

# 火龙果花化学成分的研究进展

张晓莹<sup>1,2</sup>, 陈凤真<sup>1\*</sup>, 赵贵红<sup>1</sup>, 梁新排<sup>1</sup>, 王波<sup>1</sup>, 韩新新<sup>1</sup>

<sup>1</sup>菏泽学院牡丹研究院, 山东 菏泽

<sup>2</sup>日照五莲县行政审批局, 山东 日照

收稿日期: 2021年6月28日; 录用日期: 2021年9月3日; 发布日期: 2021年9月13日

## 摘要

我国火龙果的种植面积很大, 每年的花量也很大。火龙果的花朵比较大且十分漂亮, 香味宜人。火龙果花营养丰富, 含有蛋白质、氨基酸、维生素和矿物质等营养物质, 还有黄酮类、多酚、多糖、膳食纤维等多种化学成分。火龙果花能清热解痰、美容养颜, 还能预防便秘、大肠癌等多种疾病, 具有很好的保健功能, 发展前景广阔。本文通过查阅国内外研究火龙果花的文献, 对火龙果花化学成分的研究和应用进行了综述, 为今后对火龙果花的开发和利用起到参考的作用; 火龙果花的营养价值和保健功能会使火龙果花进一步应用到食品、医药、化妆品等领域, 可以极大的提高火龙果的附加价值, 增加火龙果种植户的收入。

## 关键词

火龙果花, 化学成分, 研究进展

# Research Progress of the Chemical Composition of Dragon Fruit Flowers

Xiaoying Zhang<sup>1,2</sup>, Fengzhen Chen<sup>1\*</sup>, Guihong Zhao<sup>1</sup>, Xinpai Liang<sup>1</sup>, Bo Wang<sup>1</sup>, Xinxin Han<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Peony Research Institute, Heze University, Heze Shandong

<sup>2</sup>Rizhao Wulian County Administrative Examination and Approval Bureau, Rizhao Shandong

Received: Jun. 28<sup>th</sup>, 2021; accepted: Sep. 3<sup>rd</sup>, 2021; published: Sep. 13<sup>th</sup>, 2021

\*通讯作者。

文章引用: 张晓莹, 陈凤真, 赵贵红, 梁新排, 王波, 韩新新. 火龙果花化学成分的研究进展[J]. 林业世界, 2021, 10(4): 154-160. DOI: 10.12677/wjf.2021.104018

## Abstract

The planting area of dragon fruit in China is very large, and the amount of flowers per year is also very large. The flowers of dragon fruit are large and very beautiful, and the fragrance is pleasant. Dragon fruit flowers are rich in nutrients and contain nutrients such as protein, amino acids, vitamins and minerals, as well as various chemical components such as flavonoids, polyphenols, polysaccharides and dietary fiber, etc. The dragon fruit flower can clear away heat and dissolve phlegm, beautify beauty, and prevent many diseases such as constipation and colorectal cancer. It has good health care functions and broad development prospects. This paper summarizes the research and application of the chemical composition of dragon fruit flowers by referring to the literature on dragon fruit flowers at home and abroad, which will serve as a reference for the future development and utilization of dragon fruit flowers; the function will further apply dragon fruit flowers to food, medicine, cosmetics and other fields, which can greatly increase the added value of dragon fruit and increase the income of dragon fruit growers.

## Keywords

Dragon Fruit Flower, Chemical Composition, Research Progress

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

火龙果, 原产于尼加拉瓜、哥斯达尼加、墨西哥、古巴等国家和沙漠地区, 在越南、中国、美国等 20 多个国家都有人工培植[1] [2], 花朵大并且颜色和花型都十分好看, 香味宜人, 观赏价值很高, 还可以食用, 味道极好。火龙果花中含有糖类、氨基酸、不饱和脂肪酸和多种矿物质元素等营养成分, 还有各种功能性成分, 如低聚糖、膳食纤维、萜类、多酚和黄酮等[3] [4] [5] [6]。火龙果花除了有极高的营养价值, 还具有药用价值, 如火龙果花中的植物蛋白, 对体内的重金属有一定的清除作用, 有利于人体健康、减少伤害[7]; 还能预防癌症等多种疾病, 此外还能美白、减肥等; 研究还发现, 火龙果花中含有的功能性成分对呼吸道疾病如支气管炎、哮喘等有一定的治疗作用[8]。

火龙果深受消费者的喜爱, 我国火龙果种植面积很大, 尤其是在广东、福建等地种植规模都很大, 因此每年的花朵量也很大。目前, 人们消耗火龙果花最主要的方式就是食用, 而且食用人群也主要集中在南方地区, 北方地区的人们很少用火龙果花作为原料进行烹饪, 因此很难消耗完被疏掉的花朵, 容易造成资源的浪费; 而且食用方式也比较单一, 一般用来最多的就是做菜、煲汤和泡茶, 消耗量很小。目前, 国外的学者们对火龙果果肉和火龙果果皮有一些研究[9] [10], 但是对火龙果花涉及的很少, 没有详细的研究。虽然近些年我国的学者们对火龙果花进行了研究, 开发成复合茶饮料、糯米酒等产品, 但目前市面上我们见到的此类产品也比较少。因此仅靠这种简单、普通的方式, 对花朵的消耗力度不够大, 依旧造成部分花朵的浪费; 火龙果花的营养价值丰富, 具有很好的保健功能, 而且靠这种粗加工的方法加工成食品, 容易破坏里面的功能性成分, 不能使火龙果花的功能价值很好的发挥出来。如果能继续进一步的深入研究, 将其含有的功能性成分有效地提取出来并进行应用, 研发保健产品或应用于药品、化妆品等方面, 意义重大。因此本文概述了火龙果花中的化学物质目前的研究进展, 为以后对火龙果花的进一步开发和利用起参考作用, 使火龙果花能更好的被开发利用, 研发出火龙果花的一系列产品, 提高

火龙果花的附加价值，而且还能使火龙果种植户获得更高的收益。

## 2. 国内外研究进展

### 2.1. 营养物质

#### 2.1.1. 蛋白质及氨基酸

蛋白质是人体必需的营养素，是细胞的重要组成部分，对维持体液的酸碱平衡、渗透压都有重要的影响。火龙果花中蛋白质含量丰富，从中提取多肽，然后对其进行深入研究并开发利用，具有广阔的前景。

研究发现，火龙果花中蛋白质含量很高，花丝中含量最高，达到 16.8%，其次是苞片，花瓣中含量最低也达到了 13.8%，平均含量为 15%；火龙果花中富含多种氨基酸，氨基酸总量很高[6]。作为蛋白质水解的中间产物的多肽一直是近些年学者们研究的重点和热点。李丽等[11]研究了火龙果花蛋白多肽的制备方法，以火龙果花作为原料，经过烘干、粉碎制成火龙果花粉，将花粉置于超声波-微波组合反应系统中加上碱溶酸沉法进行提取，再利用蛋白质沉淀法将火龙果花中的蛋白提出来，然后将蛋白质脱色，用酶法将蛋白质水解，最后提取出多肽成分；利用该方法蛋白多肽的提取率得到了提高，也为之后进一步研究利用火龙果花蛋白多肽提供了重要的参考。

#### 2.1.2. 维生素

维生素是人体必需的微量营养成分，虽然不像糖类能够产生能量，但在促进代谢方面，起着重要的调节作用。一般情况下，人体是不能合成维生素的，必须通过外界获得，因此在饮食中一定要保证摄取适量的维生素，保证机体正常的生理活动。研究发现，火龙果花中含有丰富的维生素，其中苞片中的 Vc 含量为 4.9 mg/100g，花丝中的含量比较少，平均含量 3.5 mg/100g；B 族维生素的含量也较高，其中花丝中 VB<sub>1</sub> 达到了 11.2 mg/100g，平均含量为 6.2 mg/100g；花丝中 VB<sub>5</sub> 的含量高达 14.4 mg/100g，花瓣中含量最低也达到了 6.1 mg/100g，平均含量 9.37 mg/100g；VE 在花瓣中含量为 2.6 mg/100g，苞片中含量最低，平均含量 1.87 mg/100g [6]。

Vc 对人体有很多积极的作用，作为抗氧化剂，减少自由基对人体的伤害，能增强抵抗力、抗病毒、预防多种疾病、缓解疲劳，还有益于牙齿的健康[12]。B 族维生素对人体也有很多的积极作用，尤其是在生物代谢方面。近年，研究发现在镇痛方面 B 族维生素也发挥了很大的作用。因此在临床上也尝试通过使用 B 族维生素对治疗起到辅助作用，减轻患者的疼痛，增强治疗效果[13] [14]。VE 是一类脂溶性维生素，补充 VE 对人体健康有多方面的保护作用，对性激素和生育能力有较大的影响[15]。近年来，市面上出现了很多 VE 的产品，有用来护肤的维生素 E 乳、还有软胶囊、咀嚼片等保健产品。因此，未来火龙果花可以通过自身的优势，开发成护肤品或者保健品等。

#### 2.1.3. 矿物元素

矿物质参与人体组织的构成，对人体健康起着很重要的作用。钾元素可以调节机体的渗透压和体液的酸碱平衡，对人的血压有着较大的影响；钙和磷又是骨骼的重要组成部分；铜有利于 Vc 的更好的吸收降低胆固醇；锰能对抗自由基，抗衰老，对控制心血管疾病也有积极的作用，人体内酶的活性也与锌、铜、锰等元素有关[16]。

罗小艳等在火龙果花的营养成分分析试验中，测定了试样中无机元素的含量，试验结果显示，人体必需的矿物质在火龙果花中含量很高，其中钾元素是火龙果花各无机元素中含量最高的，随后又将实验结果与火龙果肉中含有的无机元素及含量进行对比，对比发现花中钙含量非常丰富，远远高于果肉中的含量；火龙果花和果肉中铁、铜的含量相当[17]。对火龙果花的花丝、花瓣、苞片三部分进行检测比较发

现,钾元素含量最高,平均含量高达 43,835 mg/kg;磷在三个部位中含量均很高,平均含量达到 3457 mg/kg;苞片中的钙含量略微高于花瓣,平均含量为 1493 mg/kg;镁含量苞片中含量最高,花瓣中含量最低,平均含量为 4454 mg/kg;锌在苞片中含量最高,其次是花瓣,花丝中含量最低;铁在花瓣中含量最高,花丝中含量最低;硒在三个部位中含量差异不大,在花丝中的含量略高[6]。

## 2.2. 功能性物质

### 2.2.1. 黄酮类

黄酮类化合物具有很广泛的生理活性,对卵巢癌、乳腺癌、胃癌、肺癌、肝癌等常见的癌症都有很好的防治效果[18]。黄酮类化合物具有直接抑菌活性、协同抑菌活性,还能抑制细菌的致病性[19]。

目前学者们对火龙果花中黄酮的研究主要在提取和总含量的测定方面。分光光度法检测是目前用到最多的,简便快速。罗小艳等[20]和李国胜[21][22]等先后对火龙果花总黄酮进行了提取和测定,采用的试验方法基本一致,先分别设计单因素试验、正交试验,通过试验得到最优的提取条件,然后利用最优提取条件对总黄酮含量进行测定;试验结果略有差异,差异可能是由火龙果品种、产地、采摘时间的不同或者是对火龙果花的干燥处理方式不同等原因引起的;以 8 月份采购的、产地为广州、品种为金都 1 号的火龙果干花为例。总黄酮提取的最佳条件是 70%乙醇,料液比为 1:30,60℃下提取 1 h,此时总黄酮含量 2.787 mg/g,样品平均回收率达到 97.61%,RSD 值为 2.33% (n = 5) [21]。

### 2.2.2. 多糖

多糖是生物体内一类重要的生物大分子,具有抗肿瘤、提高人体免疫力、抗疲劳、改善记忆等多种功能[23]。因此,多糖成为当今研究的热点。目前发表的火龙果花文献中,主要研究了火龙果花多糖的提取方法和火龙果花不同部位多糖含量的差异;在火龙果花不同部位多糖检测实验中发现,多糖的含量随着部位的不同差异很大。结果显示花柱的多糖含量最高,花萼的含量最低[24]。

对于多糖的提取方法有很多种,热水提取法[25]是最传统的方法,还有微波辅助提取法[26]、超声波提取法[27]等。高慧颖等[24][25][26][27]做了一系列的优化试验,先后用这三种不同的方法提取火龙果花中的多糖,分别都确定了最优的提取条件和最佳结果;三种提取方法各有优点,传统的热水提取法,提取条件容易控制、工艺简单好操作等特点;微波辅助提取法的时间比热水法所消耗的时间大大缩短了,提高了效率,降低了消耗,多糖提取量也有了很大的提高;超声波法所需要的提取时间是三种方法中最少的,且多糖提取量高。因此,在未来可以利用超声波辅助法提取多糖实现工业化生产,可以根据试验需要选择不同的方法,为以后的研究提供了很大的参考作用[25][26][27]。

### 2.2.3. 多酚类

多酚类化合物在生命体中以非常复杂的形式存在。多酚类化合物凭借自身的天然性和很强的清除自由基的能力,在医药、食品、化妆品行业中应用广泛,很有发展前景。大量研究表明,多酚具有抗肿瘤活性,具有很强的抗癌功能;多酚类物质能抑制癌细胞增殖和转移,使癌细胞凋亡[28]。学者们已经对火龙果果肉和火龙果果皮内的多酚进行了提取优化试验,对果皮中多酚氧化酶的特性等都有了深入的研究[29][30][31]。目前,大量研究证实了火龙果花中含有多酚类物质[6][7],但是针对火龙果花中含有的多酚类物质进行的详细研究很少。

李国胜等在火龙果花中多酚类化合物抗氧化活性方面进行了研究,实验得出火龙果花中多酚类化合物能较好的清除 DPPH 自由基和羟自由基,对 ABTS 自由基和超氧阴离子清除能力弱一点,总的情况来看,抗氧化能力与浓度成量效关系;由实验结果可以看出火龙果花抗氧化活性较好,可以继续深入研究,开发出抗氧化功能性食品或研发天然抗氧化剂[32]。



#### 2.2.4. 膳食纤维

膳食纤维是不仅是一种比较复杂的混合物，也是一类特殊的营养素，对人体发挥的作用很大，因此也被成为“第七大营养素”。膳食纤维根据不同的分类标准可以分成不同的种类。除了根据水溶性的不同进行分类，近年来还出现了一种分类，根据能否发酵将其分为可发酵型膳食纤维和不可发酵型膳食纤维[33]。

霸王花与火龙果花的花型十分相似，两者同属于仙人掌科，不同属。有实验将两种花的营养成分进行了对比，试验结果发现火龙果花的粗纤维含量比霸王花的含量高很多，火龙果干花中测得含有粗纤维 10.01 g/100g，是霸王花含量的三倍多[17]。膳食纤维对预防和治疗某些疾病有一定的辅助作用，还能改善肠道菌群；此外，膳食纤维在降低冠心病、中风等心脑血管疾病的患病风险方面具有一定的效果，还能提高人体抗氧化水平[33]。人体摄入的膳食纤维能加快粪便的排出速度，对便秘有一定的治疗效果。这得益于膳食纤维中含有的亲水基团，它的持水能力很强，遇水能膨胀十几倍，所以它可以在肠道中吸收大量的水分，使粪便体积增加，使有毒物质能尽快从体内排出，预防疾病的发生，还能增加饱腹感，有利于减肥瘦身[34]。

此外郭璇华等在实验中发现，火龙果花中含有烃类和甾醇、菜油甾醇、谷甾醇等甾醇类化合物[35]。

张艳军等对火龙果花的体外抗氧化物提取工艺优化及其抗炎活性进行了研究；结果表明最佳工艺条件为 70%乙醇，1:30 g/mL 料液比，75℃下回流加热 3.0 h。最佳工艺条件下，分别采用 MTT 法[36] [37] 与 griess 法[38]研究粗提物对细胞活力与巨噬细胞 RAW264.7 活力与 LPS 诱导 RAW264.7 巨噬细胞产生的 NO 的影响；结果表明粗提物对两者均具有很强的抑制作用，且与浓度呈正相关，具有剂量依赖性，其半抑制浓度 IC<sub>50</sub> 值为 13.94 μg/mL，说明提取物具有很好的抗炎活性[38]。

### 3. 应用

火龙果的鲜花水分含量高，容易腐烂、不易保存。为了长期贮存，要将火龙果花进行干燥，制成火龙果干花。在干燥过程中一些营养成分有流失或被破坏的可能，因此干燥工艺的优化显得尤为重要。为了尽可能多的将营养成分保留下来，不破坏其中的活性成分，学者们做了一系列的干燥优化试验。盛金凤等[39]对不同的干燥方式对火龙果花的影响进行了分析试验，试验发现真空冷冻干燥法对火龙果花的影响最小、效果最好，最高程度的保留了其营养成分，色泽变化不大，与鲜花相近。干花容易保存，放在阴凉干燥处能长期保存，随时食用，既方便又安全。

目前对火龙果花应用研究最多的就是将火龙果花开发成保健饮料，要将火龙果花含有的营养成分和功能性物质尽可能多的浸提出来，还要保证浸提液的色泽和风味。周俊良等[32]优化了浸提工艺，在料液比为 1:16，超声 5 min，加热温度 95℃，加热 7 min 条件下，测得此时的浸出物含量最高；而且浸提液的色泽良好，香味宜人，综合评分最高。夏杏洲等[40]研制了火龙果花保健饮料，通过一系列的试验和感官评价，最终确定出了最佳配方，试验还进行了微生物检测，确保饮料的安全、卫生。周俊良等[41] [42]研制了蜂蜜火龙果花茶饮料，通过单因素试验、响应面分析法等制作出了风味独特，酸甜宜人的茶饮料。植物精油在化妆品、医药方面应用广泛。王琦等[43]进行了火龙果花精油的提取试验，运用响应面优化法对影响提取率的四个方面粉碎度、提取温度、提取时间、有机溶剂进行研究，最终确定出提取的最佳工艺条件。近来，曾凡跃等[44]用火龙果花分别与桃花、槐花、茉莉花、玫瑰花制作糯米酒，开发出的产品气味清香，美容养颜。

### 4. 结语

火龙果花是一种非常有潜力的纯天然植物资源。现在人们越来越注重生活品质，食品安全意识越来越

越强,对食品的要求也随着变高,火龙果花的营养成分、功能性成分都符合人体的需求,因此以火龙果花为原料加工制成新资源食品符合消费、生态与环保的潮流[34],市场前景广阔;这就需要对火龙果花的化学成分进行全面的深入研究。火龙果花中含有丰富的营养成分和功能性成分,但是对含有的某些成分缺乏详细、深入的研究;如在功能性成分的研究中,对多酚和甾醇类化合物的研究不够详细,未来要加大在这方面的研究。

火龙果花非常美观、香味宜人,可以作为花卉,具有很高的观赏价值;可以作为蔬菜,能够生食、炒制、煲汤等;还可以作为花茶,气味清香,非常适合饮用。火龙果花可应用到食品中,但是目前开发出来的产品不够多,目前主要开发出了饮料、糯米酒等产品。近年来市面上出现了很多以花瓣为原料做的鲜花饼等糕点,深受消费者的欢迎;花茶类也广受好评,尤其是女性消费者很多都有喝花茶的习惯,因此今后可以在糕点、组合型花茶包等方面加大开发力度,潜力很大;对功能性物质的进一步研究将为火龙果花应用到医药、保健品、化妆品等方面提供理论参考依据。

## 基金项目

菏泽学院培育项目(PRI16); 菏泽学院博士基金(XYJJKJ-9)。

## 参考文献

- [1] Merten, S. (2003) A Review of *Hylocereus* Production in the United States. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, **5**, 98-105.
- [2] 余慧琳, 王爱武. 火龙果保健价值及离体快繁关键技术[J]. 广东农业科学, 2009(8): 102-104.
- [3] 王壮, 王立娟, 蔡永强, 等. 火龙果营养成分及功能性物质研究进展[J]. 中国南方果树, 2014, 43(5): 25-29.
- [4] Lin, H.K., Tan, C.P., Karim, R., *et al.* (2009) Chemical Composition and DSC Thermal Properties of Two Species of *Hylocereus* Cacti Seed Oil: *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*. *Food Chemistry*, **119**, 1326-1331. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.002>
- [5] 高慧颖, 黄贤贵, 王琦, 等. 滩涂种植火龙果花的营养成分分析评价[J]. 黑龙江农业科学, 2016(2): 114-117.
- [6] 蔡永强, 郑伟, 王彬. 火龙果花营养成分分析[J]. 西南农业学报, 2010, 23(1): 283-286.
- [7] 张厚芳, 邱先帆, 孟祥道, 等. 火龙果花干燥工艺的研究进展[J]. 山东化工, 2017, 46(16): 71-72.
- [8] 祝钧, 王昌涛. 化妆品植物学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2009: 202.
- [9] Madane, P., Das Arun, K., Nanda, P.K., *et al.* (2020) Dragon Fruit (*Hylocereus undatus*) Peel as Antioxidant Dietary Fibre on Quality and Lipid Oxidation of Chicken Nuggets. *Journal of Food Science and Technology*, **57**, 1449-1461. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04180-z>
- [10] Lim, H.K., Tan, C.P., Karim, R., *et al.* (2010) Chemical Composition and DSC Thermal Properties of Two Species of *Hylocereus cacti* Seed Oil: *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*. *Food Chemistry*, **119**, 1326-1331. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.002>
- [11] 李丽, 孙健, 李昌宝, 等. 一种火龙果花蛋白多肽的制备方法[P]. 中国专利: CN107686856A, 2018-02-13.
- [12] 车秀琴. 维生素 C 与人体健康[J]. 科学之友, 2013(1): 112-113.
- [13] 徐妮, 宋学军. B 族维生素的镇痛和神经保护作用[J]. 中国疼痛医学杂志, 2013, 19(10): 609-613.
- [14] 蒋与刚. 维生素 B1 与人体健康[N]. 中国食品报, 2012-05-29.
- [15] 张海信, 陈同礼. 补充 VE 对人体健康和运动能力的影响[J]. 赤峰学院学报(自然科学版), 2010, 26(10): 149-151.
- [16] 李红. 食品化学[M]. 北京: 中国纺织出版社, 2015: 291.
- [17] 罗小艳, 郭璇华. 火龙果花的营养成分分析[J]. 食品研究与开发, 2008(1): 147-149.
- [18] 杨楠, 贾晓斌, 张振海, 等. 黄酮类化合物抗肿瘤活性及机制研究进展[J]. 中国中药杂志, 2015, 40(3): 373-381.
- [19] 游庭活, 刘凡, 温露, 等. 黄酮类化合物抑菌作用研究进展[J]. 中国中药杂志, 2013, 38(21): 3645-3650.
- [20] 罗小艳, 郭璇华. 紫外-可见分光光度法测定火龙果花中总黄酮的含量[J]. 食品研究与开发, 2014, 35(23): 108-111.

- [21] 李国胜, 姚秋桂, 张伟敏. 火龙果花中黄酮类化合物抗氧化活性研究[J]. 北方园艺, 2016(2): 121-125.
- [22] 李国胜, 张云竹, 李斌. 火龙果花中总黄酮的提取与含量测定[J]. 保鲜与加工, 2018, 18(6): 76-82.
- [23] 李瑶佳. 植物多糖提取方法研究进展[J]. 现代农业科技, 2019(1): 222-223, 225.
- [24] 高慧颖, 王琦, 黄贤贵, 等. 火龙果花不同部位多糖的测定及其体外抗氧化活性[J]. 福建农业学报, 2015, 30(10): 944-947.
- [25] 高慧颖, 王琦, 陈源, 等. 热水法提取火龙果花多糖的工艺优化[J]. 福建农业学报, 2013, 28(4): 335-338.
- [26] 高慧颖, 王琦, 陈源, 等. 微波辅助提取火龙果花多糖的工艺研究[J]. 福建农业学报, 2014, 29(9): 909-912.
- [27] 高慧颖, 王琦, 黄贤贵, 等. 火龙果花多糖的超声波提取及体外抗氧化研究[J]. 福建农业学报, 2015, 30(12): 1199-1202.
- [28] 伊娟娟, 王振宇, 曲航, 等. 植物多酚抗肿瘤活性及其机制研究进展[J]. 食品工业科技, 2016, 37(18): 391-395.
- [29] 许金蓉, 陶炫宏, 卢笛, 等. 响应面优化微波辅助提取火龙果果皮中多酚工艺研究[J]. 轻工科技, 2017, 33(6): 23-25.
- [30] 孙延芳, 陈强, 葛佩富, 等. 响应面法优化微波辅助提取火龙果多酚[J]. 广东农业科学, 2011, 38(22): 83-86.
- [31] 张福平, 林小琼. 火龙果果皮多酚氧化酶特性的研究[J]. 食品科学, 2009, 30(7): 57-59.
- [32] 李国胜, 张伟敏. 火龙果花中多酚类化合物抗氧化活性研究[J]. 热带农业科学, 2016, 36(2): 5-10.
- [33] 黄素雅, 钱炳俊, 邓云. 膳食纤维功能的研究进展[J]. 食品工业, 2016, 37(1): 273-277.
- [34] 高慧颖, 王琦, 余亚白. 火龙果花研究现状与开发前景[J]. 热带生物学报, 2012, 3(3): 281-286.
- [35] 郭璇华, 罗小艳. GC-MS 联用分析火龙果花提取液的化学成分[J]. 分析试验室, 2008(12): 84-87.
- [36] Huang, M.Y., Lin, J., Huang, Z., et al. (2016) Design, Synthesis and Anti-Inflammatory Effects of Novel 9-O-Substituted-Berberine Derivatives. *Medicinal Chemistry Communications*, 7, 658-666. <https://doi.org/10.1039/C5MD00577A>
- [37] 孟雪莲, 刘佳, 刘莹莹, 等. 虫草素对脂多糖诱导巨噬细胞过度活化的抑制作用研究[J]. 食品工业科技, 2017, 38(1): 297-301, 306.
- [38] 张艳军, 廖日权, 郑云云, 等. 火龙果花的体外抗氧化物提取工艺优化及其抗炎活性[J]. 食品工业科技, 2018, 39(18): 137-142.
- [39] 盛金凤, 李丽, 李昌宝, 等. 不同干燥方式对火龙果花品质特性的影响[J]. 食品科技, 2016, 41(2): 98-103.
- [40] 夏杏洲, 钟日初, 郭茵薇. 火龙果花保健饮料的研制[J]. 广州食品工业科技, 2004(4): 71-73.
- [41] 周俊良, 沈佳奇, 马玉华, 等. 火龙果花茶浸提工艺的优化[J]. 贵州农业科学, 2016, 44(12): 121-124.
- [42] 周俊良, 沈佳奇, 马玉华, 等. 蜂蜜火龙果花茶饮料的工艺优化[J]. 贵州农业科学, 2017, 45(1): 131-134.
- [43] 王琦, 高慧颖, 郑亚凤, 等. 响应面法优化有机溶剂提取火龙果花精油工艺的研究[J]. 福建农业学报, 2014, 29(1): 72-77.
- [44] 曾凡跃, 李友. 火龙果花桃花养生糯米酒及其制备方法[P]. 中国专利: CN106867768A, 2017-06-20.