

文章编号: 1674-7054(2012)03-0281-06

火龙果花的研究现状与开发前景

高慧颖, 王琦, 余亚白

(福建省农业科学院 农业工程技术研究所 福建 福州 350003)

摘要: 对火龙果的种植概况、品种资源以及火龙果花的生物学性状、功效成分、产品试制等方面的研究进行了综述,并根据氨基酸含量分析数据,对火龙果花中必需氨基酸和药用氨基酸进行了营养学评价,阐明了火龙果花开发利用的良好前景。

关键词: 火龙果; 花; 营养评价; 研究进展

中图分类号: S 667. 9 **文献标志码:** A

火龙果又称红龙果、仙蜜果、情人果等,为仙人掌科量天尺属(*Hylocereus*)或蛇鞭柱属(*Selenicereus*)的果用栽培品种^[1-2],原产哥斯达黎加、尼加拉瓜、墨西哥、古巴等中美洲沙漠地区,现人工栽培遍及墨西哥、古巴、以色列、越南、泰国、中国、美国等20多个国家^[3-4]。火龙果花硕大惊人,夜晚开放,有“夜仙子”的美称,具有降压、解毒、润肺、明目、养颜等多种功效,作为1种新食品资源,备受消费者的青睐,也受到国内外科研工作者的广泛关注。笔者从火龙果的栽培种植、火龙果花的生物学特性、营养保健功效及产品试制等方面进行了综述,旨在为火龙果花的开发利用提供参考。

1 我国的火龙果种植概况

20世纪90年代初期,我国大陆地区从台湾省引进火龙果进行试种,后迅速在广东、广西、海南、福建和云南等地推广种植^[5],北方也有很多地区,如河北、山东、山西、黑龙江等利用温室大棚进行栽培^[5-8]。据相关部门不完全统计,2006年全国(除台湾省外)火龙果种植面积约为2 333.3 hm²^[9],2009年发展到约3 233.3 hm²^[10]。火龙果是一种新兴的热带、亚热带果树,它集水果、花卉、蔬菜、保健为一体,有很高的经济价值。目前,火龙果产业已发展成为广东、福建、广西、贵州等省市的新、特、优农业项目。如广西钦州把火龙果产业列为特色农业提升工程中重点提升产业之一,计划到2015年,全市火龙果面积要达到2 000 hm²,年产量达到5万吨,年产值超过3.6亿元^[11];贵州省在“十二五”规划中指出,火龙果是贵州精品水果产业发展的机遇之一,力争在“十二五”头2年内,在优势区域建成火龙果基地3 333.3 hm²,到2015年,全省火龙果种植面积达到6 666.7 hm²,建成中国最大的火龙果标准化生产基地^[12]。

2 火龙果的品种资源

火龙果按其果皮果肉颜色主要分为红皮白肉(*Hylocereus undatus*)、红皮红肉(*Hylocereus polyrhizus*)、黄皮白肉(*Hylocereus megalanthus*、*Selenicereus megalanthus*)3类,近几年又选育出了红皮粉红肉^[13]、红皮红肉白心^[13]、红皮紫红肉(*Hylocereus costaricensis*)^[14]等类型。其中,广泛栽培的是红皮白肉和红皮红肉品系。红皮白肉火龙果品种主要有长刺白肉、香蕉白肉、血白、白玉龙、越南白、中华白和台湾白等,以白玉龙为最优,其含糖量大于 $w = 13\%$,含水率为 $w = 85\%$,抗病力强,抗寒性好,是目前栽培最广泛的品系^[15]。红皮红肉火龙果的品种有尊龙、大龙、祥龙、珠龙(又称香龙、莲花果)、天龙(又称西龙)、光明、新

收稿日期: 2012-08-03

基金项目: 福建省农业科学院青年基金项目(2011QC-3);福州市科技计划项目(2011-G-101)

作者简介: 高慧颖(1977-),女,河北晋州人,福建省农业科学院农业工程技术研究所助理研究员。

红龙果、墨西哥红、非洲红等,国内规模种植的主要是珠龙和新红龙果^[16-17]。珠龙香味浓郁,但甜度稍低于白玉龙,含糖量约为 $w = 11\%$;新红龙果是 4 个相互交叉授粉品种与自花授粉能力较强的品种进行杂交选育出来的,可以自花结实,成熟期最早,花果期长,产量高,品质好。红皮紫肉型火龙果品种较少,目前报道的主要有玫瑰 1 号^[12]。而黄皮白肉品种仅在哥伦比亚有大面积的商业栽培^[1]。

3 火龙果花的生物学性状

火龙果花又名霸王花、剑花、量天尺花等,为子房下位花,漏斗状,花长约 35 cm,开放时直径达 25 ~ 30 cm,花香浓郁,每朵重 200 g 以上,最重可达 500 g;花萼肉质厚,呈鳞片状,向后反卷;花瓣宽阔,纯白色,直立,倒披针形,全缘,先端有尖突,20 ~ 30 片;花柱粗,直径 0.7 ~ 0.8 cm,乳黄色;雌蕊柱头裂片 21 ~ 28 枚,细长、全缘、乳白色;雄蕊与花柱等长或较短,有 700 ~ 960 条,花药乳黄色,花丝白色^[18]。

火龙果开花时间较短,从开花到凋谢只有 1 个晚上。16:00 ~ 18:00 花药裂开,18:40 ~ 19:00 花蕾散开,开放速度最快,约 20:30 蜜腺开始分泌,凌晨 1:00 时花径达到最大,2:00 逐渐开始萎凋,翌日 9:00 时凋谢^[19]。火龙果具有自交结实性,但自花授粉坐果率较低,且在夜间开放,生产过程中为提高坐果率,一般采用人工授粉。授粉完成后,早晨以不伤及子房和花柱为原则,用环刻法剪除已凋谢的花朵(保留柱头及子房以下的萼片)^[20]。

火龙果花期一般为 5 ~ 11 月份,从花芽分化至开花需要 40 ~ 50 d,平均约 15 d 就会长出 1 批花苞,花苞着生于茎节,每年可开花 12 ~ 13 批次,若管理得好可达 15 次^[21]。火龙果开花能力强,在盛花期,同一枝条长出的花苞可高达 30 朵,作果用栽培时一般每株每批仅留 2 ~ 3 朵花。

4 火龙果花的营养保健功能

火龙果花营养丰富、药用成分广泛,营养成分包含人体必需的氨基酸、维生素、微量元素、膳食纤维、蛋白质、不饱和脂肪酸等^[22-23],药用成分主要为多糖、黄酮和黄酮醇、三萜类化合物等活性物质^[24],具有抑菌、消炎、清火、润肺、止咳、增强免疫力、降血糖、降血脂、降血压、抗癌、治疗高尿酸症、预防便秘等功效^[25],同时,还有美容、养颜、延缓衰老的作用^[21]。

火龙果花中富含的水溶性膳食纤维吸水后能膨胀 10 ~ 15 倍,产生凝胶类物质,令食物在胃中停留时间较长,使节食减肥者延长饱足感^[26],具有减肥、润肠、预防大肠癌的作用;膳食纤维中有些成分如果胶可与胆固醇结合,木质素可与胆酸结合,使其直接从粪便中排出,减少机体对胆固醇的吸收量,降低动脉粥样硬化、心肌梗塞、心脏病等发病率^[27];膳食纤维还可以增加食物的粘滞性,延缓葡萄糖的吸收速度,在小肠黏膜表面形成 1 层“隔离层”,阻碍肠道对葡萄糖的吸收,对糖尿病有一定的辅助治疗作用^[21]。

火龙果花中含有独特的黏性和胶质性的植物性白蛋白,具有显著的药效和治疗作用。白蛋白在人体中起着清道夫的作用,其在机体内遇到重金属离子后,会自动与重金属离子结合,快速将其包裹住,由排泄系统排出体外,从而避免被肠道吸收。在胃消化过程中,这种黏性和胶质性物质犹如给胃壁涂上一层保护膜,对胃壁有很好的保护作用^[26]。白蛋白还是合成膜蛋白的物质基础,能增强血管弹性,提高血管抗压能力^[28]。

陈昭妃博士在《营养免疫学》一书中介绍“在对于实验动物投与量天尺属果汁的实验中,可看出其对于肿瘤的生长、Epstein-Barr 病毒以及免疫反应抑制等病症上表现出的免疫提升功效。”PEREZ 研究了火龙果花的水提取物对正在康复的伤口的临床作用(如切口、切除物、粗糙组织的作用),结果显示,火龙果花的水提取物能提高羟脯氨酸、总蛋白质、DNA 和胶原蛋白的含量,可增强抗拉强度,并能促进伤口愈合^[29]。

5 火龙果花的矿物质营养成分分析

5.1 火龙果花的矿物质元素含量 矿物质元素是构成人体组织的重要成分,在各种生理和生化过程中起着极为重要的作用,特别是一些微量元素,是构成酶、激素、维生素等生物大分子的成分或起到激活其活性的作用。检测结果表明,火龙果干花中含有 20 种矿物质元素,其中 K 含量最高为 $13.77 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,最低为 Au,仅为 $0.0031 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,Al,Na,Pb,As,Cd,Cr 等 6 种元素未检出^[30]。

世界卫生组织确认的人体必需微量元素有 14 种, 它们分别是铁、铜、锌、钴、锰、铬、钼、镍、钒、锡、硅、硒、碘、氟^[31]。在火龙果花中检测到 8 种人体必需的微量元素, 含量依次为 $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Co} > \text{Cu} > \text{Sr} > \text{Ni} > \text{Mo}$, 必需微量元素含量为 $47.224\ 6\ \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 占总矿物质含量的 $w = 0.27\%$ 。有毒元素是指对人体生命功能产生侵害的元素, 轻者损坏机体, 重者危及生命。常见的毒性微量元素有汞、铅、砷、镉、铍等^[32]。在火龙果花中未检出铅、镉、砷等的含量, 虽然汞的含量为 $0.016\ 59\ \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 但远低于我国蔬菜中汞的卫生标准 $0.1\ \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。综上可知, 火龙果花中矿物质含量丰富, 功能广泛, 有毒元素含量低。

5.2 火龙果花不同部位的矿物质元素含量 蔡永强等^[22]和庄总来等^[33]测定了火龙果花花丝、花瓣、苞片 3 个不同部位的矿物质含量, 结果表明, 火龙果花中含有人体必需的钾、磷、钙、铁、锌、镁、硒、铜等 8 种矿物质元素, 常量元素中钾含量最高, 钙含量最低, 微量元素含量依次为铁 $>$ 锌 $>$ 硒 $>$ 铜。从不同部位看, 苞片中的钾、磷、镁、钙、锌等元素的含量高于花丝和花瓣, 花丝中的铜、硒含量高于花瓣和苞片, 花瓣中的铁含量最高。3 个部位中钙和铜的含量差异较大, 苞片钙含量是花丝的 2.03 倍, 花瓣钙含量是花丝的 1.95 倍, 花丝铜含量是苞片的 4.79 倍, 花瓣铜含量是苞片的 3.45 倍。

6 火龙果花中氨基酸的分析评价

6.1 火龙果花中氨基酸的组成和含量 蔡永强等^[22]测定了火龙果花不同部位的氨基酸含量, 结果显示, 火龙果花中含有 17 种氨基酸, 花丝、花瓣、苞片中氨基酸总量分别为 103.99 、 87.91 、 $93.57\ \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 含量最高的是亮氨酸, 花丝、花瓣、苞片中的含量分别是 11.27 、 11.69 、 $12.44\ \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。花丝中半胱氨酸的含量最低, 为 $0.83\ \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 花瓣和苞片中蛋氨酸的含量最低, 分别为 0.71 、 $0.83\ \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

6.2 火龙果花中必需氨基酸的组成和含量 火龙果花中氨基酸的研究以测定组成和含量为主, 未见其营养评价的报道。必需氨基酸是指人体自身不能合成或合成速度不能满足人体需要, 必须从食物中摄取的氨基酸, 其种类、数量和组成比例决定蛋白质的优劣。火龙果花中含有人体必需的异亮氨酸、亮氨酸、色氨酸、缬氨酸、苏氨酸、赖氨酸、苯丙氨酸和蛋氨酸等 8 种氨基酸, 其中以花丝的含量最高, 其次为苞片, 花瓣最低, 占氨基酸总量的 $w = 41.9\% \sim 45.3\%$ ^[22]。火龙果花不同部位蛋白、FAO/WHO 推荐的理想蛋白^[34]、鸡蛋蛋白的必需氨基酸含量见表 1。从表 1 中可知, 火龙果花不同部位的必需氨基酸含量均小于 FAO/WHO 推荐的理想蛋白和鸡蛋蛋白的必需氨基酸含量。花瓣和苞片中亮氨酸、色氨酸含量及苞片中苯丙氨酸 + 酪氨酸含量高于理想蛋白中的含量, 但低于鸡蛋蛋白的含量。火龙果花的第 1 限制性氨基酸是蛋氨酸 + 半胱氨酸, 亮氨酸和色氨酸含量丰富, 异亮氨酸、苯丙氨酸 + 酪氨酸、苏氨酸接近理想模式。

表 1 火龙果花蛋白质与 FAO/WHO 推荐值及鸡蛋蛋白质的必需氨基酸含量比较 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$

氨基酸	FAO 推荐值	鸡蛋蛋白	花丝	花瓣	苞片	平均
异亮氨酸	40	63	35.4	37.8	34.4	35.9
亮氨酸	70	88	67.1	84.7	86.4	79.4
赖氨酸	55	70	42.5	38.6	46.5	42.5
蛋氨酸 + 半胱氨酸	35	34	17.0	12.0	12.8	13.9
苯丙氨酸 + 酪氨酸	60	99	56.1	59.3	60.8	58.7
苏氨酸	40	51	32.1	32.3	35.3	33.2
缬氨酸	50	68	27.8	37.7	39.0	34.8
色氨酸	10	15	9.5	12.3	12.5	11.4
合计	360	488	287.5	314.7	327.7	310.0

6.3 火龙果花中的功能性氨基酸含量 火龙果花中含儿童必需氨基酸、鲜味氨基酸、甜味氨基酸、芳香类氨基酸、药用氨基酸等多种功能性氨基酸(见表 2)^[35]。组氨酸和精氨酸是儿童生长所必需的氨基酸, 花丝、花瓣、苞片中的含量为 3.19 、 2.95 、 $3.39\ \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。鲜味氨基酸包括天门冬氨酸和谷氨酸, 占氨基酸总量的 $w = 18.5\% \sim 19.4\%$ 。甜味氨基酸有丙氨酸、甘氨酸、丝氨酸和脯氨酸, 花丝中的含量最高, 为 $32.56\ \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 占总氨基酸的 $w = 31.3\%$ 。火龙果花中含有苯丙氨酸、甲硫氨酸、赖氨酸、亮氨酸、甘氨酸、酪氨酸等 6 种药用氨基酸, 平均含量为 $35.01\ \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 占总氨基酸的 $w = 36.8\%$, 亮氨酸含量最高, 其

生理功能涉及调节血糖水平,促进骨骼、皮肤以及受损肌肉组织的愈合等作用,甲硫氨酸含量最低,具有参与胆碱的合成,有效防治动脉硬化及高血脂症,提高肌肉活力和促进皮肤蛋白质及胰岛素的合成等功能。

表2 火龙果花不同部位的功能性氨基酸含量

g · kg⁻¹

部位	儿童必需氨基酸	鲜味氨基酸	甜味氨基酸	芳香类氨基酸	药用氨基酸
花丝	3.19	19.94	32.56	9.43	40.78
花瓣	2.95	17.03	24.50	8.18	30.90
苞片	3.39	17.31	25.68	8.76	33.34
平均	3.18	18.09	27.58	8.79	35.01

备注:氨基酸成分源数据摘自文献[22]

7 火龙果花中功效成分分析

多糖是生物体内除蛋白质和核酸外的又一类重要的生物大分子,具有抗肿瘤、提高免疫力、抗疲劳、改善记忆等多种生物活性,所以多糖生物资源的开发利用和研究日益活跃,已成为食品科学、天然药物、生物化学和生命科学研究的热点^[36]。研究结果显示,火龙果鲜花的活性成分中多糖含量最高,质量分数达到0.22%。

皂苷是一组结构多样的自然产生的化合物,具有多种生物活性,如抗肿瘤、抗炎、免疫调节、抗病毒、抗真菌、杀精子、保肝活性等。剑花(*Hylocereus undatus*)中总皂苷的含量为 $w = 3.61\%$ ^[37]。

植物甾醇是一类具有独特生理活性的物质,具有抗氧化性、降低血清中胆固醇水平、降低心脏病发病率、护肤、美容以及促进动物生长、增进健康的作用,因此,被广泛地运用于医药、食品、化妆品及动植物基因工程等行业^[38]。无水乙醇和CH₂Cl₂2种溶剂的火龙果花提取液中分别分离出60和54个峰,经NIST数据库检索,与标准谱图比较共鉴定出49个化学组分,有 β -谷甾醇、豆甾醇、菜油甾醇等多种甾醇类化合物^[39]。

采用各种现代色谱技术研究了霸王花(*Hylocereus undatus*)的化学成分,从中分离鉴定出一系列的黄酮醇及糖苷类成分,以此为基础,建立了霸王花药材的HPLC指纹图谱^[40-42]。

8 火龙果花产品试制的研究现状

火龙果是20世纪90年代从我国台湾省引入大陆地区的,早期的工作主要集中在引种与栽培和新品种选育等方面^[5-21],后又进行了火龙果加工、营养成分、化学成分与保健价值分析等方面的研究^[26-28],近年来,对火龙果花的研究较为活跃,报道的文献有火龙果花的干制^[43-44]、火龙果花保健饮料制作^[45-46]、火龙果花营养成分分析^[22,33,38,47-52]。

夏杏洲等^[45]以干制的火龙果花为原料,研制出一种风味独特、清凉可口且具有保健功能的新型饮品。具体的工艺流程如下:火龙果花→挑选→破碎→浸提→过滤→澄清→离心分离→加入蜂蜜、白砂糖、柠檬酸、稳定剂等进行调配→均质→脱气→装罐→杀菌→冷却→检验→成品。工艺的关键点是火龙果花中营养成分提取的最佳条件为:加水比 $m_{\text{干花}} : V_{\text{水}} = 1 \text{ g} : 30 \text{ mL}$,浸提时间120 min,浸提温度为75℃;火龙果花保健饮料的最佳配方为:火龙果花浸提液 $\varphi = 30\%$,蔗糖 $w = 7\%$,柠檬酸 $w = 0.08\%$,蜂蜜 $w = 2.0\%$,稳定剂为 $w = 0.10\%$ CMC-Na + $w = 0.05\%$ 黄原胶,最适杀菌条件为100℃,常压灭菌时间15 min。李妍等^[46]研制出质地细腻,口味适中的剑花乳复合饮料,饮料的蛋白质含量为 $w = 1.02\%$,总糖含量为 $w = 8.92\%$ 。

刘伟清等^[44]采用热焙烘法加工火龙果干花,烘干温度70℃,烘干时间12~20 h,制成的干花色泽青绿带浅黄,外观呈扇形,花瓣扭曲呈条束状,花被内有多条雄蕊,有干制火龙果花固有的香味,重金属含量和农药残留量检测结果符合国家标准。但是该方法仅适于边远山区农村就地取材及小规模生产。夏杏洲等^[43]建立了热风干燥和微波干燥干制火龙果花的工艺条件:原料用100℃水蒸气处理0.5 min;采用变温干燥方法:60℃ 0.5 h→70℃ 1.0 h→55℃ 0~2.0 h或者微波干燥方式:装载量0.25 kg,微波强度700 W,时间11.6 min,可以获得复水性好、维生素C保存率高、感官品质优良的火龙果花干制品。

9 火龙果花的开发前景

火龙果在原产地处于野生状态,人工驯化后栽培技术简单,管理粗放,抗逆性强,火龙果茎及果实表面有很厚的蜡质保护层,少有病虫害发生,各生长阶段都不需要或很少喷施化学农药。火龙果兼具仙人掌的功能,在夜间吸收二氧化碳,释放氧气,净化空气,保护环境。作为1种新型热带、亚热带果树,我国已广泛种植。近年来,广西、贵州纷纷建成规模化的火龙果标准化生产基地,火龙果产业也被列入特色农业项目,种植前景广阔。火龙果花期长达7个月,1批1个结果枝可生出十几个花苞,疏花后留下2~3个花苞,粗略估计每公顷需要疏掉火龙果花12万朵,总共可产生60~72 t的生物量资源^[53],可为产业化提供充足的材料。花为植物营养最集中的生殖器官,是全营养健康物质。火龙果花富含17种氨基酸,6种维生素,8种必需微量元素,丰富的水溶性膳食纤维,同时还含有一般植物少有的植物白蛋白及花青素、黄酮类、皂甘、葡萄糖、生物碱等珍贵营养和药用成分,因此,被营养学家誉为营养库、医药库、保健库,是1种不可多得的纯天然食品。火龙果花作为蔬菜生食清脆润滑,炒熟香甜清脆,煮汤清甜。火龙果花冲泡或煮数分钟,加冰糖制成饮品,香醇可口。在高脂肪、高热量、高蛋白食物结构导致高血脂、高血糖患者日益增多的今天,集花卉、蔬菜、保健、医药于一身的火龙果花是1种有潜力的植物资源,用于制作新资源食品符合消费、生态与环保的潮流。因此,开发火龙果花潜力大、市场前景广阔。

参考文献:

- [1] MIZRAHI Y, NERD A, NOBEL P S. Cacti as crops[J]. Hort. Rev, 1997(18): 291-391.
- [2] ANDERSON E F, BARTHOLOTT W, BROWN R. The Cactus Family[M]. Portland Oregon, USA: Timber Press, 2001.
- [3] MERTEN Sven, TROP-CAL. A review of *Hylocereus* production in the united states[J]. J. PACD, 2003: 98-105.
- [4] 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.
- [5] 黄爱萍, 姜帆, 高慧颖, 等. 我国大陆火龙果引种栽培与利用现状[J]. 台湾农业探索, 2005(4): 44-45.
- [6] 张居伟, 董继生, 杨保东. 冬暖式大棚火龙果栽培技术[J]. 果农之友, 2007(6): 23-24.
- [7] 徐建维, 潘华强, 江宏. 大棚火龙果套种四季豆技术[J]. 上海蔬菜, 2004(1): 36.
- [8] 马洪英, 王莅, 郭锐, 等. 北方日光温室火龙果引种与栽培[J]. 中国果菜, 2008(6): 18-19.
- [9] 郑文武, 刘永华. 我国火龙果生产现状及发展前景[J]. 中国热带农业, 2008(3): 17.
- [10] 邓仁菊, 范建新, 蔡永强. 国内外火龙果研究进展及产业发展现状[J]. 贵州农业科学, 2011, 39(6): 188-192.
- [11] 广西钦州积极推进火龙果产业发展[DB/OL]. 食品产品网. (2011-08-09) [2012-07-25]. <http://www.foodqs.cn/news/gnspzs01/20118985753022.htm>.
- [12] 李广平. 发展火龙果栽好摇钱树快步奔小康[N]. 贵州日报, 2010-10-18(1).
- [13] 叶耀雄, 朱剑云, 叶永昌, 等. 火龙果选育试验初报[J]. 广东农业科学, 2009(8): 99-102.
- [14] 张居伟, 董继生, 董桂萍, 等. 火龙果新品种长龙果的选育[J]. 中国果菜, 2008(1): 34-35.
- [15] 张娜, 李家政, 关文强, 等. 火龙果生物学及贮运保鲜技术研究进展[J]. 北方园艺, 2010(1): 229-231.
- [16] 郑良永, 钟宁. 雷州半岛火龙果高效栽培技术[J]. 广东农业科学, 2006(3): 76-78.
- [17] 王莅, 刘书亭, 杨小玲, 等. 天津地区日光温室火龙果的引种与竹架式栽培技术[J]. 2008, 14(5): 26-28.
- [18] 李金强, 袁启凤. 火龙果授粉技术研究进展[J]. 江苏农业科学, 2009, 4(4): 188-189.
- [19] 韦茜, 李仕品, 陈家龙, 等. 火龙果授粉技术[J]. 福建果树, 2004(4): 49-50.
- [20] 郑良永, 钟宁. 雷州半岛火龙果高效栽培技术[J]. 广东农业科学, 2006(3): 76-78.
- [21] 王领, 何聪芬, 董银卯, 等. 火龙果的生物学特性及开发应用概况[J]. 北方园艺, 2008(3): 57-60.
- [22] 蔡永强, 郝伟, 王彬. 火龙果花营养成分分析[J]. 西南农业学报, 2010, 23(1): 283-286.
- [23] LIN H K, TAN C P, KARIN R, et al. Chemical composition and DSC thermal properties of two species of *Hylocereus* cacti seed oil *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus* [J]. Food Chem, 2009, 119(4): 1326-1331.
- [24] 赵志平, 杨春霞. 火龙果的开发与发展前景[J]. 中国种业, 2006(2): 13-14.
- [25] 李升锋, 刘学铭, 吴继军, 等. 火龙果的开发与利用[J]. 食品工业科技, 2003, 21(7): 88-90.
- [26] 白桂芬, 张果果. 火龙果的营养保健功能与加工利用[J]. 农产品加工, 2008(5): 95-96.
- [27] 梁小红, 赖淑英, 黄爱东. 剑花降脂功能及其膳食纤维提取的研究[J]. 广州食品工业科技, 1997, 11(4): 60-61.

- [28] 徐慧,王秋玲,韦刚,等. 火龙果的保健功效及其研究进展[J]. 广西科学院学报 2010 26(3):383-385.
- [29] PEREZ G R M ,VARGAS S R ,ORTIZ H Y D. Wound healing properties of *Hylocereus undatus* on diabetic rats[J]. Phytother Research 2005 ,19(8):665-668.
- [30] 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 29(1):147-149.
- [31] 徐常龙,陈义凡,曹世全,等. 论人体必需微量元素与人类保健[J]. 高等函授学报:自然科学版 2004 2(20):7-10.
- [32] 施先义,韦文业. 人体中的必需微量元素与有毒元素[J]. 科技创新导报 2010(4):104.
- [33] 庄总来,邱凌,宋康康,等. 仙蜜果花成分的研究[J]. 厦门大学学报:自然科学版,2004,43(4):578-580.
- [34] FAO/WHO. Energy and protain requirements [C]//FAO Nutrition Meeting Report Series. Roma: FAO ,1973:52-63.
- [35] 蒋滢,徐颖,朱庚伯. 人类味觉与氨基酸的味道[J]. 氨基酸与生物资源 2002 24(4):1-3.
- [36] 郑少泉. 高多糖龙眼良种选育及其多糖的生物活性与调控研究[D]. 福州:福建农林大学 2007.
- [37] 刘玉娜,李熙灿. 比色法测定剑花总皂苷含量的研究[J]. 科技创新导报 2010(11):5-6.
- [38] 梁博,郭璇华. 分光光度计测定火龙果茎中的植物甾醇[J]. 分析试验室 2008 27(12):279-281.
- [39] 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 2008,27(12):84-87.
- [40] 易衍,巫鑫,王英,等. 霸王花黄酮类成分研究[J]. 中药材 2011 34(5):712-716.
- [41] WU Xin ,WANG Ying ,HUANG Xiao-jun ,et al. Three new glycosides from *Hylocereus undatus* [J]. Asian Nat Prod Res , 2011 ,13(8):728.
- [42] 巫鑫,王英,范春林,等. 霸王花药材 HPLC 指纹图谱研究[J]. 药物分析杂志 2012 32(3):400-405.
- [43] 夏杏洲,胡雪琼,湛素华. 霸王花(火龙果花)干制工艺的研究[J]. 食品研究与开发,2006 27(6):80-82.
- [44] 刘伟清,胡伟民,苏运琳. 火龙果花加工方法初探[J]. 广东农业科学 2006(6):58-59.
- [45] 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 2004,20(4):69-71.
- [46] 李妍,梁巧荣. 剑花乳复合饮料的研制[J]. 粮油食品科技 2008,16(2):57-58.
- [47] 刘玉娜,李熙灿. 比色法测定剑花总皂苷含量的研究[J]. 科技创新导报 2010(11):5-6.
- [48] 王新平. 火焰原子吸收光谱法测定中草药剑花中的 8 种微量元素[J]. 光谱学与光谱分析 2005 25(2):293-294.
- [49] 赵廉,莫颖磊,雒凌. 霸王花的营养成分分析[J]. 食品研究与开发 2001 22(1):37-38.
- [50] 王宏磊,彭永宏,张雪莲,等. 超声波法提取剑花总皂苷工艺研究[J]. 亚热带植物科学 2007 36(1):24-26.
- [51] 李妍,廖志辉. 剑花膳食纤维的制备与特性研究[J]. 2006,10(27):78-80.
- [52] 张素斌,陈智威. 剑花中果胶的提取工艺条件研究[J]. 广东农业科学,2011(13):82-83.
- [53] 李兴华. 21 世纪保健食品—火龙果[J]. 云南农业 2001(7):14.

Research Progress and Development of Pitaya Flower

GAO Hui-ying , WANG Qi , YU Ya-bai

(Fujian Academy of Agricultural Sciences , Fuzhou 350003 , China)

Abstract: Originated in the Central America , pitaya have been spread for cultivation in 20 countries or regions. Pitaya flower has many medical benefits such as lowering blood pressure ,lung-nourishing ,beauty care ,etc. Pitaya have a long period of flowering and produce a huge number of pitaya flower each year. The recent research and developments of pitaya are reviewed in terms of planting area and cultivars as well as the biological characteristics and functional constituents of pitaya flower and pilot trial of pitaya flower products. Essential amino acids and medical amino acids were evaluated nutritionally based on the available data. The evaluation showed that pitaya flower contained limited amount of Met + Cys amino acids and large amount of Leu and Try amino acids and similar amount of Ile ,Phe + Tyr and Thr amino acids to the pattern spectrum which FAO/WHO revised in 1973. A good prospect for development of pitaya flower is also described.

Key words: pitaya; flower; nutritional evaluation; research and development