

石榴的营养保健功能及其加工品

张文颖,管 乐,贾海锋,王 晨*,房经贵*

(南京农业大学园艺学院,南京 210095)

摘 要: 石榴富含对人体有益的抗氧化剂和营养成分,除用于鲜食外,其营养保健功效越来越得到人们的重视。在我国,古代就有将石榴用作中药的记载,如今,随着研究的深入和石榴产业的不断发展,人们对石榴的营养价值与保健功能已有了广泛认识,各种石榴加工品也越来越受到了广大消费者的喜爱。为了更全面的了解石榴的营养保健功能及其加工品,我们对石榴的营养价值、药用价值、保健功能、加工品的综合利用等几个方面进行了较为全面的介绍,旨在为石榴生产提供科学依据,进而促进石榴加工产业的可持续发展。

关键词: 石榴;营养价值;保健功能;石榴果汁;加工品

中图分类号: S665.4

文献标志码: A

文章编号: 1009-9980(2017)Supl.-012-07

Nutrients value and health-care functions of pomegranate and its processed products

ZHANG Wenying, GUAN Le, JIA Haifeng, WANG Chen*, FANG Jinggui*

(College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, Jiangsu, China)

Abstract: Pomegranate, a rich source of antioxidants and nutrients providing health benefits to the human body. In addition to fresh food, the nutritional health effect of pomegranate products can attract more and more people. In ancient China, pomegranate has been widely used as traditional Chinese medicine, and now, with the advancement in research and continuous development of pomegranate industry, people has widely recognized the nutritional value as well as beneficial effects of pomegranate and all kinds of pomegranate processed products. In order to understand further the nutritional and health functions of pomegranate and its processed products, we have introduced the pomegranate nutritional value, medicinal value, health function and comprehensive utilization of processed products in a number of aspects. This article aimed to provide scientific basis for the production of pomegranate, promote the sustainable development of pomegranate processing industry.

Key words: Pomegranate; Nutritional value; Health function; Pomegranate juice; Processed products

石榴(*Punica granatum* L.)又名安石榴、若榴、天浆等,系石榴科石榴属落叶灌木或小乔木,原产中亚细亚等地,超过2 000 a(年)前由汉代张骞经丝绸之路传入我国,在我国已有两千多年的栽培历史^[1]。石榴种质资源丰富,在全球有1 000多个栽培品种^[2],在我国的分布范围较广,涵盖了平原、丘陵、高原、山地等多种地形地貌,但经过长期的自然选择及人工驯化,主要形成了新疆叶城、陕西临潼、山东枣庄、河南开封、安徽怀远、四川会理、云南蒙自等几个著名的

适生栽培区和许多优异的地方品种^[3]。石榴果实风味酸甜爽口,除鲜食外,还可以加工成石榴果汁、石榴酒、果醋、果酱、蜜饯等,石榴叶片可加工成石榴茶,石榴籽能加工成石榴籽油,石榴提取物亦能加工成石榴护肤品及各种保健品等,具有极高的营养和保健价值。石榴无论是鲜食、加工都受到众多果品生产企业的青睐,在世界果品市场中拥有良好的发展前景,但长期以来,我国对石榴的研究主要集中在种质资源的评价利用等方面,特别是以石榴经济性

收稿日期:2017-08-20 接受日期:2017-09-03

作者简介: 张文颖,女,在读硕士研究生,研究方向:果树分子生物学。Tel:15261870197,E-mail:2016104035@njau.edu.cn

*通信作者 Author for correspondence. E-mail: wangchen@njau.edu.cn; fanggg@njau.edu.cn

状和形态的研究为主^[4],对石榴的营养保健功能及石榴加工品的研究较少,特别是近年来,我国石榴种植面积迅速扩大,产量剧增,但是石榴的深加工却比较滞后,除鲜食外,每年都有许多果实因不能及时消费和加工而浪费,这严重制约着我国石榴产业的发展。因此,笔者对石榴的营养保健功能及其加工品进行综述,以期在普及其营养保健功能和提高资源利用率的同时,为石榴产品的研究与开发利用提供一定的理论参考。

1 石榴的营养价值与保健功能

石榴自古就有“水晶珠玉”之称,被列为果中珍

品,更因其味酸甜,性清凉,丰富的营养成分,广泛的食疗作用及保健功能等深为人们所喜爱。

1.1 石榴不同器官的营养成分

石榴果实美观鲜艳,被誉为“天下奇果,九州名果”,其果实中含有丰富的碳水化合物、蛋白质、各种氨基酸和人体所必需的微量元素和各种维生素,具有极高的营养价值及药用价值,是集药、食、补三大功能为一体的保健食品^[2]。石榴营养丰富,所含化学成分在不同器官中有所不同(表1),黄酮、鞣质、生物碱、有机酸和特殊结构的多元酚在果汁、果皮、叶、树皮中的分布各有偏重,石榴籽及其他部位则多含甾类、磷脂、甘油三酯等成分。

表 1 石榴各器官的主要组成成分
Table 1 The main components of different pomegranate organs

类型 Types	组成成分 Composition	参考文献 Reference
石榴果皮 Pomegranate peel	安石榴苷,石榴素,鞣花酸,没食子酸,类黄酮,槲皮素,山奈酚,单宁,氨基酸,果胶,花青苷,树脂,葡萄糖,草酸钙 Punicalagin, Granatin, Ellagic acid, Gallic acid, Flavonoids, Quercetin, Kaempferol, Tannin, Amino acid, Pectin, Anthocyanin, Resin, Glucose, Calcium oxalate	[5-6]
石榴果(汁) Pomegranate fruit (juice)	类黄酮,花青苷,鞣花酸,没食子酸,咖啡酸,儿茶素,槲皮素,芦丁,碳水化合物,葡萄糖,维生素,矿物质 Flavonoids, Anthocyanin, Ellagic acid, Gallic acid, Caffeic acid, Catechin, Quercetin, Rutin, Carbohydrates, Glucose, Vitamins, Minerals	[7]
石榴籽(油) Pomegranate seed (oil)	甾类,磷脂,共轭亚麻酸,亚油酸,油酸,硬脂酸,石榴酸,棕榈酸,花生酸,桐酸 Steroids, Phospholipids, Conjugated linolenic acid, Linoleic acid, Oleic acid, Stearic acid, Punicic acid, Palmitic acid, Eicosanoid, Eleostearic acid	[6]
石榴叶 Pomegranate leaves	鞣花酸,没食子酸,熊果酸,黄酮糖苷,生物碱 Ellagic acid, Gallic acid, Ursolic acid, Flavone glycoside, Alkaloids	[7-8]
石榴花 Pomegranate flowers	没食子酸,熊果酸,肾上腺素,三萜类 Gallic acid, Ursolic acid, Adrenaline, Triterpenes	[9]
石榴根和树皮 Pomegranate roots and bark	鞣花酸,生物碱,树脂 Ellagic acid, Alkaloids, Resin	[4-5]

1.2 石榴主要营养成分的保健功能

1.2.1 维生素和矿物质 石榴中含有丰富的维生素及矿物质,如V_{B1}、V_{B2}、V_{B6}、V_C以及烟酸和植物雌激素等,其中V_C的含量比苹果高1~2倍,对人体非常有益,特别是植物雌激素对女性更年期综合症、骨质疏松症等疾病的功效尤其受人关注^[5]。石榴汁中各种营养成分如K、Na、Ca、Mg、Cu等的含量较高,其中以植物营养大量元素K含量最高,中量元素Ca、Mg含量次之,其他微量元素含量较低,这些元素被人体吸收以后,在人的生长、发育、自我完善中将会起到很大的作用。

1.2.2 多酚 石榴的多酚提取物是一类具有较强抗氧化活性的物质,能有效地清除各种氧自由基,保护机体免受氧化应激的损害,因此可防治与自由基氧

化损伤相关的多种疾病。石榴皮和石榴汁中富含多酚,据报道,从石榴果皮中可提取到高达24.9%的多酚类化合物,干燥的石榴皮中单宁的含量为10.4%~21.3%^[4],包括安石榴苷、安石榴林、石榴皮亭A、石榴皮亭B、鞣云实精、鞣花酸、没食子酸,其中安石榴苷的含量最高。石榴汁中多酚包括没食子酸、槲皮苷、绿原酸、根皮苷、咖啡酸、原儿茶酸、儿茶素、鞣花酸和香豆酸等,其中以没食子酸和儿茶素的含量较高,石榴籽中也有多酚的存在,但含量较低^[6]。这些酚类物质在改善关节弹力和皮肤弹性,强化动脉、静脉和毛细血管,抗炎抗癌等方面具有重要的作用。

1.2.3 脂肪酸 石榴所含脂肪酸主要集中在种子里,主要为石榴酸,占86.8%,其次为亚油酸5.14%、油酸3.81%、棕榈酸2.91%、硬酯酸1.52%、亚麻酸

0.61%、 α -桐酸 0.15%、 β -桐酸 0.06%。石榴籽脂肪酸中,饱和脂肪酸占 4.43%,其余 95.67%为不饱和脂肪酸^[7]。石榴酸为含有 3 个双键的共轭三烯多不饱和脂肪酸。石榴酸性质极为活泼,易被氧化,抑制氧化酶,抵抗人体炎症,防止自由基对人体的破坏,具有预防高血脂病和心脑血管疾病的作用^[4]。另有研究表明,石榴酸还具有干燥快、成膜性好、成膜后光泽度高、附着力强、较耐酸碱等优良特性,是油漆和涂料等工业的新油源^[5],有广阔的应用前景。

1.2.4 氨基酸和类黄酮 石榴是一种氨基酸种类丰富的果品,石榴汁中含有 17 种游离氨基酸和 17 种水解氨基酸,其中以天门冬氨酸、丝氨酸及甘氨酸的含量较高。此外石榴中含有延缓衰老、预防动脉粥样硬化和减缓癌变进程的高水平抗氧化剂类黄酮,其含量为 166 mg·kg⁻¹,超过了红葡萄酒^[8]。其中黄酮类化合物包括天竺葵素类、飞燕草素类和芦丁等。此外,石榴皮和石榴籽还含有黄酮醇类植物雌激素,如毛地黄黄酮、槲皮素和茛菲醇^[9]。

1.2.5 其他成分 石榴含有生物碱、有机酸和类固醇激素等活性成分。生物碱包括 N-乙酰石榴碱、石榴皮碱、伪石榴皮碱等,主要分布于石榴皮中。有机酸主要存在于石榴汁中,如酒石酸、奎尼酸和琥珀酸等。石榴籽富含香豆雌酚和多种类固醇激素,包括雌甾酮、菜油甾醇和睾丸激素等^[10]。此外,石榴除上述常见的营养素外,随着近几年人们对石榴功能成分和药理的研究,发现石榴还含有一些其他水果没有或含量很少、但具有很高生理活性的特殊的生物活性成分,尚待进一步研究。

1.3 石榴的药用价值

石榴的根、叶、花、果实、果皮、种子均可入药,传统中医认为:石榴性温涩,味甘酸,无毒,润燥兼收敛

之效,有生津化食,健脾益胃,降压止泻,驱除肠道寄生虫等保健疗效作用。《罗氏会药医镜》中记载“石榴皮性酸涩,有断下之功,止泻痢、下血、崩带、脱肛、漏精^[11]。”;石榴叶具有收敛止泻、角毒杀虫、主泄泻、治痘风疮、赖疮、跌打损伤的功效,新鲜石榴叶做成石榴叶茶具有生津止渴、消炎安神、消乏解疲、振奋精神的功效;石榴籽用于藏族传统医药中,具有“主治培根寒症,胃寒症及一切胃病”的功效;石榴皮不仅具有很强的止血作用,且具有治疗口腔溃疡的功效;石榴花具有收敛止泻、止血、治疗糖尿病等功效,此外研究表明,石榴含有雌激素,对女性更年期综合症、骨质疏松症等疾病有功效^[12]。由此可见,石榴不但营养丰富,还具很高的药理作用,故研究其功能,开发其加工品具有十分重要的意义。

1.4 石榴的保健功能

石榴是药食同源的果品,其多功能性越来越引起了科学界的关注与研究。现代医学和食品研究表明,石榴的保健功能主要集中表现在以下几个方面(图 1,表 2)。石榴全身是宝,其各组织器官都因含

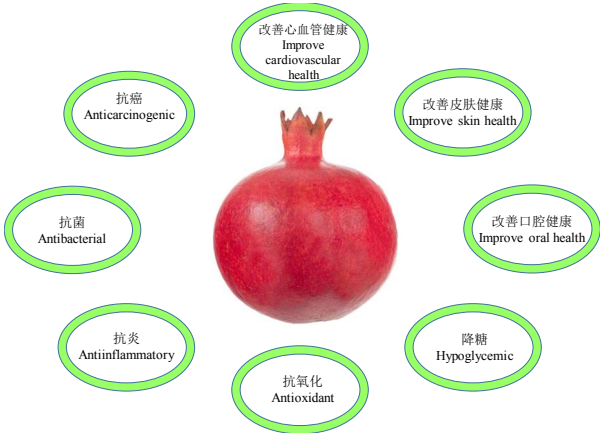


图 1 石榴的主要功能

Fig. 1 The main functions of pomegranate

表 2 石榴不同部位的保健功能

Table 2 The health functions of different parts of pomegranate

器官 Organs	保健功用 Health-care function	参考文献 Reference
石榴皮 Pomegranate peel	抗病毒、抗菌、抗癌、抗衰老、改善关节弹力和皮肤弹性、促进皮层再生、保护口腔健康、强化动脉静脉和毛细血管、对抗关节炎和运动伤害等炎症 Antiviral, antibacterial, anticarcinogenic, anti-aging, improve joint elasticity and skin elasticity, promote cortical regeneration, protect oral health, strengthen the arterial vein and capillaries, against arthritis and sports injuries and other inflammation	[13–14]
石榴叶 Pomegranate leaves	助消化、止泻、杀菌消炎、调节血糖血脂 Help digestion, antidiarrheal, bactericidal anti-inflammatory, regulate blood sugar and blood lipids	[15]
石榴花 Pomegranate flowers	极高的抗氧化剂活性、对肝具有保护特性 Very high antioxidant activity, protect the liver	[14]
石榴籽 Pomegranate seeds	降血糖、抗癌、延缓衰老、预防动脉粥样硬化、治疗心血管疾病、促进表皮再生 Hypoglycemic, anticarcinogenic, anti-aging, prevention of atherosclerosis, treatment of cardiovascular disease, promote epidermal regeneration	[12]

有丰富的生物活性营养成分而具有保健功能,但由于不同组织器官中所含营养成分的种类与含量不同,其保健功能也不尽相同。

2 石榴主要保健功能的研究进展

2.1 抗炎、抗菌作用

众多研究表明石榴具有抗炎特性,Tezcan等^[16]报道,补充石榴汁或石榴果实的提取物后肥胖大鼠的血管炎症得到缓解。Faria等^[17]报道,石榴酸,石榴籽油中含有的共轭脂肪酸,通过限制嗜中性粒细胞活化和脂质过氧化而具有体内抗炎作用。此外,研究发现石榴皮体外试验对志贺、施氏、福氏、宋氏等4种痢疾杆菌及金黄色葡萄球菌、溶血性链球菌、霍乱弧菌、痢疾杆菌、伤寒及副伤寒杆菌、变形杆菌、大肠杆菌、铜绿假单胞菌及结核分枝杆菌有明显的抑制作用,对董氏毛癣菌、同心性毛癣菌等多种致病真菌也有不同程度的抑制作用^[6],这些抗菌作用可能与其所含的大量鞣质有关,其机理有待进一步研究。

2.2 抗癌

Yang等^[18]对不同的石榴组分进行提取和发酵,证明它们有抗扩散、抗侵染及对乳腺和前列腺细胞凋亡的作用,之后进一步研究发现石榴果实提取物能引起白血病细胞的分化,使癌细胞转换回正常非癌细胞,而类黄酮是能引起该分化的无毒化合物,这一发现提供了一个无毒副作用的癌症疗法。Lansky还检测了不同新鲜果汁和发酵石榴汁组分对人白血病细胞的作用,结果表明石榴果皮提取物和发酵果汁具有最显著的效果,而新鲜果汁仅有微弱的效果。另有研究表明,局部使用石榴籽油降低了致癌物质处理对老鼠皮肤癌的影响^[19],此外石榴籽油对治疗乳腺癌亦具有显著的效果。

2.3 抗氧化剂

石榴因其抗氧化特性越来越受到广大消费者的青睐,夏天兰等^[20]对主要水果的抗氧化剂总含量研究发现,石榴是所测定水果中含抗氧化剂最高的水果,其含量是柠檬的11倍,苹果的39倍,西瓜的283倍。此外研究发现石榴汁含有丰富的抗氧化剂,如可溶性多酚化合物、丹宁、花色苷等。Eiabd等^[21]对石榴花的乙醇提取物研究发现其有效的抗氧化剂活性极高并且具有对肝的保护特性。

2.4 保护心血管健康

石榴汁富含单宁,具有抗动脉粥样硬化的性质,

研究表明石榴汁中某些抗氧化剂可降低血压,对心血管疾病具有广泛的保护作用。此外,石榴汁具有抑制巨噬海绵细胞的形成和动脉粥样硬化损害发展的作用^[22],而巨噬细胞胆固醇的积累和海绵细胞的形成是早期动脉粥样硬化发生的标志。Sohrab等^[23]阐述了石榴汁降低巨噬细胞中胆固醇积累的可能机制,认为巨噬细胞中石榴汁对氧化型低密度脂蛋白(Ox-LDL)降解和胆固醇生物合成的阻遏作用,导致了降低细胞胆固醇的积累和海绵细胞的形成。Lansky等^[24]的研究还表明,石榴汁通过提高人的冠状内皮一氧化氮合成酶III的生物活力,对人类脉管并发症的发生、冠心病和动脉粥样硬化产生抑制效应。

2.5 降糖

石榴抗糖尿病的作用与其提高氧化胁迫和降低动脉粥样硬化有关。冯立娟等^[25]给糖尿病人服用石榴汁(含有糖分和有效的抗氧化剂),对其血清和巨噬细胞中的血糖参数和氧化胁迫的效应进行了研究。结果表明,糖尿病人饮用石榴汁并不影响病人的血糖参数,但是明显地导致血清和巨噬细胞中的抗氧化效应,从而缓解这些病人的动脉粥样硬化。

2.6 改善皮肤及口腔健康

现代医学发现,石榴中含有大量的维生素C、石榴多酚和花青素,抗氧化性高出绿茶3倍,更是维生素C的20倍,能有效中和自由基,促进新陈代谢、排出毒素。此外Holland等^[26]认为石榴各组分有利于皮肤的修复,其水性提取物(特别是石榴果皮提取物)及石榴籽油能促进皮层的再生。而石榴中含有的鞣花酸被证明能够有效抑制胶原蛋白的分解,减少皮肤皱纹,改善皮肤状态,使皮肤具有弹性。此外研究表明石榴含有的代谢物,特别是多酚类黄酮,被认为有利于良好的口腔健康,特别是对治疗牙龈炎、牙周炎有显著的效果^[27]。

3 石榴加工品研究

石榴除鲜食外,亦可根据其可利用的形式加工成药用加工品、食用加工品、保健加工品等不同类型的产品(图2),从而提升石榴的附加值,增加农民的收入,进而带动我国石榴加工产业的发展。

3.1 药用加工品

作为世界上最古老的水果之一,石榴不仅具有很高的观赏和食用价值,而且自古就是一味良药,具



A. 石榴皮药用加工品; B. 石榴保健加工品; C. 石榴食用加工品。
A. Medicinal processed products of pomegranate peel; B. Pomegranate health care products; C. Pomegranate edible processed products.

图 2 石榴的加工品
Fig.2 Pomegranate processed products

有丰富的生物药用价值。石榴的根、叶、花、果实、果皮、种子均可入药,但主要入药部位为果皮,石榴作为中药主要加工状态为晒干,由于石榴作为中药材大都是生药,在制备前需去掉表皮灰屑、杂质等,使中药清洁纯净,使用时直接熬制即可。

3.2 食用加工品

石榴被称为药食兼用的果中之王,新鲜的石榴运输过程很容易因碰撞等因素而导致其品质败坏,将石榴加工成石榴汁、石榴果醋、石榴果酱蜜饯、石榴果茶等多种食用加工品,既很好地保持了原果的风味和特征,发挥了其营养保健功能,又可延长保质期,在市场上拥有良好的发展前景。

研究表明,石榴饮料是很好的饮品,含有多种氨基酸和微量元素,有助于消化、抗胃溃疡、软化血管、降血脂血糖、降低胆固醇等多种功能,具有防止冠心病、高血压、延年益寿等功效^[28]。因此将食用不便的石榴榨汁,加工成特色的果汁饮料(石榴汁、石榴果醋等),不仅食用方便,还集食用、药用及工业价值于一身,是一种具有开发潜力的新型保健饮料。由于石榴原汁不耐贮藏,难运输,生产上还常将石榴汁经蒸发浓缩后制成浓缩石榴汁,浓缩石榴汁属于绿色纯天然农产品,具有色泽鲜红透亮、可溶性固形物含量高、耐贮藏、易运输等优点^[29],是很好的食品配料,

不仅可调制成果汁,还可用作果酱、果冻、果酒,冰淇淋,糕点等的酿制原料,以及化妆品及各种药品的添加剂,具有广泛的工业价值。

石榴酒是经过将精选的石榴果粒在瓷缸中榨出汁液,放入罐或桶内进行主发酵,发酵后及时将发酵液分离成原酒,原酒经准确计量后装入酒桶中后发酵后再陈酿而得。研究证实,石榴酒具有降血脂、软化血管、增强心脏活力以及预防癌症的功效,同时对乙型肝炎抗原(HBAG)有较强的抑制作用^[30],石榴发酵酒的加工工艺复杂,原料选择、发酵温度、发酵时间等都对石榴酒的品质有所影响。此外,研究发现,石榴果皮及籽对发酵酒的品质有一定影响,生产石榴发酵酒时应先分离种子,并用带 1/3 果皮的石榴加工发酵的酒质量较好^[31]。

3.3 保健加工品

保健品是指具有特定保健功能或者以补充维生素、矿物质为目的的食品,即适宜于特定人群食用,具有调节机体功能,不以治疗疾病为目的,并且对人体不产生任何急性、亚急性或者慢性危害且可以长期使用的产品^[32]。在生产中,石榴果皮、石榴籽等因其丰富的营养成分与保健功能还可被加工成石榴籽油、石榴胶囊、石榴补血糖浆等保健品。在生产中,石榴籽是石榴及其附属产品中最容易被丢弃、浪费的部分,往往被人忽视,而石榴籽中含有丰富的营养成分,如脂类、甾类、酚类等,有很高的营养价值^[33]。从石榴籽中提取出石榴籽油经研究表明具有良好的清除自由基效果和明显的抗氧化能力,具有保护人体的免疫系统、抗癌、延缓衰老、预防动脉硬化和冠心病发生等功效,是极具开发价值的功能性产品。石榴籽油提取方法主要有:冷榨法、索氏提取法、超临界溶剂萃取法及超声波辅助提取法等,其中超声波辅助萃取技术因其提取效率高、提取温度低、能耗低,适用范围广等优点在中药制剂等提取工艺中已被广泛应用^[34]。此外,石榴提取物还可加工成化妆品,具有抗氧化、抗衰老、抗紫外线、增白和保湿等作用^[35],因而对多种因素造成的皮肤衰老(皱纹和色素沉着)都有独到的功效。

4 展 望

石榴是一种具有很高食用价值和药用价值的食品,含有丰富的天然生物活性物质,特别是抗氧化活性物质,具有较高的开发利用价值。我国石榴资源丰富,但对石榴的研究起步较晚,在石榴价值的综合

利用、产品开发、药理研究等方面存在诸多不足,在很大程度上造成了石榴资源的浪费。为全面认识石榴的营养与保健功能,今后应继续加强相关研究,为石榴的合理利用提供科学依据。在生产实践中应提高石榴的贮藏保鲜水平,将更多的优质鲜果提供给消费者。其次应提高我国石榴深加工的技术水平与规模化程度,丰富食用加工品的类型,尤其是提高相关石榴饮料的出汁率,以满足人们的需求。此外,随着保健品市场的不断发展,石榴保健品的开发应受到重视,石榴营养保健物质的提取工艺应进一步提高,从而全面发挥石榴的营养保健功能,进而推动我国石榴产业的持续发展。

参考文献 References:

- [1] 王舒. 石榴营养成分和保健功能的研究进展[J]. 海峡药学, 2015, 27(4): 37-39.
WANG Shu. Research Progress of Nutritional Components and Health Function of Pomegranate[J]. Strait Pharmaceutical Journal, 2015, 27(4): 37-39.
- [2] WASILA H, LI X, LIU L W, AHMAD I. Comparing phenolics composition and antioxidant activities of different pomegranate products[J]. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 2014, 51(51): 167-174.
- [3] 杨万林, 杨芳. 中国优质石榴品种品质比较与评价[J]. 保鲜与加工, 2015, 15(02): 62-67+72.
YANG Wanlin, YANG Fang. Evaluation and comparison of fruit quality of pomegranate cultivars in China[J]. Storage and Process, 2015, 15(02): 62-67+72.
- [4] 马寅斐, 赵岩, 朱凤涛, 初乐. 我国石榴产业的现状与发展趋势[J]. 中国果菜, 2013, (10): 31-33.
MA Yinfei, ZHAO Yan, ZHU Fengtao, CHU Le. Current Situation and Development Trend of Pomegranate Industry in China[J]. China Fruit & Vegetable, 2013, (10): 31-33.
- [5] VIUDA-MARTOS M, FERNANDEZ-LOPEZ J, PEREA-ALVAREZ J A. Pomegranate and its many functional components as related to human health: a review[J]. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2010, 9(6): 635-654.
- [6] ROM O, AVIRAM M. Paraoxonase2 (PON2) and oxidative stress involvement in pomegranate juice protection against cigarette smoke-induced macrophage cholesterol accumulation[J]. Chemico-biological interactions, 2016, 259: 394-400.
- [7] ZHAO F, PANG W T, ZHANG Z Y, ZHAO J L, WANG X, LIU Y, WANG X, FENG Z H, ZHANG Y, SUN Y, SUN W Y, LIU J K. Pomegranate extract and exercise provide additive benefits on improvement of immune function by inhibiting inflammation and oxidative stress in high-fat-diet-induced obesity in rats[J]. Journal of Nutritional Biochemistry, 2016, 32: 20-28.
- [8] 毕晓菲, 李勇. 石榴化学成分及其保健功能的研究进展[J]. 现代农业科技, 2010, (22): 356-357+360.
BI Xiaofei, LI Yong. Advances in chemical constituents of pomegranate and its health function[J]. Modern Agricultural Sciences and Technology, 2010, (22): 356-357+360.
- [9] MIRDEHGHAN S H, RAHEMI M. Seasonal changes of mineral nutrients and phenolics in pomegranate (*Punica granatum L.*) fruit[J]. Scientia Horticulturae, 2007, 111(2): 120-127.
- [10] JOHANNINGSMEIER S D, HARRIS G K. Pomegranate as a functional food and nutraceutical source[J]. Annual review of food science and technology, 2011, 2: 181-201.
- [11] ZHANG Y, ZHANG R. Study on the mechanism of browning of pomegranate (*Punica granatum L.* cv. Ganesh) peel in different storage conditions[J]. Agricultural Sciences in China, 2008, 7(1): 65-73.
- [12] 惠李, 侯天德, 葛玉凤, 程昉. 石榴活性成分及药理作用研究进展[J]. 现代农业科技, 2009(6): 24.
HUI Li, HOU Tiande, GE Yufeng, CHENG Fang. Research progress of active components and pharmacological effects of pomegranate[J]. Modern Agricultural Sciences and Technology, 2009(6): 24.
- [13] 李婕姝, 贾冬英, 姚开, 张茜. 石榴的生物活性成分及其药理作用研究进展[J]. 中国现代中药, 2009, 11(9): 7-10.
LI Jiezh, JIA Dongying, YAO Kai, ZHANG Qian. Advances in bioactive components of pomegranate and its pharmacological action[J]. Modern Chinese Medicine, 2009, 11(9): 7-10.
- [14] MIGUEL M G, NEVES M A, ANTUNES M D. Pomegranate (*Punicagranatum L.*): A medicinal plant with myriad biological properties—A short review[J]. Journal of Medicinal Plants Research, 2010, 4(25): 2836-2847.
- [15] 苑兆和, 尹燕雷, 朱丽琴, 李云, 侯乐峰. 石榴保健功能的研究进展[J]. 山东林业科技, 2008(1): 91-93.
YUAN Zhaohe, YIN Yanlei, ZHU Liqi, LI Le, HOU Lefeng. Research progress on nutraceutical functions of pomegranate[J]. Journal of Shandong Forestry Science and Technology, 2008(1): 91-93.
- [16] TEZCAN F, GULTEKIN-OZGUVEN M, DIKEN T, OZCELIK B, ERIM F B. Antioxidant activity and total phenolic, organic acid and sugar content in commercial pomegranate juices[J]. Food Chemistry, 2009, 115(3): 873-877.
- [17] FARIA A, CALHAU C. The bioactivity of pomegranate: impact on health and disease[J]. Critical reviews in food science and nutrition, 2011, 51(7): 626-634.
- [18] YANG J, LEE R, HENNING S M, THAMES G, HSU M, MAN-LAM H, HEBER D, LI Z P. Soy protein isolate does not affect ellagitannin bioavailability and urolithin formation when mixed with pomegranate juice in humans[J]. Food chemistry, 2016, 194: 1300-1303.
- [19] ROM O, KORACH-RECHTMAN H, HAYEK T, DANIN-PO-

- LEG Y, BAR H, KASHI Y, AVIRAM M. Acrolein increases macrophage atherogenicity in association with gut microbiota remodeling in atherosclerotic mice: protective role for the polyphenol-rich pomegranate juice[J]. *Archives of Toxicology*, 2017, 91(4): 1709–1725.
- [20] 夏天兰, 张卫佳, 蒋其斌. 石榴保健酒的研制[J]. *酿酒科技*, 2008(1): 94–95.
- XIA Tianlan, ZHANG Weijia, JIANG Qibin. Development of pomegranate health wine[J]. *Liquor-Making Science & Technology*, 2008(1): 94–95.
- [21] EIABD, SHEREEN S, IBRAHIM, MARWA A A. Effect of sodium fluoride on the oviductal mucosa of adult albino rats and the possible protective role of pomegranate peel extract: a histological and immunohistochemical study[J]. *Egyptian Journal of Histology*, 2016, 39(2): 191–202.
- [22] SELCUK N, ERKAN M. Changes in antioxidant activity and post-harvest quality of sweet pomegranates cv. Hicrannar under modified atmosphere packaging[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2014, 92: 29–36.
- [23] SOHRAB G, EBRAHIMOF S, SOTOUDEH G, NEYESTANI T R, ANGOORANI P, HEDAYATI M, SIAFI F. Effects of pomegranate juice consumption on oxidative stress in patients with type 2 diabetes: a single-blind, randomized clinical trial[J]. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 2017, 68(2): 249–255.
- [24] LANSKY E P, JIANG W G, MO H B, BRAVO L, FROOM P, YU W P, HARRIS N M, NEEMAN I, CAMPBELL M J. Possible synergistic prostate cancer suppression by anatomically discrete pomegranate fractions[J]. *Investigational New Drugs*, 2005, 23(1): 11–20.
- [25] 冯立娟, 尹燕雷, 招雪晴, 王长君. 石榴没食子酸代谢与保健功能研究进展[J]. *果树学报*, 2014, 31(4): 710–716.
- FENG Lijuan, YIN Yanlei, ZHAO Xueqing, WANG Changjun. Research progress on metabolism and health function of gallic acid in pomegranate[J]. *Journal of Fruit Science*, 2014, 31(4): 710–716.
- [26] HOLLAND D, HATIB K, BAR-YA'AKOV I. Pomegranate: botany, horticulture, breeding[J]. *Horticultural Reviews*, 2009(35): 127–191.
- [27] AKHAVAN H. A review of pomegranate functional compounds and their role in human health in laboratory and clinical trials[J]. *Journal of Kerman University of Medical Sciences*, 2015, 22(5): 569–591.
- [28] 樊丹敏, 兰玉倩, 吕俊梅, 严子钧, 齐自元. 石榴果汁加工工艺研究[J]. *食品工业*, 2014, 35(7): 102–105.
- FAN Danmin, LAN Yuqian, LV Junmei, YAN Zijun, QI Ziyuan. Study on the processing technique of pomegranate juice[J]. *The Food Industry*, 2014, 35(7): 102–105.
- [29] 濮智颖, 翟文俊, 杨春霞, 徐青梅, 李白存. 全发酵石榴酒的营养价值和保健作用[J]. *食品科技*, 2007, (08): 278–281.
- PU Zhiying, ZHAI Wenjun, YANG Chunxia, XU Qingmei, LI Baicun. Nutrients value and health-care function of full fermentation punicagranatumwine[J]. *Food Science and Technology*, 2007, (08): 278–281.
- [30] MAESTRE J, MELGAREJO P, TOMAS-BARBERAN F A, GARCIA-VIGUERA C. New food products derived from pomegranate[J]. *Options Medit*, 2000, 42: 243–245.
- [31] 张宝善, 田晓菊, 陈锦屏, 姜焯, 胡海霞. 石榴发酵酒加工工艺研究[J]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2008, 36(12): 172–180.
- ZHANG Baoshan, TIAN Xiaojun, CHEN Jinping, JIANG Zhu, HU Haixia. Study on the processing technology of pomegranate fermented wine[J]. *Journal of Northwest A & F University (Natural Science Edition)*, 2008, 36(12): 172–180.
- [32] BANDA K, CALEB O J, JACOBS K, OPARA U L. Effect of active-modified atmosphere packaging on the respiration rate and quality of pomegranate arils (cv. Wonderful)[J]. *Postharvest Biology & Technology*, 2015, 109: 97–105.
- [33] 闫恒, 张辉. 石榴化学成分及其药理作用研究进展[J]. *中国处方药*, 2016, 14(2): 18–19.
- YAN Heng, ZHANG Hui. Research progress on Chemical composition and pharmacological effects of pomegranate[J]. *China Prescription Drug*, 2016, 14(2): 18–19.
- [34] 张海峰, 白杰, 张英. 我国石榴资源及其开发利用的研究进展[J]. *饮料工业*, 2009, 12(8): 1–3.
- ZHANG Haifeng, BAI Jie, ZHANG Ying. Advances in researches on exploitation and utilization of pomegranate resources in China[J]. *The Beverage Industry*, 2009, 12(8): 1–3.
- [35] 李道明, 周端, 王晓琴. 我国石榴的研究开发现状及发展展望[J]. *农产品加工(学刊)*, 2012(10): 110–112.
- LI Daoming, ZHOU Duan, WANG Xiaojin. Research situation and development prospect of China's Pomegranate[J]. *Nongchanpin Jiagong Xuekan*, 2012(10): 110–112.