/质谱(GC/MS)分析和卷烟加香应用效果研究,还利用 GC/MS 从干红枣提取物中鉴定出 35 种挥发性成分。

### 4 存在问题与建议

近年来,我国红枣的加工利用技术研究发展较快,也取得了一定的成绩,但还存在一些问题,主要有以下几个方面:(1)加工利用技术与生产实际脱离,因此呈现出科学研究较多、而在生产中应用较少的局面。(2)全国各红枣产区的产后加工利用还处于初级阶段,以原料干制为主,技术含量低,产品

附加值低。(3)在红枣产后加工利用中缺乏统一的生产和安全卫生质量标准,产品质量混杂,对市场造成了较大冲击。(4)在产品加工过程中多注重口感而忽视了营养成分的保存。如当前市场上销售较好的枣酥片,由于在加工中采用油炸工艺,因而对产品营养成分造成了一定程度的破坏。(5)目前对红枣功能成分及其提取分离方法的研究较多,但缺乏相应保健产品的开发研究。(6)红枣加工中浪费较大,加工副产物的利用相对滞后。

针对以上我国红枣产后加工利用中存在的主要问题,提出以下对策及建议:(1)加强红枣加工新产品的开发研制,丰富加工品种类。在新产品开发研究中,要注重工艺技术的生产实用性,不断提高科学研究与生产应用的结合程度,从而促进科技成果的实际转化。(2)利用现代科学技术改善传统产品加工工艺,减少对红枣营养成分的破坏。应用超临界萃取技术、生物工程技术、低温粉碎技术、真空冻干技术、纳米技术和微胶囊造粒技术等新技术,研究开发红枣深加工新产品,提高产品附加值。(3)进行红枣功能成分提取技术、生物活性以及成分配伍研究,开发新型红枣保健食品。(4)进一步加强产品生产规范操作规程、产品卫生质量安全标准,以及影响原料生产、采收、运输、加工和贮存等过程的全程质量控制体系研究。(5)合理利用红枣加工副产物,如枣汁饮料加工及有效成分提取中剩余果肉的利用、枣核枣仁的利用等。总之,通过全面的、多层次的深加工和综合开发利用研究,使红枣这一我国特有的宝贵优质资源得到有效利用,充分发挥其食品及医疗保健的作用。

### 5 展望

红枣是我国特有的优势干果品种资源,红枣原料和产品是由我国独家生产供应的,在世界贸易中占绝对主导地位。红枣中含有丰富的营养和生物活性成分,有很高的营养价值及很好的保健功能。近年来,随着对红枣功能成分及其保健作用的深入研究和不断宣传,越来越多的消费者逐渐认识到红枣及其加工产品的营养保健作用。因此,不论在国内还是国际市场上,红枣产品都将具有广阔的贸易发展空间。目前,干枣由于在食用时皮渣太大而带来口感问题,加之西方国家的人没有食用习惯,销售市场主要集中在国内以及其他国家的华人聚集区。随着技术进步和加工工艺的不断完善,全方位、多层次开发的红枣深加工产品以及具有特定功能的保健产

品,既可保存红枣的营养和功能,又可使产品的口感得到很大改善,因此其将逐渐显示出日益明显的产品优势和广阔的市场前景。

## [参考文献]

- [1] 梁洪. 中国红枣及红枣产业的发展现状、存在问题和对策的研究 [D]. 西安:陕西师范大学,2006.  
Liang H. Study on the actuality, existing problems and solutions to the industry of the Chinese jujube [D]. Xi'an: Shaanxi Normal University, 2006. (in Chinese)
- [2] 夏树让,孙培博,欧广良. 优质无公害鲜枣标准化生产新技术 [M]. 北京:北京科技文献出版社,2008.  
Xia S R, Sun P B, Ou G L. Standardized production of new technologies of good-quality and pollution-free fresh dates [M]. Beijing: Beijing Science and Technology Literature Publishing Press, 2008. (in Chinese)
- [3] Li J W, Fan L P, Ding S D, et al. Nutritional composition of five cultivars of Chinese jujube [J]. Food Chemistry, 2007, 103(2): 454-460.
- [4] Zhao Z H, Liu M J, Tu P F. Characterization of water soluble polysaccharides from organs of Chinese jujube (*Ziziphus jujuba* Mill. cv. Dong zao) [J]. Eur Food Res Technol, 2008, 226: 985-989.
- [5] Li J W, Ding S D, Ding X L. Comparison of antioxidant capacities of extracts from five cultivars of Chinese jujube [J]. Process Biochemistry, 2005, 40: 3607-3613.
- [6] 张宝善,陈锦屏,李强. 干制方式对红枣 Vc、还原糖和总酸变化的影响 [J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版, 2004, 32(11): 117-121.  
Zhang B S, Chen J P, Li Q. Effects of drying methods on changes of Vc, reducing sugar and total acidity in Chinese jujube [J]. Jour of Northwest Sci-Tech Univ of Agri and For: Nat Sci Ed, 2004, 32(11): 117-121. (in Chinese)
- [7] 齐志红,徐立新,杨慧娟,等. 大枣烘房干制技术 [C]//第五届全国干果生产、科研进展学术研讨会论文集. 北京:中国林业科学, 2007.  
Qi Z H, Xu L X, Yang H J, et al. Oven dried jujube technology [C]//The fifth national dried fruit production, research and progress in symposium proceedings. Beijing: Chinese Forestry Science, 2007. (in Chinese)
- [8] 高林朝,康艳,郝庆英,等. 太阳墙集热器干燥红枣的试验研究 [J]. 河南农业大学学报, 2006, 40(6): 657-660.  
Gao L C, Kang Y, Hao Q Y, et al. Experimental study on srying dates of solar wall collector [J]. Journal of Henan Agricultural University, 2006, 40(6): 657-660. (in Chinese)
- [9] 张宝善,陈锦屏,李慧芸. 热风干制对红枣非酶褐变的影响 [J]. 食品科学, 2006, 27(10): 139-143.  
Zhang B S, Chen J P, Li H Y. Effect of hot air drying on nonenzymatic browning of Chinese jujube [J]. Food Science, 2006, 27(10): 139-143. (in Chinese)
- [10] 梁皓,易建勇,王宝刚,等. 干燥方式对枣果实抗氧化功效的影响 [J]. 农产品加工学刊, 2007(7): 45-47.  
Liang H, Yi J Y, Wang B G, et al. Effect of different drying treatments on antioxidant capacities of jujube fruit [J]. Academic Periodical of Farm Products Processing, 2007(7): 45-47. (in Chinese)
- [11] 李焕荣,徐晓伟,许森. 干制方式对红枣部分营养成分和香气成分的影响 [J]. 食品科学, 2008, 29(10): 330-333.  
Li H R, Xu X W, Xu M. Effects of different drying methods on nutritional and aromatic components of jujube [J]. Food Science, 2008, 29(10): 330-333. (in Chinese)
- [12] 穆启运,陈锦屏. 红枣挥发性物质在烘干过程中的变化研究 [J]. 农业工程学报, 2001, 17(4): 99-101.  
Mu Q Y, Chen J P. Variation of volatile compounds of Chinese dates during toas [J]. Transactions of the CSAE, 2001, 17(4): 99-101. (in Chinese)
- [13] 陈锦屏,穆启运,田呈瑞. 不同升温方式对烘干枣品质影响的研究 [J]. 农业工程学报, 1999, 15(3): 237-239.  
Chen J P, Mu Q Y, Tian C R. Study on the effect of the different heating processes on the quality of the Chinese date [J]. Transactions of the CSAE, 1999, 15(3): 237-239. (in Chinese)
- [14] 袁亚宏,高振鹏,史亚歌. 我国红枣的产业化开发 [J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版, 2002, 30(增刊): 95-98.  
Yuan Y H, Gao Z P, Shi Y G. Industrialization of Chinese jujube [J]. Jour of Northwest Sci-Tech Univ of Agri and For: Nat Sci Ed, 2002, 30(Sup.): 95-98. (in Chinese)
- [15] 张静,曹炜,曹艳萍,等. 红枣汁中维生素 C 热降解的动力学研究 [J]. 农业工程学报, 2008, 24(6): 295-298.  
Zhang J, Cao W, Cao Y P, et al. Thermal degradation kinetics of vitamin C in jujube juice [J]. Transactions of the CSAE, 2008, 24(6): 295-298. (in Chinese)
- [16] 韩玉杰,李志西,杜双奎. 红枣酶解法提汁工艺研究 [J]. 食品科学, 2003, 24(4): 85-87.  
Han Y J, Li Z X, Du S K. Processing study on jujube juice extraction by pectinase [J]. Food Science, 2003, 24(4): 85-87. (in Chinese)
- [17] 杜双奎,于修烛,李志西,等. 红枣酶法提汁工艺条件响应面分析 [J]. 农业机械学报, 2007, 38(3): 191-193.  
Du S K, Yu X Z, Li Z X, et al. Jujube juice extraction by pectinase response surface analysis [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2007, 38(3): 191-193. (in Chinese)
- [18] 张宝善,陈锦屏,李强,等. 枣汁的提取方法 [J]. 食品与发酵工业, 2003, 29(12): 67-71.  
Zhang B S, Chen J P, Li Q, et al. Study on extracting Chinese jujube juice [J]. Food and Fermentation Industries, 2003, 29(12): 67-71. (in Chinese)

- [19] 王桐,王海鸥. 酶解法生产红枣汁的工艺研究 [J]. 食品与机械, 2005, 21(1): 45-47.  
Wang T, Wang H O. Enzymolysis technique of jujube juice [J]. Food and Machinery, 2005, 21(1): 45-47. (in Chinese)
- [20] 鲁周民,张丽,尹蓉,等. 酶解条件对红枣汁主要成分的影响 [J]. 农业工程学报, 2009, 25(1): 300-302.  
Lu Z M, Zhang L, Yin R, et al. Effects of the enzymolysis conditions on primary nutrition components of jujube juice [J]. Transactions of the CSAE, 2009, 25(1): 300-302. (in Chinese)
- [21] 徐玉娟,肖更生,陈卫东,等. 红枣桑果果汁饮料加工工艺的研究 [J]. 食品科学, 2005, 26(4): 278-280.  
Xu Y J, Xiao G S, Chen W D, et al. Study on processing technology of a compound juice of Chinese date and mulberry [J]. Food Science, 2005, 26(4): 278-280. (in Chinese)
- [22] 余晓红,陈洪兴,刘汉文. 甘草红枣枸杞复合保健饮料的研制 [J]. 食品科学, 2007, 28(9): 664-667.  
Yu X H, Chen H X, Liu H W. Development of compound health beverages with liquorice, jujube and Chinese wolfberry [J]. Food Science, 2007, 28(9): 664-667. (in Chinese)
- [23] 付莉,王翠平,顾英. 山楂红枣姜汁保健饮料的研制 [J]. 中国发酵, 2008(12): 106-108.  
Fu L, Wang C P, Gu Y. Preparation of hypolipidemic healthy drink [J]. China Brewing, 2008(12): 106-108. (in Chinese)
- [24] 颜海燕,田洪磊,李伟朝,等. 红枣杏干复合饮料的研制 [J]. 食品科技, 2009, 34(5): 57-59.  
Yan H Y, Tian H L, Li W C, et al. Jujube dry apricot compound beverage development [J]. Food Science and Technology, 2009, 34(5): 57-59. (in Chinese)
- [25] 李宏高,吴忠会,白文涛. 红枣、绿豆复合饮料的研制 [J]. 食品科学, 2007, 28(12): 269-273.  
Li H G, Wu Z H, Bai W T. Processing technology of compounded beverage by jujube and mung bean [J]. Food Science, 2007, 28(12): 269-273. (in Chinese)
- [26] 张平安,宋莲军,赵秋艳,等. 响应曲面法优化红枣醋澄清工艺的研究 [J]. 河南工业大学学报:自然科学版, 2007, 28(6): 70-72.  
Zhang P A, Song L J, Zhao Q Y, et al. Optimization of clarification conditions of red jujube vinegar using response surface method [J]. Journal of Henan University of Technology: Natural Science Edition, 2007, 28(6): 70-72. (in Chinese)
- [27] 张宝善,陈锦屏,杨莉. 红枣酒发酵工艺研究 [J]. 中国农业科学, 2004, 37(1): 112-118.  
Zhang B S, Chen J P, Yang L, et al. Fermentation technology of Chinese jujube wine [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2004, 37(1): 112-118. (in Chinese)
- [28] 张宝善,陈锦屏,李冬梅. 利用次等红枣生产果醋的工艺研究 [J]. 农业工程学报, 2004, 20(2): 213-216.  
Zhang B S, Chen J P, Li D M. Technology of vinegar production with damaged or defective Chinese jujube through fermentation [J]. Transactions of the CSAE, 2004, 20(2): 213-216. (in Chinese)
- [29] 武运,杨清龙,艾克拜尔,等. 新疆哈密红枣酒酿造工艺研究 [J]. 食品科学, 2009, 30(2): 283-285.  
Wu Y, Yang Q L, Aike B, et al. Study on brewing process of wine with dried jujube from hami area of Xinjiang [J]. Food Science, 2009, 30(2): 283-285. (in Chinese)
- [30] 杜琨,方多. 低度红枣米酒的研制 [J]. 中国发酵, 2006(3): 66-67.  
Du K, Fang D. Research on the red jujube rice wine with low alcohol [J]. China Brewing, 2006(3): 66-67. (in Chinese)
- [31] 侯彦喜,邢建华,刘乐. 核桃红枣发酵乳的研制 [J]. 河南工业大学学报:自然科学版, 2008, 29(6): 72-78.  
Hou Y X, Xing J H, Liu L. Study on the fermented beverage of walnut and red jujube [J]. Journal of Henan University of Technology: Natural Science Edition, 2008, 29(6): 72-78. (in Chinese)
- [32] 许倩,牛希跃,袁惠娟. 红枣花生糯米复合型发酵饮料的研制 [J]. 饮料工业, 2008, 11(10): 10-13.  
Xu Q, Niu X Y, Yuan H J. Development of fermented compound beverage of red jujube, peanut and sticky rice [J]. The Beverage Industry, 2008, 11(10): 10-13. (in Chinese)
- [33] 林勤保,高大维,于淑娟,等. 大枣多糖的分离和纯化 [J]. 食品工业科技, 1998(4): 20-21.  
Lin Q B, Gao D W, Yu S J, et al. Isolation and purification of polysaccharides from Chinese dates [J]. Science and Technology of Food Industry, 1998(4): 20-21. (in Chinese)
- [34] 林勤保,赵国燕. 不同方法提取大枣多糖工艺的优化研究 [J]. 食品科学, 2005, 26(9): 368-371.  
Lin Q B, Zhao G Y. Study on the different extraction process of polysaccharide from Chinese date [J]. Food Science, 2005, 26(9): 368-371. (in Chinese)
- [35] 石奇,杨晓慧,石异,等. 超声波法提取大枣多糖工艺的研究 [J]. 山西师范大学学报:自然科学版, 2008, 22(3): 78-80.  
Shi Q, Yang X H, Shi Y, et al. The study of *Zizyphus jujuba* polysaccharide extracted by ultrasonic [J]. Journal of Shanxi Normal University: Natural Science Edition, 2008, 22(3): 78-80. (in Chinese)
- [36] 石奇,石异,杨晓慧,等. 微波法提取大枣多糖的工艺研究 [J]. 应用科技, 2008, 35(7): 55-57.  
Shi Q, Shi Y, Yang X H, et al. Research on extraction of *Zizyphus jujuba* polysaccharide through microwave [J]. Applied Science and Technology, 2008, 35(7): 55-57. (in Chinese)
- [37] 陈国梁,张金文,陈宗礼,等. 红枣多糖提取分离工艺的优化 [J]. 食品科学, 2006, 27(3): 149-152.  
Chen G L, Zhang J W, Chen Z L, et al. Procedure optimization on extraction and separation of red dates polysaccharide [J]. Food Science, 2006, 27(3): 149-152. (in Chinese)

- [38] Pawlowska A M, Camangi F, Bader A, et al. Flavonoids of *Zizyphus jujuba* L. and *Zizyphus spinachristi* (L.) Willd (Rhamnaceae) fruits [J]. Food Chemistry, 2009, 112: 858-862.
- [39] 许海燕, 杨洁, 申彤, 等. 红枣总黄酮提取工艺 [J]. 生物技术, 2008, 18(5): 64-66.  
Xu H Y, Yang J, Shen T, et al. Extraction process of total flavonoids in *Zizyphus jujuba* [J]. Biotechnology, 2008, 18(5): 64-66. (in Chinese)
- [40] 孟祥颖, 郭良, 李玉新, 等. 芦丁的来源、用途及提取纯化方法 [J]. 长春中医学院学报, 2003, 19(2): 61-64.  
Meng X Y, Guo L, Li Y X, et al. The source, uses and method of extraction and purification of rutin [J]. Academic Periodical of Changchun College of Traditional Chinese Medicine, 2003, 19(2): 61-64. (in Chinese)
- [41] 姚文华, 尹卓容. 大枣的研究 [J]. 农产品加工学刊, 2006(2): 28-31.  
Yao W H, Yin Z R. Study on *Zizyphus jujuba* [J]. Academic Periodical of Farm Products Processing, 2006(2): 28-31. (in Chinese)
- [42] 张宝善, 陈锦屏, 吴丽花. 红枣芦丁提取工艺的研究 [J]. 陕西师范大学学报: 自然科学版, 2003, 31(1): 89-92.  
Zhang B S, Chen J P, Wu L H. Technology of extracting rutin from *Zizyphus jujuba* [J]. Journal of Shaanxi Normal University: Natural Science Edition, 2003, 31(1): 89-92. (in Chinese)
- [43] 王向红, 桑亚新, 崔同, 等. 高效液相色谱法测定枣果中的环核苷酸 [J]. 中国食品学报, 2005, 5(3): 108-112.  
Wang X H, Sang Y X, Cui T, et al. Determination of cyclic-nucleotide in Chinese jujube by HPLC [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2005, 5(3): 108-112. (in Chinese)
- [44] 刘孟军, 王永蕙. 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.  
Liu M J, Wang Y H. cAMP contents of *Zizyphus jujuba* Mill., *Zizyphus spinosus* Hu and other twelve horticultural plants [J]. Journal of Agricultural University of Hebei, 1991, 14(4): 20-23. (in Chinese)
- [45] 王娜, 潘治利, 谢新华, 等. 红枣渣中芦丁的提取工艺研究 [J]. 食品科学, 2009, 30(16): 185-188.  
Wang N, Pan Z L, Xie X H, et al. Optimization of ethanol extraction of rutin from of Chinese jujube residue by response surface methodology [J]. Food Science, 2009, 30(16): 185-188. (in Chinese)
- [46] 吴素萍. 酶法提取红枣红色素及其稳定性的研究 [J]. 现代食品科技, 2008, 24(6): 566-570.  
Wu S P. Study on enzymolysis extraction of long jujube pigment and its stability [J]. Modern Food Science and Technology, 2008, 24(6): 566-570. (in Chinese)
- [47] 樊君, 吕磊, 李宏燕, 等. 大枣红色素的提取及其稳定性 [J]. 食品科学, 2005, 26(6): 52-54.  
Fan J, Lv L, Li H Y, et al. Extraction and stability of *Zizyphus jujuba* pigment [J]. Food Science, 2005, 26(6): 52-54. (in Chinese)
- [48] 祖丽皮亚·玉努斯, 帕孜来提·拜合提, 阿不都拉·阿巴斯. 红枣色素的提取及稳定性的研究 [J]. 食品科学, 2006, 27(3): 153-156.  
Yunus Z, Bahti P, Abbas A. Stability of the red pigment isolated from jujube [J]. Food Science, 2006, 27(3): 153-156. (in Chinese)
- [49] 任卓英, 朱海军, 倪朝敏, 等. 干红枣 ASE 提取物的 GC/MS 分析及其在卷烟中的应用 [J]. 光谱实验室, 2009, 26(3): 491-494.  
Ren Z Y, Zhu H J, Ni C M, et al. GC/MS analysis of components in dried jujube extracted by ASE and its application in cigarettes [J]. Chinese Journal of Spectroscopy Laboratory, 2009, 26(3): 491-494. (in Chinese)