

番石榴和番石榴叶加工研究进展

张宏康,林奕楠,许晓鹏,蔡林飞,卢泽如

(仲恺农业工程学院轻工食品学院,广东广州 510225)

摘要:综述了番石榴及番石榴叶的化学成分及其功效,阐述和分析了番石榴及番石榴叶中有效成分的提取方法,总结了番石榴果酒、番石榴饮料、番石榴果糕、番石榴果冻等番石榴加工技术研究进展,并讨论了其在食品工业中的加工利用前景。

关键词:番石榴,番石榴叶,加工

Research advance in the processing of *Psidium guajava* and *Psidium guajava* leaves

ZHANG Hong-kang, LIN Yi-nan, XU Xiao-peng, CAI Lin-fei, LU Ze-ru

(College of Light Industry and Food, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou 510225, China)

Abstract: The chemical components and their efficacy of *Psidium guajava* and *Psidium guajava* leaf were reviewed and the extraction methods of the effective components of guava and its leaf were summarized in this paper. Furthermore the research advances on the progressing technologies of guava fruit wine, guava beverage, guava fruit cake and guava jelly, as well as the discussions on the guava processing development trends in the food industry were discussed.

Key words: *Psidium guajava*; *Psidium guajava* leaf; processing

中图分类号: TS201.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2014)15-0390-05

doi:10.13386/j.issn1002-0306.2014.15.078

番石榴(学名: *Psidium guajava*)为桃金娘科植物,多生长于热带、亚热带,又名番桃树、鸡屎果、番桃等。番石榴原产于美洲,在我国广泛种植于海南、广西、广东、福建、台湾等地区,其口味香甜可口。成熟的番石榴为浅绿色,果皮脆薄,食用时一般不用削皮,果肉厚,清甜脆爽。其含有较丰富的蛋白质、维生素A、C等及磷、钙、镁等微量元素,是非常好的保健食品^[1]。番石榴叶为番石榴的干燥叶及带叶嫩枝,性平、味甘涩,入脾、胃、大肠、肝经,现代药理研究表明其含有降血糖、抗病毒及抗菌等活性物质。番石榴叶萃取物中含多元酚成分,能刺激脂肪细胞上胰岛素受体之磷酸化及葡萄糖转运蛋白之转位,具类似胰岛素之功能,有助于糖尿病之控制^[2]。番石榴价格便宜、果实产量大,但是不耐储藏。而番石榴叶目前只作为中药材使用,利用的效率不高,因此开展番石榴和番石榴叶的加工研究具有一定的重要意义,既能提高番石榴和番石榴叶的利用价值,又能增加果农的收入和种果的积极性。所以番石榴及其副产

品的深加工将具有一定的社会意义和价值。本文综述了番石榴和番石榴叶的化学成分、主要药理作用、加工研究现状以及未来开发利用前景,以期为番石榴和番石榴叶及其副产品的深加工提供一些参考依据。

1 番石榴和番石榴叶的化学成分及其功效

1.1 番石榴的化学成分

番石榴果实的营养成分如表1所示。番石榴果实中非挥发性的有机酸,经硅胶板上酸的薄层色谱显示有乳酸、苹果酸、柠檬酸、抗坏血酸和半乳糖醛酸,用气相色谱仪定量测定酸的甲酯化成份,其结果每百克番石榴中为苹果酸0.469g、柠檬酸0.523g、乳酸0.025g,番石榴中苹果酸和柠檬酸几乎等量存在。

番石榴果实中具有多种特别芳香味的化合物,因而香味浓郁是其最显著的特性。科学家们用色谱仪研究了番石榴的有关挥发性香味组分情况,鉴别出了22种芳香组分,其中有3种萜烯碳氢化合物,1种酮、4种醛、8种乙醇和6种酯。这些芳香化合物为番石榴果实提供了令人愉快的水果味,其中酯类、醇类、萜烯碳氢类都是构成果实香味的重要成份。

番石榴浅色果肉品种的维生素C含量通常高于深色品种,果肉中一般含维C 333.88mg/100g,最高时可达1000mg/100g以上,比柑桔、芒果、菠萝、油梨、番木瓜等大众水果高几倍至几十倍,而且在加工过

收稿日期:2013-11-26

作者简介:张宏康(1972-),男,博士,博士后,主要从事食品加工与分析新技术方面的研究。

基金项目:广东省省部产学研合作项目(2010B090400009);仲恺农业工程学院2013年大学生创新基金项目;2013年国家级大学生创新创业训练计划项目。

程中维 C 损失极少,产品中的维 C 含量高,并具有麝香的芳香^[5]。

表 1 番石榴的营养成分^[1,3-4]
Table 1 The nutritional components of *Psidium guajava*^[1,3-4]

成分	含量 (g·100g ⁻¹)	成分	含量 (g·100g ⁻¹)
果肉	86.5	V _{B1}	0.05 × 10 ⁻³
水分	83.3	V _{B2}	0.03 × 10 ⁻³
干物质	19.5	V _C	200~336.8 × 10 ⁻³
灰分	0.66	胡萝卜素	0.69 × 10 ⁻³
粗纤维	3.80~5.57	叶绿素	0.67 × 10 ⁻³
粗蛋白	0.76~1.06	叶黄素	0.13 × 10 ⁻³
粗脂肪	0.36~0.94	钙	15~18.5 × 10 ⁻³
苹果酸	0.469	磷	29.5 × 10 ⁻³
柠檬酸	0.523	铁	1~1.82 × 10 ⁻³
乳酸	0.025	钾	290 × 10 ⁻³
果糖	3.4	钠	4 × 10 ⁻³
葡萄糖	2.8	镁	4 × 10 ⁻³
蔗糖	0.3	热量 (kJ·(100g) ⁻¹)	243.6

1.2 番石榴叶的化学成分

番石榴叶含 β-谷甾醇、三萜类、槲皮素、番石榴甙、无色矢车菊素、长生甙、番石榴酸、扁蓄甙和挥发油、丁香油、酚等。叶含挥发油约 0.3%,油中主含顺-3-己烯-1-醇、己烯醇、己醛、苯甲酸甲酯、β-乙酸苯乙酯、肉桂酸甲酯、丁香酚及数种萜烯、萜烯醇。并含黄酮类化合物槲皮素、扁蓄甙、番石榴甙、无色花青素。此外,含鞣花酸-4-龙胆二糖甙(番石榴鞣花甙、山楂酸、树脂、脂肪、蜡、苹果酸、β-谷甾醇及约 10% 的鞣质等)^[6]。

2 番石榴和番石榴叶的功效

番石榴和番石榴叶均含有多种营养素,并有着特殊的效用。番石榴果实具有驱虫止痒、涩肠止泻、收敛止血、止伤、防坏血病等功效^[3],并有着较强的抗氧化能力^[7]。番石榴叶能软化血管、降血脂和血糖,降低胆固醇;同时具有耐缺氧,迅速解除疲劳的功效;同时有助于延缓生物体的过氧化进程,可预防癌症、心脏病,治疗糖尿病^[8]等慢性疾病。

印度研究者对印度普遍消费的 14 种新鲜水果中的天然抗氧化物质水平进行评估,发现番石榴是所研究的 14 种水果中抗氧化剂含量最多的水果^[9]。番石榴中含有丰富的黄酮类化合物,徐金瑞等通过实验证明了番石榴的总抗氧化能力与黄酮含量之间具有显著的相关性^[10];Jimenez 等研究发现番石榴果肉、果皮部分提取到的多酚含量为 2.62%~7.79%,该多酚具有显著的抗氧化能力,因此提出可将番石榴作为一种天然抗氧化剂的食物来源进行开发^[11]。Qian 研究确定了番石榴中维生素 C 的较强的抗氧化性,并得出其浓度越高它的抗氧化性效果越好的结论^[12]。有研究者采用动物实验证实了番石榴叶提取物的降糖效果^[13]。杜阳吉等通过实验得出番石榴叶中提取纯化黄酮类以及多糖类化合物都有可能是番

石榴叶中降血糖的主要成分,并且两种成分有协同作用^[14];范照冬通过实验证实番石榴叶具有很强的降血糖作用^[15]。可见将番石榴叶的活性成分添加到保健食品中,将为番石榴叶的综合利用提供一个新的途径。

张福平等人认为番石榴叶具有一定的抑菌作用,可对消炎药物起辅助作用^[16]。Abdel-Nasser M 等发现番石榴叶乙醚提取物的抗菌效果最好^[17]。冯珍鸽等^[18]用 RP-HPLC 于波长 280nm 鉴定了番石榴叶提取物中的 6 种酚类物质,并用实验证明 25% 浓度的番石榴叶提取液仍有一定的抑菌效果。李璇等人建立了小鼠肥胖模型,通过比较发现番石榴叶提取物对于肥胖和高脂血症有着良好的预防、治疗作用,且低毒副作用。这一研究为番石榴叶进一步开发利用提供了可能^[19]。Lozoya 等通过建立天竺鼠动物模型研究确定了番石榴叶的抗痢疾效果^[20]。叶端炉等研究发现番石榴叶煎煮剂联合常规疗法治疗轮状病毒肠炎疗效好,止泻时间短,轮状病毒转阴率高,安全性好^[21]。这些都为进一步开发番石榴提供了科学依据。

3 番石榴和番石榴叶中有效成分的提取

番石榴和番石榴叶中有效成分的提取方法主要有水提取法、有机溶剂萃取法、碱提酸沉法、微波萃取法、超声波提取法、超临界流体萃取法等^[22]。

3.1 水提取法

水提取法是工艺成本低,提取设备简单的提取方法,适合工业化大生产。但是,这种方法都是以极性大的水为溶剂,易把番石榴和番石榴叶中水溶性的蛋白质、多糖等的成分浸提出来,导致提取液不耐存放,并且这种方法浸出率低,造成资源浪费,这些都限制了水提取法的应用^[23]。

3.2 有机溶剂萃取法

有机溶剂萃取法的工艺流程较复杂,但却是目前提取番石榴和番石榴叶有效成分最常采用的方法,一般需分为 2 步:首先是用有机溶剂萃取得到粗产物,然后用特殊的吸附剂从溶液中有选择性地吸附其中的有效成分,除去无效成分。李玲等人通过实验确定了 70% 乙醇,10 倍乙醇量,提取 3 次,每次 1h 的最佳工艺方法,并获得较高的提取率^[24]。该方法具有设备简单、操作方便、节能、低成本和产品纯度高等优点,提取的番石榴和番石榴叶有效成分产率跟有机溶剂有较大的关系^[25]。

3.3 碱提酸沉法

番石榴叶有效成分之一黄酮类化合物在碱性条件下形成能溶解于水的查耳酮型结构,又在酸性条件时恢复成闭环结构沉淀下来。碱提酸沉法操作简单、成本低,提取率较高^[25]。

3.4 微波萃取法

微波萃取法是一种瞬时穿透式加热方式,在微波场的作用下植物细胞被破壁,从而使有效成分进入微波吸收能力相对较差的萃取液中,加快萃取进程^[26]。徐金瑞等采用微波萃取的方法提取番石榴中的总黄酮,在微波功率 300W,料液比 1:40,乙醇浓度

50%的最佳工艺条件下,15min就完成了提取,而用传统醇提法要用将近4h,可见微波萃取法操作方法相对较简单,有效缩短提取时间、高效节能、安全环保,其优越性显而易见^[27]。

3.5 超声波提取法

超声波法提取番石榴叶中的有效成分是目前比较新的方法。由于超声波的空化作用和它的次级效应,提高了细胞膜和细胞壁的通透性,加速有效成分的浸出提取,并且超声波的振动匀化使样品介质内各点受到的作用一致,使整个样品萃取更均匀^[28]。在超声波法提取番石榴果胶的工艺中,杨明等人通过实验证明了超声波提取法具有提取效率高、提取时间短、提取温度低、提取工艺简单、成本低等优点^[29]。

3.6 超临界流体萃取法

超临界流体萃取(SFE)是一种较先进的物理萃取技术,是利用超临界条件下的液体作为萃取剂,从液体或固体中萃取出特定成分,以达到某种分离目的的技术^[30]。王兰英等通过超临界CO₂萃取技术萃取番石榴果和叶中的植物精油,萃取的工艺条件为:温度30℃,压力26MPa,流量15mL/min,萃取时间60min;萃取率分别为3.1%和3.5%^[31]。

4 番石榴与番石榴叶在食品工业中的加工利用现状

番石榴在我国南方种植面积大,产量高。然而番石榴上市集中,不耐贮藏(约1周),易发生腐烂而造成果农增产不增收,亟待解决番石榴深加工新技术。国内学者在番石榴饮料、果粉、果干、果冻等深加工领域已进行了大量研究。

4.1 番石榴果酒

于辉等以葡萄酒酵母为菌种,以珍珠番石榴为原料,采用巴氏消毒杀灭杂菌,通过不带渣发酵,研制出酸甜适口的番石榴果酒^[32]。而杨胜远等以客家酒曲为菌种,采用珍珠番石榴为原料,采用巴氏消毒杀灭杂菌,结果取得了很好的效果。客家酒曲是客家人酿制“娘酒”(属于黄酒)的酒曲,利于产酒,同时果渣含番石榴风味物质高,带渣发酵有利于这些风味物质进入酒体,所以酒香和果香更馥郁^[33]。这两种不同的酿制工艺为以后番石榴果酒的产业化生产提供了理论基础。

4.2 番石榴果醋

唐卿雁等对番石榴果醋加工工艺条件进行了实验和优化,以野生番石榴果实为原料,经分选、清洗、破碎打浆、成分调整后进行酒精发酵和醋酸发酵,再经过陈酿、过滤澄清,然后在60~70℃下杀菌10min,冷却后即可生出番石榴果醋^[34]。唐卿雁等还研制了调配型番石榴果醋和其最佳配方,即番石榴原汁添加量25%,蔗糖添加量8%,醋酸添加量0.14%,柠檬酸添加量0.2%^[35]。这两种工艺丰富了番石榴的深加工途径,也为番石榴野生资源的开发利用和丰富果醋市场提供参考。

4.3 番石榴饮料

王莉嫦通过正交实验考察了果汁浓度、白砂糖和甜味剂对番石榴饮料口感的影响,得出了最佳配方。为了避免饮料颜色变红,杀菌后必须快速冷却。加入0.01% V_C+0.006% EDTA既可护色抗氧化,又可以起到保护果汁维生素C不受损失的效果。因为在生产过程中不加任何香精、色素及防腐剂,所以大大保留了番石榴本身固有的营养成分及风味,并具有食用方便,保存期长等优点^[36]。

4.4 番石榴果脯

杨永利等以番石榴为原料进行果脯加工工艺研究,通过正交实验确定影响番石榴果脯品质的主要渗糖因素有糖液浓度、渗糖时间和柠檬酸浓度,并通过对硬化剂的选择和硬化时间的实验,确定了番石榴果脯制作的最佳工艺条件。为番石榴的综合开发利用提供一条新的有效途径,对提高农产品附加值具有积极意义^[37]。

4.5 番石榴果糕

郑毅等利用番石榴做原料制备新的果糕品种,为番石榴的加工寻找到了一条新的途径,能增加番石榴的附加值。研究应用正交实验设计和分析,确定了番石榴果糕制备的最优化配方和最佳制备工艺。配方包括番石榴原浆、蔗糖、麦芽糊精、复合食用胶和复合酸。所制得的番石榴果糕保留了水果的大部分营养,并具有独特的风味,理化指标与微生物学指标评价为均合格^[38]。

4.6 番石榴果条

唐卿雁等以野生番石榴为原料,通过单因素实验和正交实验确定了增稠剂、甜味剂以及柠檬酸等食品添加剂的最佳用量质量比,经过加热浓缩、刮片、干燥和切条等工艺制备番石榴果条。制得的果条产品番石榴香味突出,并具有食用及携带方便,成本低等特点。番石榴果条的研制不仅丰富了果条产品的种类,也提高了野生番石榴的附加值^[39]。

4.7 番石榴果胶

番石榴果实富含果胶,水提取是提取番石榴果实中果胶传统的方法,而杨明等设计了利用超声波辅助萃取番石榴果胶实验,证明采用超声波辅助法提取番石榴果胶是可行的,超声波破壁可降低处理温度,提高果胶提取率及安全性^[40]。番石榴果实中的果胶是一种优质胶,凝胶性能良好,提取后可作为食品加工中的稳定剂和增稠剂。

4.8 番石榴果冻

郑友雄等以番石榴为原料,进行破碎后加水加热软化,用双层纱布趁热过滤后得到的番石榴果汁加以一定量的糖、酸调配,再放入不锈钢浓缩锅中边加热边搅拌,最后制得果冻成品^[41]。而郭守军等将卡拉胶、刺槐豆胶和琼脂及木糖醇按一定比例混合,加水搅拌,并加热至沸腾,完全溶解后过滤得到糖胶体,再加入已经破碎、过滤的番石榴果汁,煮沸后经过灌装、封口、杀菌、冷却成型等工艺即得到成品^[42]。

4.9 番石榴粉

喻孟君等以番石榴为原料,通过超滤法和板框压缩法得到较为澄清的番石榴果汁,并尝试制作澄

清番石榴果汁粉。实验对比冷冻干燥、喷雾干燥、隧道式干燥三种食品原料干燥方法,得出结论是冷冻干燥得到的番石榴粉因氧化损失的 V_C 较少、具有风味保存较好的高品质,但是吸湿性较大。喷雾干燥只能选择固形物含量较高的番石榴原浆和番石榴浓缩汁,得到的粉剂在室温下非常稳定,但是 V_C 损失率较高。隧道式干燥的产品难以粉碎,在室温水中共需 5min 才能完全恢复水分,并且 V_C 损失率最高。因为商业化生产中冷冻干燥成本较高,所以喷雾干燥可能是加工番石榴粉的最好选择^[43]。

4.10 番石榴茶

谭其盛发明公开了一种番石榴茶的制作方法,首先,摘取尚未完全成熟的红心番石榴,去除其果蒂,然后将其番石榴洗净;将洗净的番石榴加工成细长的果丝;将其果丝放置于室外,将水分蒸发;然后再将其放入烘炉中烘干;筛选出优质的果丝,除去碎末和不良的果丝;最后用真空包装,通过这种方法制作的番石榴茶其存放与制作非常简单,同时饮用也方便,番石榴茶具有调节血糖、血脂、血压的代谢作用,有效平衡血压^[44]。

而谢果等发明了主要以新鲜或干燥的番石榴幼果为原料,经过清洗、粉碎、超声强化溶剂提取、浓缩、除杂、膜分离富集、成膏、喷雾干燥及制粒,获得番石榴速溶茶。与以往的番石榴茶产品相比较,本的产品及制备工艺首次以番石榴水果特别是生产过程中丢弃的幼果为原料,变废为宝,得到速溶的番石榴茶产品^[45]。

4.11 番石榴叶保健饮料

番石榴叶保健饮料的制作包括以下步骤:首先将干燥番石榴叶粉碎成粉末,添加水-伯醇或低级酮混合液,加热。为了有效溶出番石榴叶中所含的水溶性成分与醇溶性成分,应将水-伯醇或低级酮按 1:1~3:7 的比例混合。混合后加热至 50~80℃,通过酒精对番石榴叶组织细胞的破坏作用,促进水溶性成分及醇溶性成分溶出。1 次处理时间为 30~60min。再将浸出残渣浸出处理 1~2 次,充分提取有效成分。混合液的添加量为番石榴叶质量的 2~4 倍。将提取液集中,减压浓缩,得到液状浸汁。液状浸汁中含单宁、无机物、维生素、精油等成分。将浸汁真空干燥或冷冻干燥,得到茶绿色粉末。上述液状或粉末制品均含番石榴叶的水溶性成分或醇溶性成分。本制法比单用水在高温下浸出得率高,而且制品风味好。这种浸汁可直接保存,加开水即可饮用。也可将汁与无毒载体混合,作为保健饮料。可供健康人经常饮用^[46]。

5 结语

我国华南、华东一带拥有丰富的番石榴和番石榴叶资源,但是我国目前番石榴和番石榴叶资源利用单一,生产技术档次低,存在综合利用差以及资源浪费严重等弊端。所以有必要利用高新技术进一步分析番石榴和番石榴叶的药用和营养成分,利用番石榴与番石榴叶的营养素和活性物质,开发食用系列产品 and 利于增强人体体质、防病治病、保健、抗衰

老的特色食品和饮品,并投放市场。从而为提高其综合利用价值和获取更高的经济效益开辟新的途径。

参考文献

- [1] 温靖,徐玉娟,肖更生,等.番石榴果实的营养价值和药理作用及其加工利用[J].农产品加工学刊,2009(7):11-14.
- [2] 邵萌,范春林,王春等.番石榴叶的化学成分及药理活性研究进展[J].天然产物研究与开发,2009(21):525-528,534.
- [3] 刘建林,夏明忠,袁颖.番石榴的综合利用现状及发展前景[J].中国林副特产,2005(6):60-62.
- [4] 吴建中,欧仕益,陈静,等.番石榴多糖对糖尿病小鼠的血糖及其抗氧化能力的影响[J].中成药,2007,29(5):668-671.
- [5] 胜辉,减小平,魏长宾.番石榴中 V_C 的高效液相色谱分析[J].食品科学,2007,28(4):292-295.
- [6] 付辉政,罗永明,张东明.番石榴叶化学成分研究[J].中国中医药杂志,2009,34(5):557-559.
- [7] 李升锋,徐玉娟,廖森泰,等.不同品种番石榴果实评价及糖酸组分和抗氧化能力的分析[J].食品科学,2009,30(1):66-70.
- [8] 王波,刘衡川.番石榴的降血糖作用研究[J].现代预防医学,2005,32(10):1293-1294.
- [9] 谢佳汛.印度研究发现番石榴富含抗氧化物质[J].中国果业信息,2012(2):62.
- [10] 徐金瑞,张名位,张金奖,等.番石榴抗氧化作用及其与黄酮含量的关系[J].食品研究与开发,2008,29(7):9-12.
- [11] Jimenez-Escrig A, Rincon M, Pulido R, et al. Guava fruit (*Psidium guajava* L.) as a new source of antioxidant dietary fiber[J]. Agric Food Chem, 2001, 49(11):5489-5493.
- [12] 陈洁莹,刘蔚锋,黄漪颖.常见水果抗氧化性效果研究[J].化学教育,2011(1):65-68.
- [13] 袁丽娜,党霞,刘新.番石榴叶提取物对糖尿病模型小鼠的降血糖作用[J].实用儿科临床杂志,2011,26(15):1219-1220.
- [14] 杜阳吉,王三永,李春荣.番石榴叶黄酮与多糖提取及其降血糖活性研究[J].食品研究与开发,2011,32(10):56-59.
- [15] 范照冬.番石榴叶不同提取物用于糖尿病性大鼠降血糖作用实验研究[J].中国误诊学杂志,2008,8(13):3101-3102.
- [16] 张福平,陈蔚辉,郑微.不同季节番石榴的营养分析[J].山东食品科技,2003(1):16.
- [17] Abdel-Nasser M, Safwat MS, Ali MZ. Detection of antibacterial substances in some plant residues and their effect on certain microorganisms[J]. Zentralbl Mikrobiol, 1983, 138(1):63-69.
- [18] 冯珍鸽,陈丙年,王力.番石榴叶提取物的鉴定及其抑菌活性[J].食品研究与开发,2010,31(3):35-39.
- [19] 李璇,杨蕾.番石榴叶提取物对高脂性肥胖小鼠的减肥降脂作用的研究[J].现代生物医学进展,2012,12(31):6001-6005.
- [20] Lozoya X, Becerril G, Martinez M. Model of intraluminal perfusion of the guinea pig ileum *in vitro* in the study of the antidiarrheal properties of the guava (*Psidium guajava*) [J]. Arch Invest Med (Mex), 1990, 21(2):155-162.
- [21] 叶端炉,吴敏姿.番石榴叶治疗肠炎的临床疗效分析

- [J]. 海峡药学, 2013, 25(4): 197-198.
- [22] 雷琦. 番石榴活性物质的提取及其药理作用的研究[D]. 汕头: 汕头大学, 2006: 20-22.
- [23] 王波, 黄承钰, 王烨源. 番石榴叶水提取物对糖尿病小鼠胰岛形态结构和功能的影响[J]. 卫生研究, 2009, 38(5): 613-617.
- [24] 李玲, 何宇新, 吴晶晶. 番石榴叶提取工艺研究[J]. 陕西中医, 2009, 30(11): 1529-1531.
- [25] 王乐, 陆利霞, 熊晓辉. 番石榴叶功能成分的制备研究[J]. 食品研究与开发, 2012, 33(1): 222-224.
- [26] 陈亚妮, 张军民. 微波萃取技术研究进展[J]. 应用化工, 2010, 39(2): 270-272, 279.
- [27] 徐金瑞, 张名位, 张瑞芬, 等. 番石榴中总黄酮的微波萃取工艺研究[J]. 现代食品科技, 2008, 24(7): 674-677.
- [28] 杨明, 胡文娥, 黄剑波, 等. 超声波法提取番石榴果胶的工艺研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(31): 17796-17797.
- [29] 曹增梅, 黄和. 超声波辅助提取番石榴中多酚类物质的研究[J]. 食品与机械, 2012(5): 123-126.
- [30] 宋照斌, 郭清泉, 宋启煌. 超临界 CO₂ 萃取与低碳经济[J]. 广东化工, 2011, 38(214): 1-2.
- [31] 王兰英, 骆焱平, 卢远倩, 等. 23 种植物精油对橘小实蝇的行为反应研究[J]. 热带作物学报, 2011, 12: 2336-2339.
- [32] 于辉, 钟显昌. 番石榴果酒的研制[J]. 中国酿造, 2008(13): 98-100.
- [33] 杨胜远, 陈楷, 叶丹红, 等. 番石榴果酒的酿制工艺[J]. 食品科技, 2011, 36(10): 62-66.
- [34] 唐卿雁, 林奇, 李永平. 调配型野生番石榴果醋饮料的生产工艺研究[J]. 食品科技, 2012(3): 37.
- [35] 唐卿雁, 林奇, 李永平. 野生番石榴果醋加工工艺条件的优化[J]. 食品工业科技, 2012(7): 211-219.
- [36] 王莉嫦. 番石榴饮料的研制[J]. 食品工业科技, 2008(3): 161-165.
- [37] 杨永利, 郭守军, 孙翰, 等. 番石榴果脯的加工工艺研究[J]. 广东农业科学, 2012(20): 94-96.
- [38] 郑毅, 伍斌, 邓建梅, 等. 番石榴风味果糕的加工研究[J]. 中国农学通报, 2011, 27(11): 88-92.
- [39] 唐卿雁, 杨怡, 李永平. 番石榴果条加工工艺研究[J]. 食品工业, 2013, 34(2): 112-115.
- [40] 杨明, 胡文娥, 黄剑波, 等. 超声波法提取番石榴果胶的工艺研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(31): 17796-17797.
- [41] 郑友雄, 范进田. 番石榴果冻的制作方法[J]. 四川食品工业科技, 1988, 3(4): 49-50.
- [42] 郭守军, 杨永利, 章斌, 等. 番石榴保健果冻的研制[J]. 食品科技, 2012, 37(5): 82-85.
- [43] CHETAN, A CHOPDA, 喻孟君, 等. 番石榴汁和番石榴粉加工工艺的优化[J]. 热带农业工程, 2003, 4: 32-36.
- [44] 谭其盛. 一种番石榴茶制法: 中国, 200910042216.3 [P]. 2010-02-10.
- [45] 谢果, 苏丹, 刘文利, 吴敏芝. 一种番石榴速溶茶及其制备工艺: 中国, 201310226367.0 [P]. 2013-09-04.
- [46] 钟思强, 黄树长. 番石榴高产栽培[M]. 北京: 金盾出版社, 2011, 7: 91.

[30] 李福高, 邵青, 李凡, 等. 不同物候期杭白菊与其他菊花及野菊花挥发性成分研究[J]. 中草药, 2008, 39(6): 831-833.

[31] 杨秀伟, 韩美华, 陶海燕, 等. 微波加工和蒸制杭白菊挥发油成分的 GC-MS 分析[J]. 中国中药杂志, 2007, 32(3): 227-230.

[32] 鹿洪亮, 于静, 杨斌, 等. 应用 GC × GC/TOFMS 分析杭白菊挥发油化学成分[J]. 江西农业学报, 2010, 22(1): 106-108.

[33] 陈玉, 陆舍铭, 朱丽, 等. 气相色谱-飞行时间质谱分析杭白菊浸剂挥发性化学成分[J]. 天然产物研究与开发, 2013, 25(4): 489-493.

[34] Feng R T, Lu Y J, Bowman L L, *et al.* Inhibition of activator protein-1, NF- κ B, and MAPKs and induction of phase-detoxifying enzyme activity by chlorogenic acid[J]. J Boil Chem, 2005, 280(30): 27888-27895.

[35] 王丹. 药用植物野菊花的研究现状及发展前景[J]. 现代中药研究与实践, 2007, 21(4): 59-62.

[36] 王芳芳, 余陈欢, 聂彝, 等. 利片响应面分析法优化杭白菊中绿原酸提取工艺研究[J]. 食品科技, 2007(9): 96-98.

[37] 陈文韬. 纤维素酶法提取杭白菊中绿原酸影响因素的研究[J]. 福建师范大学福清分校学报, 2009(2): 12-15.

[38] 邱娇英, 罗国海, 张慧芳. 不同加工法的杭白菊芦丁和绿原酸含量比较研究[J]. 中医药导报, 2010, 16(7): 116-117.

[39] 杨俊, 蒋惠娣, 戈震, 等. 杭白菊绿原酸及其他成分的含量

- 量在采摘期中的动态变化[J].中国药学杂志,2003,38(11):833-836.
- [40]王丰,赵敏,薛晓丽.杭白菊多糖超声提取工艺的研究[J].北方园艺,2012(2):28-30.
- [41]汤鹤华.杭白菊酚类物质超声波辅助萃取[J].江西化工,2007(4):110-112.
- [42]于善凯,张英.不同品种杭白菊中酚类物质含量和清除自由基活性的比较[J].食品科学,2001,22(4):84-87.
- [43]高学玲,贺曼曼,邹敏亮,等.不同品种药用菊花中游离糖类及游离氨基酸含量的HPLC分析[J].天然产物研究与开发,2012,24(5):639-643.
- [44]李金玉.杭白菊中脂肪酸组成的GC-MS分析[J].中国食物与营养,2008(3):48-49.
- [45]罗进,刘思曼,边清泉.七种菊花叶黄素含量比较[J].中药材,2005,28(12):1056-1058.
- [46]卓莉,李霞,邱贵江.杭白菊与黄山贡菊中微量元素的测定[J].内江师范学院学报,2008,23(4):104-105.
- [47]蒋斌,张英英,陈国征.桐乡市杭白菊锰含量检测结果[J].浙江预防医学,2005,17(1):38-42.
- [48]程存归,李丹婷,刘幸海,等.杭白菊与野菊花的微量元素比较研究[J].光谱学与光谱分析,2006,26(1):156-158.
- [49]杨以钧.3种菊花茶中6种微量元素的初级形态及溶出特性研究[J].光谱实验室,2009,26(4):959-962.