

枇杷花不同花期醇提物抗氧化活性的比较

芦艳, 鲁周民, 樊美丽

(西北农林科技大学林学院, 陕西杨凌 712100)

摘要: 以不同花期(花蕾期、露白期、初放期、盛花期)枇杷花为对象, 研究枇杷花开放过程抗氧化性变化规律。采用 70% 乙醇二次回流提取以及 Folin-Ciocalteu 比色法、硝酸铝比色法、Fenton 体系法、普鲁士蓝法和 ABTS 法分析评价枇杷花在不同花期的黄酮、总酚含量和总抗氧化能力。结果表明: 枇杷花从花蕾期到盛花期, 黄酮和总酚含量、抗氧化性能整体呈先上升后下降的趋势, 其中在露白期的黄酮、总酚和 Vc 含量最高, 分别为 13.39 ± 0.45 mg/g、 76.06 ± 1.18 mg/g 和 $(2.73 \pm 0.28) \times 10^{-2}$ mg/g, 差异性显著高于其他花期 ($P < 0.05$); 露白期枇杷花对羟基自由基的清除率、总抗氧化能力、总还原力和 DPPH 自由基清除率达到最高, 分别为 $49.91 \pm 0.34\%$ 、 61.50 ± 0.21 mmol/g、 0.67 ± 0.01 、 $74.28 \pm 0.73\%$ 。枇杷花具有较好的抗氧化性能, 以露白期的抗氧化性最好, 枇杷花采摘时期及开发利用时期应以露白期为佳。

关键词: 枇杷花; 抗氧化性; 不同花期; 黄酮; 总酚

文章编号: 1673-9078(2013)9-2141-2146

Antioxidant Activity of Ethanol Extracts of Loquat Flowers at Different Flowering Phases

LU Yan, LU Zhou-min, FAN Mei-li

(College of Forestry, Northwest A & F University, Yangling 712100, China)

Abstract: The changes of flavonoids and the total phenolics contents and antioxidant activity in four different stages of loquat flowers (the budding, the bud swelling and white petals forming, the petals spreading and the petals opening stages) were studied using twice reflux extraction (70% ethanol as solvent) for extraction of loquat flower. Results showed that antioxidant materials contents and antioxidant activity of the extracts of flower sampled from the bud stages to the petals opened of loquat flowers exhibited an initial increase and a final decrease. Compared with the samples at other three flowering phases, the flowers samples at the stage of the bud swelling and white petals forming showed the highest flavonoids, the total phenolics and Vc contents, being of 13.39 ± 0.45 mg/g, 76.06 ± 1.18 mg/g and $(2.73 \pm 0.28) \times 10^{-2}$ mg/g, respectively. In this phase, the flower extracts also showed the highest scavenging ability on $\cdot\text{OH}$ free radical, reducing power, total antioxidant capacity and scavenging ability on DPPH free radical, indicating that loquat flower at the phase of bud swelling can be used for further development.

Key words: loquat flower; antioxidant activity; different stages; flavonoids; the total phenolic

枇杷 (*Eriobotrya japonica* L.) 为蔷薇科枇杷属植物, 原产于中国亚热带地区, 在日本、意大利、巴西、西班牙、印度等地有广泛栽培^[1-2], 是一种秋冬季开花、果实成熟于初夏的亚热带常绿树^[3], 中国和西班牙年产量分别达到 20 万 t 和 4.2 万 t^[1]。在中国, 枇杷已有 2200 年的栽培的历史, 主要分布于秦岭以南的陕南、四川、浙江、江苏、广东、福建等 19 个省区^[4]。地处汉江流域的陕南安康等地, 是中国

收稿日期: 2013-05-19

基金项目: 国家林业局重点科技成果推广项目 (2012-68), 财政部“以大学为依托的农业科技推广模式建设”(XTG2013-17)

作者简介: 芦艳 (1988-), 女, 硕士, 主要从事枇杷花茶加工利用研究

通讯作者: 鲁周民 (1966-), 男, 研究方向为经济林果品加工利用

枇杷自然生长的北缘地区, 特殊的气候条件赋予了枇杷果实浓郁的风味和独特的口感。枇杷开花的花期较长, 一般从九月中旬到次年一月都有枇杷花, 每个花絮上有花 60~150 朵, 多的可超过 200 朵^[5]。为了提高枇杷产量及质量, 减少生长过程中对营养的消耗, 在枇杷种植管理过程中, 需要进行大量的疏花。据《本草纲目》记载, 枇杷花具有“止渴下气、利肺、止吐逆、去焦热、润五脏”以及“治头风、鼻涕清涕”等功效。研究表明枇杷花含有人体所需的 18 种氨基酸以及维生素 C、抗衰老素等营养物质和黄酮类、酚类物质、三萜类等多种药用成分, 具有提神养气、清肺润喉、化痰止咳等功效^[6]。

近年来国内对枇杷花的研究主要集中在生物活性

成分的研究^[6-10], 功能性成分的提取^[11-12], 枇杷花的开发利用^[13-14]等, 这些研究多以南方地区的某个花期的枇杷花为对象的研究结果。本文以生长于陕南安康的枇杷为对象, 采用70%乙醇二次回流提取以及利用Folin-Ciocalteu比色法、硝酸铝比色法、Fenton体系法、普鲁士蓝法和ABTS法研究评价枇杷花开放过程在花蕾期、露白期、初放期以及盛开期的抗氧化成分含量和总抗氧化能力, 旨在为枇杷花的适时采摘、开发利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

枇杷花: 品种为长崎早生, 于2012年10月16日上午采于西北农林科技大学安康北亚热带经济林果树试验示范站, 采摘后运回实验室, 根据图1所示的花蕾期(苞片完全包裹)、露白期(苞片微张、有白色花瓣裸露)、初放期(白色花瓣微张)、盛开期(花瓣基本张开)分为4个花期, 于室内荫凉处阴干备用。



花蕾期(I) 露白期(II) 初放期(III) 盛开期(IV)

图1 不同花期的枇杷花

Fig.1 Loquat flowers in different stage

2,2-连氮-双(3-乙基苯并噻唑-6-磺酸)(ABTS⁺) 美国Sigma公司; 没食子酸、芦丁、钨酸钠、钼酸钠、浓盐酸、硫酸锂、碳酸钠、水杨酸、30%过氧化氢、硫酸亚铁、邻苯三酚、亚硝酸钠、无水乙醇、硝酸铝、过硫酸钾、氯化铁, 均为国产分析纯。

1.2 仪器与设备

UV-1240紫外-可见分光光度计, 日本岛津公司; SHB-III循环水式多用真空泵, 郑州长城科工贸有限公司; R200D型电子分析天平, 德国Sartorius公司; DGG-9140A型电热恒温鼓风干燥箱, 上海森信实验仪器有限公司; 科伟HH-S4型水浴锅, 北京科伟永兴仪器有限公司; 中兴FW-200高速万能粉碎机, 北京中兴伟业仪器有限公司。

1.3 样品处理

把不同花期的枇杷花分别放入粉碎机中粉碎15s后关闭, 停15s后再次开启循环两次, 粉碎成40~200目的粉末。取该粉末2g, 加入70%的乙醇40mL, 在60℃条件下水浴回流2h, 提取两次, 过滤后合并滤

液, 定容至250mL, 用于成分及抗氧化性测定。共3次重复。

1.4 指标测定

1.4.1 总酚的测定

参照文献^[15], 采用Folin-Ciocalteu比色法测定总酚含量。称取没食子酸标准品10mg, 用蒸馏水溶解定容至100mL容量瓶中, 得0.1mg/mL的对照品标准溶液。分别吸取没食子酸标准品溶液0.0(1号管)、0.2、0.4、0.6、0.8、1.0mL置于10mL比色管中, 依次分别加入5.5、5.3、5.1、4.9、4.7、4.5mL蒸馏水, 各加入0.5mL FC显色剂, 最后加入4mL 7.5%碳酸钠溶液混匀, 置于75℃水浴加热15min, 冷却至室温, 以1号管溶液做参比并分别在765nm测得吸光度。以吸光度y对食子酸质量浓度进行回归。标准曲线 $y=0.9815x+0.0012$, $R^2=0.9998$ 。取上述提取液0.2mL, 0.2mL 70%乙醇(空白对照)、0.2mL蒸馏水(参比)代替标准液按上述方法进行测定, 计算结果。

1.4.2 总黄酮的测定

采用硝酸铝比色法测定总黄酮化合物含量^[16]。取250mg芸香叶苷, 于109℃烘箱中干燥至恒重, 称取干燥品(即芦丁)100mg标准品, 70%酒精超声波溶解定容至100mL, 得1g/mL芦丁标准品溶液, 分别量取0.0(1号管)、0.2、0.4、0.6、0.8、1.0mL芦丁标准液于10mL比色管中, 各加入5%的亚硝酸钠溶液1mL, 6min后, 各加入10%的硝酸铝溶液1mL, 6min后, 加入5mL 4%的氢氧化钠溶液, 最后各加入3.0、2.8、2.6、2.4、2.2、2.0mL蒸馏水混匀, 放置15min后, 以1号管溶液作参比, 在510nm处分别测定吸光值。以吸光值y对质量浓度进行回归。标准曲线为 $y=1.3097x-0.0005$, $R^2=0.9995$ 。取上述提取液0.5mL, 0.5mL 70%乙醇(空白对照)、0.5mL蒸馏水(参比)代替芦丁标准液按此方法测定, 计算结果。

1.4.3 维生素C含量的测定

采用2,4-二硝基苯肼比色法。

1.4.4 总抗氧化能力的评价

参照文献^[16-18], 用VCEAC法测定总抗氧化能力。用去离子水配制14mmol/L的ABTS⁺和4.9mmol/L的过硫酸钾溶液, 二者以1:1混合并过夜, 得ABTS⁺贮备液。使用期用水稀释至吸光度为 0.7 ± 0.02 。

称取0.0176g抗坏血酸, 蒸馏水溶解定容至100mL, 得到1mmol/L的维生素C标准液。吸取0.0、1.0、2.0、3.0、4.0、5.0mL维生素C标准液于10mL容量瓶中, 蒸馏水定容, 得到0.0(1号管)、0.1、0.2、0.3、0.4、0.5mmol/L浓度梯度的维生素C标准液。

吸取各浓度梯度的标准液哦。1 mL 于 10 mL 比色管中，加入 2.9 mL 稀释后的 ABTS⁺ 溶液，混合，室温避光翻译 5~10 min，在 734 nm 测定吸光度。1 号管测定值为 A₀，其他测定值为 A，计算清除率。

$$S\% = \frac{A_0 - A}{A_0} \times 100\%$$

ABTS⁺ 的清除率 y 对不同质量浓度的维生素 C x 进行回归。总抗氧化能力则表示为一定量测试物质相当的抗氧化能力所需的维生素 C 的质量浓度。以清除率 y 对 Vc 质量浓度进行回归。y=141.78x+0.2884，R²=0.9990。将提取液稀释 10 倍后，吸取样液 0.1 mL，0.1 mL 70% 乙醇(空白对照)、0.1 mL 蒸馏水(参比)按上述步骤操作，计算实验结果。

1.4.5 羟基自由基清除率测定

参照文献^[9]，利用 Fenton 反应产生羟基自由基，加入水杨酸作为羟基自由基捕捉剂，能提高反应的灵敏度，分光光度计能够较准确的测定羟基自由基的产生。分别吸取 0.5 mL 样液、0.5 mL 70% 乙醇、0.5 mL 蒸馏水(作参比)于 10 mL 比色管中，用 70% 乙醇补足 2 mL，依次加入 6 mmol/L 的亚硫酸铁 2 mL，6 mmol/L 的 H₂O₂ 2 mL，摇匀、静置 10 min，在加入 6 mmol/L 水杨酸 2 mL，摇匀静置 30 min，在 510 nm 处测定吸光值 A，以蒸馏水代替样液测得吸光值 A₀，计算清除率。

$$S\% = \frac{A_0 - A}{A_0} \times 100\%$$

1.4.6 总还原力的测定

按文献^[6]的方法测定，有改动。吸取 0.2 mL 样液、0.2 mL 70% 乙醇(空白对照)、0.2 mL 蒸馏水(作参比)于 25 mL 比色管中，各加入用 70% 乙醇补足 2.5 mL，依次加入 2.5 mL 0.2 mol/L 的磷酸缓冲液(pH=6.6)，2.5 mL 1% 的铁氰化钾溶液，50 °C 水浴加热 20 min 后急速冷却，依次加入 2.5 mL 10% 的三氯化铁溶液，2.5 mL 0.1% 的三氯化铁溶液，用蒸馏水定容至 25 mL，混匀后静置 10 min，以 1 号管作为参比溶液，于 700 nm 处测定吸光值。计算结果。

1.4.7 对 DPPH 自由基清除能力的测定

按文献^[20]的方法测定，分别吸取 2 mL 样液、2 mL 0.2 mmol/L DPPH 溶液加入 10 mL 比色管中混匀，静置 30 min 后，在 517 nm 测得试样吸光度(A_i)，取 2 mL 蒸馏水代替样液测得空白吸光度(A₀)，以 2 mL 样液中加入 2 mL 蒸馏水测得样液吸光度(A_j)，按下列公式计算清除率。

$$S\% = \frac{A_0 - (A_i - A_j)}{A_0} \times 100\%$$

1.5 数据统计

采用 Excel, SPSS18.0 对所得数据进行差异性分析。

2 结果与分析

2.1 枇杷花不同花期黄酮、总酚和维生素 C 的含量变化

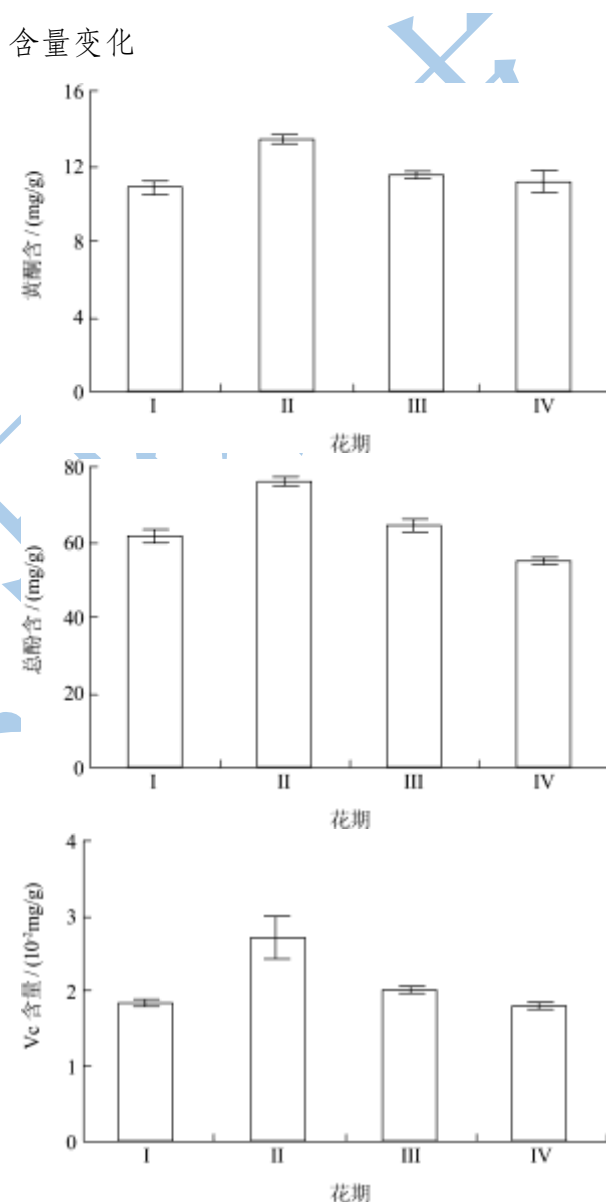


图 2 不同花期枇杷花中黄酮、总酚和 Vc 的含量

Fig.2 The contents of flavonoids , total phenolics and Vc in different stages of loquat flowers

由图 2 可知，枇杷花从花蕾到盛开的整个开放过程中，黄酮和总酚含量呈先上升后下降的趋势，枇杷花蕾中黄酮和总酚含量分别为 10.85±0.33 mg/g 和 61.05±1.76 mg/g，在露白期黄酮和总酚含量分别达到 13.39±0.45 mg/g 和 76.06±1.18 mg/g，显著高于花蕾期、

初放期和盛花期 ($P<0.05$), 之后又呈下降趋势。

枇杷花从花蕾到盛开的整个开放过程中, 维生素 C 含量呈先上升后下降的趋势, 枇杷花花蕾中 Vc 含量为 $(1.83\pm 0.05)\times 10^{-2}$ mg/g, 在露白期维生素 C 含量达到 $(2.73\pm 0.28)\times 10^{-2}$ mg/g, 显著高于花蕾期、初放期和盛花期 ($P<0.05$), 之后又呈下降趋势。

2.2 枇杷花不同花期抗氧化性能的变化

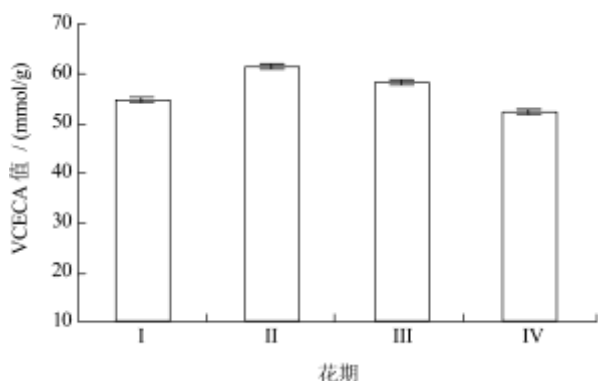


图 3 不同花期枇杷花的总抗氧化能力

Fig.3 Total antioxidant capacity of loquat flower in different stages

由图 3 可知, 枇杷花开放过程中, 总抗氧化能力呈先上升后下降趋势。花蕾期枇杷花的 VCECA 值为 54.46 ± 0.25 mmol/g, 到露白期 VCECA 值达到最大, 为 61.50 ± 0.21 mmol/g, 显著高于其他三个时期 ($P<0.05$), 之后随着枇杷花的不断开放, 总抗氧化能力逐渐下降, 到盛花期时降至最低, 以 VE 为阳性对照, 其 VCECA 值为 12.45 ± 0.23 mmol/g, VE 总抗氧化能力小于枇杷花的抗氧化性强度。

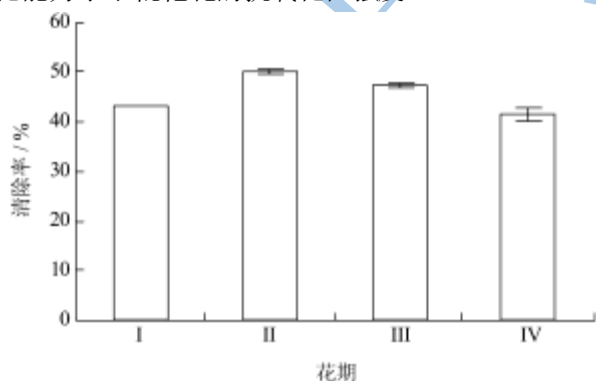


图 4 不同花期枇杷花对羟基自由基的清除率

Fig.4 Scavenging rate of loquat flowers in different stages

由图 4 可知, 不同花期枇杷花对羟基自由基均有不同程度的清除能力, 从花蕾期到盛花期过程中, 对羟基自由基的清除率呈先上升后下降的趋势。花蕾期枇杷花对羟基自由基的清除率为 $42.97\pm 0.05\%$, 到露白期的枇杷花对羟基自由基的清除率为 $49.91\pm 0.34\%$, 显著高于其他三个花期的枇杷花 ($P<$

0.05), 之后在不断开放中, 对羟基自由基清除率有不断下降。

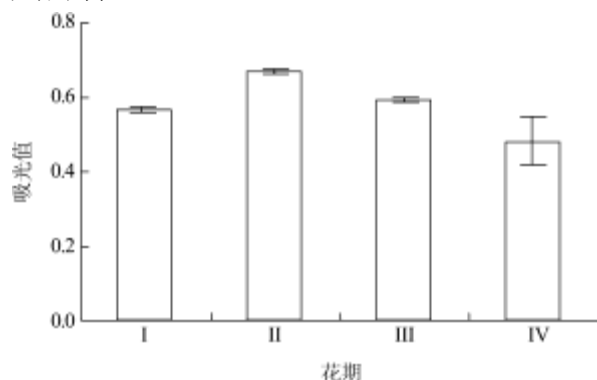


图 5 不同花期枇杷花提取液的总还原力

Fig.5 Reducing power of extracts of different stages loquat flowers

由图 5 可知, 枇杷花的总还原力在开放过程中呈先上升后下降趋势, 花蕾期枇杷花还原力的吸光值为 0.57 ± 0.0036 , 到露白期总还原力值最高, 达到 0.67 ± 0.01 , 显著高于其他三个时期 ($P<0.05$), 之后随着枇杷花的开放又不断下降, 至盛开期为最低。

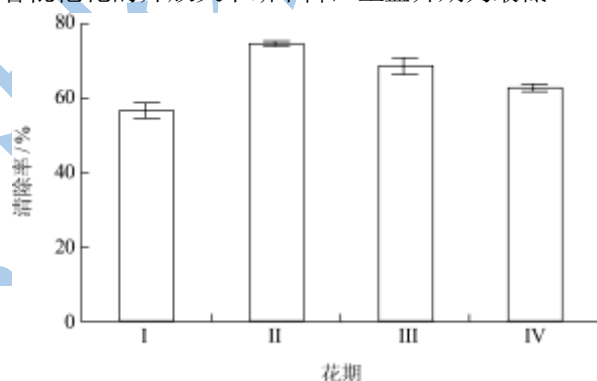


图 6 不同花期枇杷花的 DPPH 自由基的清除率

Fig.6 Scavenging rate of loquat flowers in different stages

由图 6 可知, 不同花期枇杷花对 DPPH 自由基均有不同程度的清除能力, 从花蕾期到盛花期过程中, 对 DPPH 自由基的清除率呈先上升后下降的趋势。花蕾期枇杷花对 DPPH 自由基的清除率为 $56.07\pm 2.17\%$, 到露白期的枇杷花对羟基自由基的清除率为 $74.28\pm 0.73\%$, 显著高于其他三个花期的枇杷花 ($P<0.05$), 之后在不断开放中, 对 DPPH 自由基清除率有不断下降。

3 结论

3.1 本试验结果表明, 枇杷花在从花蕾到盛开的过程中, 黄酮、总酚和 Vc 含量及其抗氧化性能总体上呈先上升后下降的趋势, 其中露白期相比于其他三个时期, 黄酮和总酚物质含量最高, 这与周春华^[8]对枇杷花三个阶段的抗氧化性物质的研究结果一致; 露白

期枇杷花的总抗氧化性、总还原力最强,对羟基自由基的清除率,DPPH 自由基清除率最高,都显著高于其他三个花期。

3.2 近年来,植物性来源的多酚类物质成为人们关注的热点。多酚类物质是抗氧化性物质中最大的一类,普遍存在于植物界,对人体健康有重要作用。大量流行病学研究表明,多酚类化合物与一些疾病的预防有密切关系,如各种癌症,心血管和神经性疾病以及衰老引起的相关疾病^[22]等。其中黄酮类物质在抗氧化反应中,不仅可以清除引发链反应的活性自由基和起催化作用的金属离子,还能直接捕捉链传递阶段的过氧自由基,阻断链反应,是很好的预防型和阻断型抗氧化剂^[23]。天然来源的生物黄酮分子质量小,能被人体迅速吸收,能通过血脑屏障,能进入脂肪组织,具有消除疲劳、保护血管、预防动脉硬化、扩张毛细血管、疏通微循环、抗脂肪氧化、活化大脑及其他脏器细胞的功能^[24]。酚酸类化合物可以促进 SOD 酶活力间接发生抗氧化作用,具有抗血栓形成、溶纤和抗脂质过氧化的作用是治疗心肌缺血、心绞痛、心肌梗死等心血管疾病的有效成分,同时还具有抗诱变、抗菌、抗病毒等作用^[25]。

3.3 我国是枇杷的原产地,约占世界枇杷产量的70%,枇杷花资源丰富。在枇杷生产管理中,为实现优质高效的目的,大量枇杷花会被疏除,这也为枇杷花的开发利用提供了大量的原材料。本研究结果表明,露白期枇杷花的黄酮、总酚含量最高,具有较强的抗氧化能力,因此,在枇杷花的利用中应以露白期为最佳的采摘时期。

参考文献

- [1] Hasegawa P N, Faria de A F, Mercadante A Z, et al. Chemical composition of five loquat cultivars planted in Brazil [J]. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 2010, 30(2): 552-559
- [2] Xu Hong-xia, Chen Jun-wei. Commercial quality, major bioactive compound content and antioxidant capacity of 12 cultivars of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) fruits [J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2011, 1(6): 1057-1063
- [3] Pinillosa V, Huesob J J, Filho Marcon J L, et al. Changes in fruit maturity indices along the harvest season in 'Algerie' loquat [J]. *Scientia Horticulturae*, 2011, 129(4): 769-776
- [4] 邱武陵,章恢志主编.中国果树志·龙眼枇杷卷[M].北京:中国林业出版社,1996
- [5] 吴万兴,鲁周民,李文华,等.疏花疏果与套袋对枇杷果实生长与品质的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版), 2004,32(11): 73-75
- [6] 周春华.枇杷花、果主要生物活性组分与抗氧化活性研究[D].浙江:浙江大学,2007
- [7] Chunhua Zhou, Chongde Sun, Kunsong Chen, et al. Flavonoids, phenolics, and antioxidant capacity in the flower of *Eriobotrya japonica* Lindl [J]. *International Journal of Molecular Sciences*, 2011, 12: 2935-2945
- [8] Chunhua Zhou, Xian Li, Chongde Sun, et al. Ultrasonic extraction of flavonoids and phenolics from loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) flowers [J]. *Academic Journals*, 2011, 10 (25): 5020-5026
- [9] 张泽煌,邓朝军,周丹蓉,等.枇杷花游离氨基酸含量及组分差异[J].福建农业学报,2011,26(5):753-757
- [10] 黄春萍,罗群,刘刚.枇杷花蛋白提取条件初步研究[J].食品与发酵科技,2009,45(2):51-53
- [11] 郑美瑜,陆胜民,陈剑兵,等.枇杷花总黄酮的提取工艺优化[J].食品与发酵科技,2009,45(4):52-54
- [12] 胡娟,张宏,刘刚,等.枇杷花三萜化合物提取工艺[J].食品科学,2009,30(2):65-68
- [13] 周湘池,娄永江,刘必谦.一种枇杷花醋及其制备方法[P]. 2008

- [14] 林岳. 枇杷花蜜酒及其制作方法[P]. 2008
Lin Y. Loquat Flower Honey-wine and the Processing [P]. 2008. (in Chinese)
- [15] 黄树苹, 谈太明, 徐长城, 等. Folin-Ciocalteu 比色法测定丝瓜中多酚含量的研究[J]. 中国蔬菜, 2012, 4: 47-52
Huang C P, Tan T M, Xu C C, et al. Studies on Polyphenol Content Determination of *Luffa* by Folin-Ciocalteu Colorimetry [J]. China Vegetables, 2012, 4: 47-52
- [16] Ru Q M, Wang L J, Li W M, et al. In Vitro Antioxidant Properties of Flavonoids and Polysaccharides Extract from Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) Leaves [J]. Molecules, 2012, 17: 11281-11291 (ABTS)
- [17] Kim D O, Jeong S W, Lee C Y, et al. Antioxidant Capacity of Phenolic Phytochemicals from Various Cultivars of plums [J]. Food Chemistry, 2003, 81(3): 321-326
- [18] Re R, Pellegrini N, Proteggente A, et al. Antioxidant Activity Applying an Improved ABTS Radical Cation Decolorization Assay [J]. Free Radical Biology and Medicine, 1999, 26(9): 1231-1237
- [19] Zhong X K, Jin X, Lai F Y, et al. Chemical Analysis and Antioxidant Activities in Vitro of Polysaccharide Extracted from *Opuntia Ficus Indica* Mill. Cultivated in China [J]. Carbohydrate Polymers, 2010, 82: 722-727
- [20] Xia D, Shi J, Gong J, et al. Antioxidant Activity of Chinese mei (*Prunus mume*) and its Active Phytochemicals [J]. Med Plants Res, 2010, 4: 1156-1160
- [21] 胡喜兰, 尹福军, 程青芳, 等. 不同花期芍药花中活性成分的研究[J]. 食品科学, 2008, 29(9): 511-514
Hu X L, Yin F J, Cheng Q F, et al. Analysis of Active Constituents in Peony Flowers at Different Blossoming Stages [J]. Food Science, 2008, 29(9): 511-514
- [22] 马利华, 贺菊萍, 秦卫东, 等. 槐花提取物抗氧化性能研究[J]. 食品科学, 2007, 28(9): 75-77
Ma L H, He J P, Qin W D, et al. Study on Antioxidant Activities of Pogadatrete Flower (*Robinia Pseudocacia* L.) Extracts [J]. Food Science, 2007, 28(9): 75-77
- [23] Lamoral-Theys D, Pottier L, Dufresne F, et al. Natural polyphenols that display anticancer properties through inhibition of kinase activity [J]. Current Medicinal Chemistry, 2010, 17(9): 812-825
- [24] 林启寿. 中草药成分化学[M]. 北京: 科学出版社, 1977
Lin Q S. The Chemical Components in Chinese Herbal Medicine [M]. Beijing: Science press, 1977
- [25] 杨岚, 李华峰, 刁海鹏, 等. 蒲公英花中总酚酸和总黄酮含量测定及其抗氧化性能研究[J]. 食品科学, 2011, 32(17): 160-163
Yang L, Li H F, Diao H P, et al. Total Phenolic Acid Content, Total Flavonoid Content and Antioxidant Activity of Dandelion Flowers [J]. Food Science, 2011, 32(17): 160-163