

现代食品深加工技术丛书
“十三五”国家重点出版物出版规划项目

红枣功能性成分

焦中高 刘杰超 著



科学出版社

现代食品深加工技术丛书

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

红枣功能性成分

焦中高 刘杰超 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书以红枣的营养价值与保健功能为基础,系统地总结了红枣中多酚类物质、活性多糖、环核苷酸、三萜类化合物等功能性成分的研究进展,阐述了红枣中各种功能性成分的分布与含量及其影响因素、提取纯化方法、生物活性与药理作用等,并在此基础上分析了红枣功能性成分研究与产品开发的发展趋势与未来的研究方向和重点,可为全面理解红枣营养与保健功能特性、开发功能性红枣产品提供参考。

本书适合于从事果品营养与加工及功能性食品研究开发的科研人员和农业企业、食品企业管理人员阅读,也可作为高等院校食品科学专业、园艺专业研究生及教师的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

红枣功能性成分 / 焦中高, 刘杰超著. —北京: 科学出版社, 2018.3
(现代食品深加工技术丛书)

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

ISBN 978-7-03-056841-0

I. ①红… II. ①焦… ②刘… III. ①枣—食品加工 IV. ①TS255.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 048830 号

责任编辑: 贾超 宁倩 / 责任校对: 杜子昂

责任印制: 张伟 / 封面设计: 东方人华

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京中石油彩色印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 3 月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2018 年 3 月第一次印刷 印张: 16 1/2

字数: 320 000

定价: 98.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

丛书编委会

总 主 编：孙宝国

副总主编：金征宇 罗云波 马美湖 王 强

编 委（以姓名汉语拼音为序）：

毕金峰	曹雁平	邓尚贵	高彦祥	郭明若
哈益明	何东平	江连洲	孔保华	励建荣
林 洪	林亲录	刘宝林	刘新旗	陆启玉
孟祥晨	木泰华	单 杨	申铉日	王 硕
王凤忠	王友升	谢明勇	徐 岩	杨贞耐
叶兴乾	张 敏	张 慇	张 偲	张春晖
张丽萍	张名位	赵谋明	周光宏	周素梅

秘 书：贾 超

联系方式

电话：010-64001695

邮箱：jiachao@mail.sciencep.com

丛 书 序

食品加工是指直接以农、林、牧、渔业产品为原料进行的谷物磨制、食用油提取、制糖、屠宰及肉类加工、水产品加工、蔬菜加工、水果加工、坚果加工等。食品深加工其实就是食品原料进一步加工，改变了食材的初始状态，例如，把肉做成罐头等。现在我国有机农业尚处于初级阶段，产品单调、初级产品多；而在发达国家，80%都是加工产品和精深加工产品。所以，这也是未来一个很好的发展方向。随着人民生活水平的提高、科学技术的不断进步，功能性的深加工食品将成为我国居民消费的热点，其需求量大、市场前景广阔。

改革开放 30 多年来，我国食品产业总产值以年均 10% 以上的递增速率持续快速发展，已经成为国民经济中十分重要的独立产业体系，成为集农业、制造业、现代物流服务业于一体的增长最快、最具活力的国民经济支柱产业，成为我国国民经济发展极具潜力的、新的经济增长点。2012 年，我国规模以上食品工业企业 33 692 家，占同期全部工业企业的 10.1%，食品工业总产值达到 8.96 万亿元，同比增长 21.7%，占工业总产值的 9.8%。预计 2020 年食品工业总产值将突破 15 万亿元。随着社会经济的发展，食品产业在保持持续上扬势头的同时，仍将有很大的发展潜力。

民以食为天。食品产业是关系到国民营养与健康的民生产业。随着国民经济的发展和人民生活水平的提高，人民对食品工业提出了更高的要求，食品加工的范围和深度不断扩展，所利用的科学技术也越来越先进。现代食品已朝着方便、营养、健康、美味、实惠的方向发展，传统食品现代化、普通食品功能化是食品工业发展的大趋势。新型食品产业又是高技术产业。近些年，具有高技术、高附加值特点的食品精深加工发展尤为迅猛。国内食品加工中小企业多、技术相对落后，导致产品在市场上的竞争力弱，特组织国内外食品加工领域的专家、教授，编著了“现代食品深加工技术丛书”。

本套丛书由多部专著组成。不仅包括传统的肉品深加工、稻谷深加工、水产品深加工、禽蛋深加工、乳品深加工、水果深加工、蔬菜深加工，还包含了新型食材及其副产品的深加工、功能性成分的分离提取，以及现代食品综合加工利用新技术等。

各部专著的作者由工作在食品加工、研究开发第一线的专家担任。所有作者都根据市场的需求，详细论述食品工程中最前沿的相关技术与理念。不求面面俱到，但求精深、透彻，将国际上前沿、先进的理论与技术实践呈现给读者，同时还附有便于读者进一步查阅信息的参考文献。每一部对于大学、科研机构的学生或研究者来说，都是重要的参考。希望能拓宽食品加工领域科研人员和企业技术人员的思路，推进食品技术创新和产品质量提升，提高我国食品的市场竞争力。

中国工程院院士



2014年3月

前 言

近年来,随着社会的进步和人民生活水平的提高,我国消费者的健康意识快速增强,城乡居民对食品及农产品的消费从“生存型”向“健康型、享受型”加速转变,从“吃饱、吃好”向“吃得安全、吃得健康”转变。安全、营养与健康成为 21 世纪人类对食品的普遍要求,通过摄食一些有益于健康的食品来达到防病治病的效果,已成为一种普遍需求。因此,在 2017 年中央一号文件中把“加强现代生物和营养强化技术研究,挖掘开发具有保健功能的食品”作为推进农业供给侧结构性改革的重要举措之一。

红枣是我国传统的滋补佳品和药食两用植物果实之一,不仅富含碳水化合物、有机酸、维生素、氨基酸、矿质元素等营养物质,而且含有大量的多酚、多糖、环核苷酸、三萜类化合物、膳食纤维及类胡萝卜素、生物碱等多种生物活性物质,具有补气补血、防癌抗癌、保肝护肝、调节免疫等生理功效,是人类健康饮食和研制开发功能性食品的重要原料。因此,近年来红枣的生产与消费一直呈快速增长态势,红枣营养与功能成为红枣研究的热点,关于红枣功能性成分的研究与开发也取得了大量的研究成果。

笔者基于 10 余年来的研究与生产实践,结合国内外最新的相关研究成果,在对红枣基本营养成分和保健功能特性进行梳理的基础上,重点对红枣中主要功能性成分的研究与应用进行了系统总结,阐述了红枣的营养与药用价值、保健功能及其物质基础,分析了当前在红枣功能性成分研究开发方面存在的问题与不足,提出了未来的研究方向和重点,不仅有助于全面理解红枣的营养与保健功能特性、指导红枣功能性加工产品的研究开发与生产,而且对于功能性红枣新品种选育、优质栽培和资源高效利用以及居民健康消费等也具有一定的指导作用。

本书由中国农业科学院郑州果树研究所果品营养与功能创新团队焦中高和刘杰超合著。其中,红枣功能性成分的研究得到了中国农业科学院科技创新工程专项(CAAS-ASTIP2015-ZFRI)、河南省重点科技攻关计划项目(082102140026)、中央级公益性科研院所基本科研业务费专项项目(0032007013)、郑州市科技攻关

计划项目(052SGYN12173)、中国农业科学院科研基金以及新疆楼兰庄园枣业有限公司等资助,果品营养与功能创新团队的张春岭、刘慧、周红平、杨文博、吕真真、陈大磊、郑晓伟、王思新等参与了部分研究工作,华南农业大学食品学院杨公明教授曾就红枣营养与功能性成分研究给予了悉心的指导和帮助,在此一并表示衷心的感谢!

由于笔者水平有限,书中难免有不足之处,恳请读者批评指正。



2018年3月

目 录

第1章 红枣的营养与功能概述	1
1.1 红枣的基本营养成分	1
1.1.1 可溶性糖	2
1.1.2 有机酸	4
1.1.3 蛋白质和氨基酸	6
1.1.4 脂类	7
1.1.5 维生素	9
1.1.6 矿质元素	9
1.2 红枣中的生物活性物质概述	12
1.2.1 多酚类物质	12
1.2.2 活性多糖	14
1.2.3 环核苷酸	14
1.2.4 三萜类化合物	15
1.2.5 其他生物活性成分	15
1.3 红枣的保健功能及应用	19
1.3.1 红枣在我国古代中医药中的应用	19
1.3.2 红枣的功能特性	20
参考文献	27
第2章 红枣多酚	34
2.1 水果多酚类物质概述	34
2.1.1 水果中多酚类物质的分布、种类与组成	34
2.1.2 多酚物质在水果及其加工制品中的作用	38
2.1.3 水果多酚的生物活性及应用	39
2.2 红枣多酚的种类与含量及其影响因素	41
2.2.1 总酚	41
2.2.2 总黄酮	46
2.2.3 原花色素	51
2.2.4 多酚类物质组成	53

2.3 红枣多酚的提取与纯化	67
2.3.1 红枣多酚的提取分离方法	68
2.3.2 红枣多酚的纯化	71
2.4 红枣多酚的生物活性	72
2.4.1 抗氧化活性	72
2.4.2 其他生物活性	75
2.5 小结	79
参考文献	80
第3章 红枣多糖	88
3.1 天然多糖的生物活性与功能概述	88
3.1.1 调节机体免疫	89
3.1.2 抗肿瘤	89
3.1.3 抗病毒	90
3.1.4 抗氧化	91
3.1.5 降血糖	91
3.1.6 降血脂	93
3.1.7 抗凝血	93
3.1.8 抗过敏、抗炎症反应	94
3.1.9 抑菌	94
3.1.10 其他活性	95
3.2 红枣多糖的含量与分布	95
3.2.1 红枣不同器官与组织中的多糖含量及其在发育过程中的变化	95
3.2.2 红枣多糖含量的品种差异性	96
3.2.3 红枣多糖含量的产地及年份差异性	97
3.3 红枣多糖的提取	98
3.3.1 热水浸提工艺条件对红枣多糖提取的影响	98
3.3.2 红枣多糖的酶法辅助提取	101
3.3.3 红枣多糖的超声辅助提取	103
3.3.4 红枣多糖的微波辅助提取	106
3.3.5 红枣多糖的碱法提取	107
3.4 红枣多糖的分离纯化	108
3.4.1 红枣多糖的乙醇沉淀法分离	108
3.4.2 红枣多糖的纯化	108
3.4.3 红枣多酚、多糖的联合提取分离	111

3.5 红枣多糖的分级分离与结构分析	113
3.5.1 多糖的分级分离方法	113
3.5.2 多糖结构的分析方法	114
3.5.3 红枣多糖的组成与结构特性	119
3.6 红枣多糖的生物活性	123
3.6.1 增强机体免疫功能	123
3.6.2 抗氧化活性	124
3.6.3 抗肿瘤	125
3.6.4 补气补血	125
3.6.5 保肝护肝	126
3.6.6 抗疲劳	126
3.6.7 降血糖、改善糖尿病症状	127
3.6.8 抗凝血	128
3.6.9 抑制酪氨酸酶活性	129
3.6.10 抑制透明质酸酶活性	129
3.6.11 降血脂	130
3.7 小结	131
参考文献	132
第4章 红枣多糖的分子修饰	144
4.1 天然多糖的分子修饰及其对生物活性的影响概述	144
4.1.1 硫酸酯化	145
4.1.2 羧甲基化	147
4.1.3 乙酰化	148
4.1.4 磷酸酯化	150
4.1.5 降解	152
4.2 红枣多糖的降解修饰	154
4.2.1 红枣多糖的降解方法	154
4.2.2 降解修饰对红枣多糖生物活性的影响	157
4.3 红枣多糖的硫酸酯化修饰	160
4.3.1 红枣多糖的硫酸酯化修饰方法	160
4.3.2 硫酸酯化修饰对红枣多糖理化性质的影响	162
4.3.3 硫酸酯化修饰对红枣多糖生物活性的影响	163
4.4 红枣多糖的羧甲基化修饰	166
4.4.1 红枣多糖的羧甲基化修饰方法	166
4.4.2 羧甲基化修饰对红枣多糖理化性质的影响	168

4.4.3 羧甲基化修饰对红枣多糖生物活性的影响	169
4.5 红枣多糖的乙酰化修饰	171
4.5.1 红枣多糖的乙酰化修饰方法	171
4.5.2 乙酰化修饰对红枣多糖理化性质的影响	173
4.5.3 乙酰化修饰对红枣多糖生物活性的影响	174
4.6 红枣多糖的其他修饰方法	176
4.6.1 硒化红枣多糖	176
4.6.2 红枣多糖铁	179
4.7 小结	180
参考文献	182
第5章 环核苷酸	188
5.1 环核苷酸概述	188
5.1.1 环核苷酸的种类及结构	188
5.1.2 环核苷酸的生理功能及药理作用	189
5.2 红枣中环核苷酸的分布与含量	192
5.2.1 红枣中的环核苷酸的分析方法	192
5.2.2 红枣中环核苷酸含量	194
5.2.3 红枣不同器官与组织中的环核苷酸含量及其在发育过程中的变化	196
5.2.4 红枣环核苷酸含量的品种差异性	196
5.2.5 红枣环核苷酸含量的地域差异性	198
5.2.6 贮藏和加工对红枣环核苷酸的影响	198
5.3 红枣中环核苷酸的提取与纯化	200
5.3.1 红枣中环磷酸腺苷的提取	201
5.3.2 红枣环磷酸腺苷的分离纯化	203
5.4 红枣环核苷酸的生物活性	205
5.4.1 抗疲劳	206
5.4.2 抗过敏	206
5.4.3 增强造血功能	206
5.4.4 诱导神经元分化, 保护神经细胞	207
5.5 小结	208
参考文献	209
第6章 三萜类化合物	213
6.1 三萜类化合物概述	213
6.1.1 三萜类化合物种类及结构	213

6.1.2 三萜类化合物的药理作用	215
6.2 红枣中三萜类化合物的分布与含量	220
6.2.1 红枣中三萜类化合物的分析方法	220
6.2.2 红枣中三萜类化合物的种类与结构	222
6.2.3 红枣中三萜类化合物的含量	226
6.2.4 影响红枣中三萜类化合物组成及含量的因素	228
6.3 红枣中三萜类化合物提取与纯化	232
6.3.1 红枣中三萜类化合物的提取	233
6.3.2 红枣中三萜类化合物的纯化	234
6.4 红枣三萜类化合物的生物活性	235
6.4.1 阻止动脉粥样硬化形成	236
6.4.2 抗肿瘤	236
6.4.3 抗炎反应	237
6.4.4 抗补体活性	237
6.4.5 抗氧化	238
6.4.6 保肝护肝	238
6.5 小结	239
参考文献	240
附录 中英文缩略词	247
索引	249

第1章 红枣的营养与功能概述

红枣(jujube), 又称大枣, 为鼠李科(Rhamnaceae)枣(*Zizyphus jujuba* Mill.)的成熟果实, 原产于我国, 是传统的滋补佳品和药食两用植物果实之一。

红枣中的糖含量较一般水果高1倍以上, 味甘甜, 而且含有18种氨基酸和维生素A、维生素B₁、维生素B₂、维生素B₆、维生素C、维生素E等多种维生素, 以及钙、铁、锌、硒、镁、锰等矿质元素, 有“天然维生素丸”之称, 营养价值极高。《诗经·豳风篇》中载有“八月剥枣, 十月获稻”的诗句, 说明3000年前枣已成为人们经常食用的果实之一。

红枣除食用外, 也常用于中药, 具有补血、健脑、抗癌、护肝、美容养颜及健脾益气、养血安神等功效。我国现存最早的中药专著《神农本草经》将大枣列为上品, 称其“味甘、平, 主治心腹邪气, 安中, 养脾气, 平胃气, 通九窍, 助十二经, 补少气、少津液, 身中不足、大惊、四肢重, 和百药, 久服轻身长年”。红枣常被中医作为“药引”来用, 具有缓和药性的作用。民间也有“宁可三日无肉, 不可一日无枣”“每日吃三枣, 七十不显老”之说。现代植物化学和药理学研究表明, 红枣中含有多酚类物质、活性多糖、五环三萜类化合物、环磷酸腺苷(cyclic adenosine monophosphate, cAMP)和环磷酸鸟苷(cyclic guanosine monophosphate, cGMP)、膳食纤维等多种生物活性成分, 具有抗氧化、防癌抗癌、抗疲劳、抗凝血、抗过敏、降血糖、降血脂、调节机体免疫、保肝护肝、补气补血、防治便秘等生理功效, 因此可在人体保健和疾病防治等方面发挥重要作用。

本章在对红枣的营养与功能性成分进行概述的基础上, 重点阐述红枣的营养价值与保健功能。

1.1 红枣的基本营养成分

枣在我国栽培与食用历史悠久, 自古以来就因果实味道鲜美、营养丰富而深受人们的喜爱, 被列为“五果”之一, 有“枣甘、李酸、栗咸、杏苦、桃辛”之说。

红枣中的营养成分主要包括碳水化合物、蛋白质、氨基酸、脂类、维生素和

矿质元素等。其中，葡萄糖、蔗糖、果糖等碳水化合物是人体重要的能量物质，矿质元素、维生素和氨基酸对于维持人体正常机能具有重要作用。

本节重点阐述红枣中的可溶性糖、蛋白质、氨基酸、脂类、维生素和矿质元素等基本营养成分的含量及影响因素等。

1.1.1 可溶性糖

糖类是红枣中含量最高的营养物质，在成熟鲜枣中可溶性糖含量可达 30%左右，干枣中则高达 60%~70%甚至更高，远高于其他水果（表 1.1）。

表 1.1 红枣与常见水果中可溶性糖含量的比较 （单位：g/100g FW）

水果种类	总糖	果糖	葡萄糖	蔗糖	参考文献
鲜枣	20.07~39.37	4.75~9.99	3.62~8.23	5.20~23.51	赵爱玲等，2016
干枣	69.2~79.5*	18.6~42.9*	19.2~27.2*	0.21~17.4*	Li et al., 2007
苹果	9.08~12.70	4.45~6.70	0.71~2.97	1.72~5.00	梁俊等，2011
梨	6.58~14.84	2.25~7.88	1.00~3.50**	0.11~4.78	姚改芳等，2010
桃	0.79~13.83	0.09~1.48	0.45~2.01	0.08~10.13	牛景等，2006
葡萄	9.35~25.60	4.76~13.10	4.59~12.29	< 0.1~4.97	Liu et al., 2006
甜樱桃	11.30~23.20	4.76~10.15	6.18~12.30	3.57~12.50	Usenik et al., 2008
李	5.05~15.20	1.16~3.06	1.62~3.59	0.74~6.47	刘硕等，2016
杏	3.31~8.30	0.26~1.54	0.83~1.82	1.71~4.97	陈美霞等，2006
桑葚	2.30~7.08	1.14~3.54	1.18~3.54	—	乔宇等，2016
石榴	9.23~13.33	4.52~6.85	4.05~6.43	0.035~0.074	秦改花等，2011
鲜橙	8.77~18.18	1.97~8.20	2.10~7.50	1.32~9.16	葛宝坤等，2015
芒果	2.82~6.39	0.66~2.71	0.71~1.81	0.81~3.52	马小卫等，2011
荔枝	12.33~16.68	3.32~6.84	2.95~6.00	0~8.34	李升锋等，2008
龙眼	10.0~17.4	1.9~4.4	2.0~5.2	4.6~13.5	胡志群等，2006
菠萝	7.76~17.27	1.21~4.71	1.37~5.51	4.52~8.95	陆新华等，2013

*单位为 g/100g DW；
**所测 98 个梨品种中大部分品种所在范围。
注：“—”表示未检出或者没有检测；FW 表示鲜重；DW 表示干重；下同。

红枣中可溶性糖以果糖、葡萄糖、蔗糖为主，三者占所测可溶性糖的 82.54%~92.16%；其次是鼠李糖和半乳糖，占 7.43%~16.91%；麦芽糖和甘露糖仅在个别品种中能检测到，且含量极少（赵爱玲等，2016）。

不同品种枣果实中可溶性糖的组成与含量存在较大差异(表 1.2)(赵爱玲等, 2016)。如同样栽培条件下的完熟期新郑灰枣鲜枣的总糖含量达 393.68g/kg FW, 而交城骏枣仅为 200.65g/kg FW, 前者约为后者的 2 倍; 滕州长红枣中蔗糖含量最高, 占总糖含量的 62.02%, 而北京鸡蛋枣中则是果糖含量最高, 占总糖含量的 42.73%(赵爱玲等, 2016)。在尖枣、骏枣、牙枣、龙枣、玲玲枣、婆婆枣、三变红、金丝小枣、清涧木枣等干枣中, 果糖含量一般在 14~35g/100g DW, 占总糖的 20%~48%, 平均为 31.5%, 与蜂蜜中果糖含量接近(王向红等, 2002)。蔗糖含量在不同品种间差别很大, 如尖枣中蔗糖含量仅为 0.21%, 而骏枣中则高达 17.4%(Li et al., 2007)。对不同生态区域、不同品种新疆红枣的糖含量进行分析也发现, 阿克苏、喀什、若羌 3 个红枣主产区的灰枣中总糖和还原糖含量平均值分别为 65.46 g/100g DW 和 40.21 g/100g DW, 较含糖量最低的哈密大枣分别高 31.45%和 38.75%, 而哈密、阿克苏、和田 3 个主产区的骏枣中总糖和还原糖含量平均值分别为 59.07g/100g DW 和 32.35g/100g DW, 较哈密大枣分别高 18.61%和 11.63%; 阿克苏地区灰枣与骏枣种植面积均较大, 其所产骏枣与灰枣尽管总糖含量差别不明显, 但还原糖含量差别却较大, 灰枣较骏枣高 25.82%; 同样产自哈密

表 1.2 不同品种红枣中可溶性糖含量的比较

品种	总糖/(g/kg FW)	果糖/(g/kg FW)	葡萄糖/(g/kg FW)	蔗糖/ (g/kg FW)	蔗糖/总糖/%
新郑灰枣	393.68	91.10	67.50	235.09	59.72
庆云小梨枣	329.99	98.45	74.13	123.17	37.33
滕州长红枣	329.22	70.10	54.94	204.18	62.02
太谷鸡心枣	320.50	88.26	66.53	165.71	51.70
内黄苹果枣	314.14	91.63	82.25	140.25	44.65
彬县晋枣	312.15	85.00	64.28	162.87	52.18
宁阳六月鲜	311.54	72.99	56.84	181.72	58.33
赞皇大枣	303.78	69.18	62.03	172.57	56.81
大荔蜂蜜罐	301.02	77.40	57.27	166.34	55.26
山东梨枣	298.47	94.76	78.05	94.58	31.69
晋赞大枣	276.53	71.05	61.77	143.71	51.97
冷白玉枣	260.60	59.58	44.20	156.81	60.17
襄汾圆枣	256.23	72.61	52.37	131.25	51.22
稷山板枣	244.63	79.74	61.43	103.45	42.29

续表					
品种	总糖/(g/kg FW)	果糖/(g/kg FW)	葡萄糖/(g/kg FW)	蔗糖 /(g/kg FW)	蔗糖/总糖/%
运城相枣	243.02	78.76	69.64	94.63	38.94
太谷壶瓶枣	241.25	54.40	40.20	146.65	60.79
夏津大白铃	239.46	82.52	69.41	87.53	36.55
北京鸡蛋枣	233.75	99.87	81.91	51.97	22.23
临猗梨枣	215.09	72.74	60.59	81.76	38.01
交城骏枣	200.65	47.52	36.19	121.94	60.77

表 1.3 不同品种、不同产地新疆红枣可溶性糖含量比较 （单位：g/100g DW）

分类	哈密大枣	骏枣			灰枣		
		哈密	阿克苏	和田	阿克苏	喀什	若羌
总糖	49.80	60.79	57.82	58.60	58.97	67.69	69.71
还原糖	28.98	30.89	33.62	32.55	42.30	42.87	35.45

除品种外，红枣中可溶性糖的组成与含量还受产地、级别、干制方法、施肥等因素的影响。一般西部地区特别是新疆地区光热资源丰富，日照充足，气候干旱，昼夜温差大，有利于糖分的积累，因此西部地区生产的红枣含糖量显著高于其他地区。例如，新疆若羌所产灰枣的总糖含量可较河南新郑所产灰枣高 25.58%（张艳红，2007）；新疆产区大枣样品蔗糖平均含量远高于全国其他产区，而葡萄糖及果糖平均含量显著低于全国其他产区，相同栽培品种（如骏枣、梨枣），产自新疆产区者其蔗糖含量显著高于其他产区（张颖等，2016）。不同等级的红枣中，低等级的红枣由于坐果晚、发育时间短，含糖量一般低于高等级红枣（王向红等，2002）。自然干制红枣的可溶性糖含量高于热风干制的红枣（Gao et al., 2012）；热风干制条件下，较低的干制温度有利于保持枣中糖的含量（李焕荣等，2008）。在日常栽培管理中，增施钾肥、有机肥和钙、镁等微肥有助于提高枣果糖含量（张兆斌等，2009）。

1.1.2 有机酸

有机酸广泛存在于多种水果中，是水果中重要的营养物质与风味物质。水果中有机酸的种类及含量不仅与其品质和风味密切相关，而且能够促进胃肠运动、增进食欲、帮助消化，对人体健康十分有益。