

# 牡丹品种间花瓣营养成分差异

徐小博, 贾文庆, 刘会超

(河南科技学院 园艺园林学院, 河南 新乡 453003)

**摘要:** 以牡丹 *Paeonia suffruticosa* ‘乌龙捧盛’‘白雪塔’‘迎日红’‘俊艳红’‘春红娇艳’‘万世生色’等 6 个品种的花瓣为材料, 分析其中维生素 C、粗蛋白、类黄酮、氨基酸和 9 种矿物元素的质量分数。结果表明: 品种间类黄酮、维生素 C、粗蛋白的质量分数存在较大差异, ‘乌龙捧盛’中这 3 种营养成分质量分数均最高, 分别为 13.08 mg·g<sup>-1</sup>, 1.12 mg·g<sup>-1</sup>, 0.11 g·g<sup>-1</sup>; 花瓣所含氨基酸种类齐全, 不同氨基酸质量分数存在差异, 质量分数最高的是谷氨酸 (9.64~15.83 mg·g<sup>-1</sup>), 最低的是半胱氨酸 (0.15~0.86 mg·g<sup>-1</sup>); 牡丹花瓣中富含多种矿质元素, 其中微量元素硒的质量分数较高。不同品种间营养成分含量差异较大, 品种 ‘乌龙捧盛’类黄酮、粗蛋白、维生素 C、总氨基酸和钾、钙、镁、铁、铜等元素质量分数均较其他品种高, 具有较高的营养价值。图 3 表 2 参 14

**关键词:** 植物学; 牡丹; 花瓣; 营养成分

**中图分类号:** S682.1; R151.3      **文献标志码:** A      **文章编号:** 2095-0756(2012)05-0729-05

## Nutritional component differences in petal of *Paeonia suffruticosa*

XU Xiao-bo, JIA Wen-qing, LIU Hui-chao

(School of Horticulture Landscape Architecture, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453003, Henan, China)

**Abstract:** The vitamin C content, crude protein, flavonoids, amino acids, and nine kinds of mineral elements were studied using petals of six *Paeonia suffruticosa* cultivars (‘Wulongpengsheng’, ‘Baixueta’, ‘Yingrihong’, ‘Junyanhong’, ‘Chunhongjiaoyan’, and ‘Wanshishengse’) as materials. Results for ‘Wulongpengsheng’ showed a vitamin C content of 13.08 mg·g<sup>-1</sup>, crude protein of 1.12 mg·g<sup>-1</sup>, and flavonoids of 0.11 g·g<sup>-1</sup>, which are higher than other cultivars. Meanwhile, different types of amino acids were found in sufficient quantity with the highest being glutamic acid (9.64–15.83 mg·g<sup>-1</sup>) and the lowest being cysteine (0.15–0.86 mg·g<sup>-1</sup>). Many kinds of mineral elements were found with the microelement Se having the highest content. For nutritional components, great differences among different cultivars were exhibited. The synthesis analysis showed ‘Wulongpengsheng’ had a highest nutritional value, especially for flavonoids and Se. [Ch, 3 fig. 2 tab. 14 ref.]

**Key words:** botany; *Paeonia suffruticosa*; petals; nutritional component

牡丹 *Paeonia suffruticosa* 是世界著名花卉, 观赏价值极高, 且具有一定的药用和食用价值<sup>[1]</sup>。中国早在五代时期就已有用牡丹花作为烹饪原料的史料记载, 清顾仲《养生录》上载:“牡丹花瓣, 汤焯可, 蜜浸可, 肉汁脍亦可”。中国民间有食用牡丹花瓣、采用牡丹花瓣敷脸美容的习俗<sup>[2]</sup>。河南洛阳和山东菏泽采用牡丹花和根等器官为主材的牡丹宴、牡丹风味小吃更是重要的旅游亮点。牡丹品种繁多, 不同品种间花瓣颜色、花朵大小、花的香味均不同<sup>[1]</sup>。明代医学家李时珍认为, 牡丹花的颜色决定其功效:“赤花者利, 白花者补。”至今牡丹不同品种间花瓣的营养成分差异尚未见报道。本试验选用花瓣量大、花

收稿日期: 2011-10-27; 修回日期: 2012-01-06  
基金项目: 河南省创新人才工程项目(2005-126-49)  
作者简介: 徐小博, 从事园林植物生物技术研究。E-mail: woshibob.1986@yahoo.com.cn。通信作者: 刘会超, 教授, 博士, 从事种质资源与生物技术研究。E-mail: liuhc918@yahoo.com.cn

期较长的品种‘乌龙捧盛’‘迎日红’‘俊艳红’‘春红娇艳’‘万世生色’(花均为红色)及‘白雪塔’(花白色)为材料,对花瓣营养成分进行了分析,探索牡丹品种间花瓣的营养成分差异性以及特殊性,以期食用牡丹花瓣及以牡丹花瓣为原料的食品加工利用提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

牡丹品种‘乌龙捧盛’‘白雪塔’‘迎日红’‘俊艳红’‘春红娇艳’‘万世生色’的花瓣于 2010 年 4 月 20–30 日 11:00 采于河南科技学院牡丹资源圃(各品种都处于盛花期),重复取样 3 次·品种<sup>-1</sup>。带回实验室后置于 4 ℃冰箱保存备用。测定前花瓣自然风干至恒量。

### 1.2 实验方法

1.2.1 类黄酮质量分数测定 参照钟冬莲等<sup>[3]</sup>的方法并加以改进。称取 1.000 0 g 花瓣干样,放入 250 mL 带塞锥形瓶中。先往锥形瓶中加入 30 mL 的体积分数为 75%乙醇,盖上瓶塞,在 210 W 和 50 ℃条件下超声 1 h,过滤。分别用提取液洗涤滤纸和锥形瓶,最后分别用各自的提取液定容至 50 mL,摇匀备用。

1.2.3 粗蛋白质量分数测定 参照张志良<sup>[4]</sup>的方法。称取 0.200 0 g 花瓣干样,采用半微量凯氏定氮法测定总氮。粗蛋白的计算公式:样品中蛋白质(%)=( $V_A - V_B$ ) $\times c \times 14 \times 6.25 / m \times 100\%$ 。其中  $V_A$  为样品消耗盐酸标准溶液的体积(mL), $V_B$  为试剂空白消耗盐酸标准溶液的体积(mL), $c$  为标准盐酸标准溶液的浓度(mol·L<sup>-1</sup>), $m$  为加样质量(mg)。

1.2.4 维生素 C 质量分数测定 参照张志良<sup>[4]</sup>的方法并加以改进。取 2.000 g 新鲜牡丹花瓣,置于研钵中,加入 5 mL 体积分数为 2%草酸研磨至匀浆。将样品提取液过滤至 25 mL 容量瓶中,用体积分数为 2%草酸反复冲洗,定容至 25 mL。吸取滤液 5 mL,置于 25 mL 三角瓶中,立即用 2,6-二氯酚溶液滴定至出现粉红色,15 s 不退色为止。记录所用 2,6-二氯酚溶液体积( $V_1$ )。空白滴定用 5 mL 体积分数为 2%草酸,记录所用 2,6-二氯酚溶液体积( $V_2$ )。维生素 C 质量分数(mg·g<sup>-1</sup>)=( $V_1 - V_2$ ) $\times T \times V / (W_{\text{鲜样}} \times V_3)$ 。其中, $V_1$  是滴定样品管时所用去染料体积(mL), $V_2$  为滴定空白管时所用去染料体积(mL), $T = 0.088$ , $V$  为提取液总体积(mL); $V_3$  为滴定时所取的样品的提取液(mL); $W$  为被检样品的质量(g)。

1.2.5 氨基酸测定 参照苏晴等<sup>[5]</sup>的方法并加以改进。取花瓣干样 25 mg,体积分数为 80%乙醇 0.5 mL 研磨至乙醇挥发,再加体积分数为 4%磺基水杨酸 1.0 mL,研磨成浆状并洗入离心管,超声提取 20 min,10 000 r·min<sup>-1</sup> 离心 15 min 后取上清液衍生。取过滤液进行高效液相色谱(HPLC)分析。

1.2.6 矿质元素测定 采用电感耦合等离子体发射光谱仪(ICP-AES)测定。称取牡丹花瓣干样 0.100 0 g,分别置于 100 mL 烧杯中,加入浓硝酸 24 mL 和高氯酸 6 mL,电热板上消化至溶液近无色,用体积分数为 4%硝酸溶解消化产物并定容至 50 mL 容量瓶中待用。同时作样品空白处理。

以上所有测定均为 3 次重复,数据分析按照 3 次重复的平均值进行,并采用 DPS 统计软件中的 Duncan 新复极差法对数据进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同牡丹品种花瓣的类黄酮、维生素 C、粗蛋白比较

从图 1 可以看出:牡丹品种类黄酮质量分数从高到低依次为‘乌龙捧盛’‘俊艳红’‘迎日红’‘春红娇艳’‘万世生色’‘白雪塔’。‘乌龙捧盛’的类黄酮质量分数最高,达 13.08 mg·g<sup>-1</sup>,与其他 5 个品种差异显著,‘白雪塔’类黄酮质量分数最低,仅为 4.38 mg·g<sup>-1</sup>。除‘春红娇艳’‘迎日红’‘万世生色’之间类黄酮质量分数差异不显著外,其他各品种间差异均极显著。由图 2 可知:供试的 6 个品种维生素 C 质量分数为 0.43~1.12 mg·g<sup>-1</sup>,最高为‘乌龙捧盛’,除‘俊艳红’与‘万世生色’之间维生素 C 质量分数差异不显著外,其他各品种间维生素 C 质量分数差异极显著。由图 3 可知:‘乌龙捧盛’‘白雪塔’‘迎日红’‘春红娇艳’‘万世生色’5 个品种间粗蛋白质量分数差异不显著,均显著高于‘俊艳红’。

### 2.2 不同品种牡丹花瓣中 18 种氨基酸质量分数

由表 1 可以看出:牡丹花瓣中的氨基酸种类齐全,不同品种间和同一品种不同氨基酸质量分数均存在差异。整体来看,测定的氨基酸种类中,谷氨酸质量分数最高(9.64~17.24 mg·g<sup>-1</sup>),半胱氨酸质量分

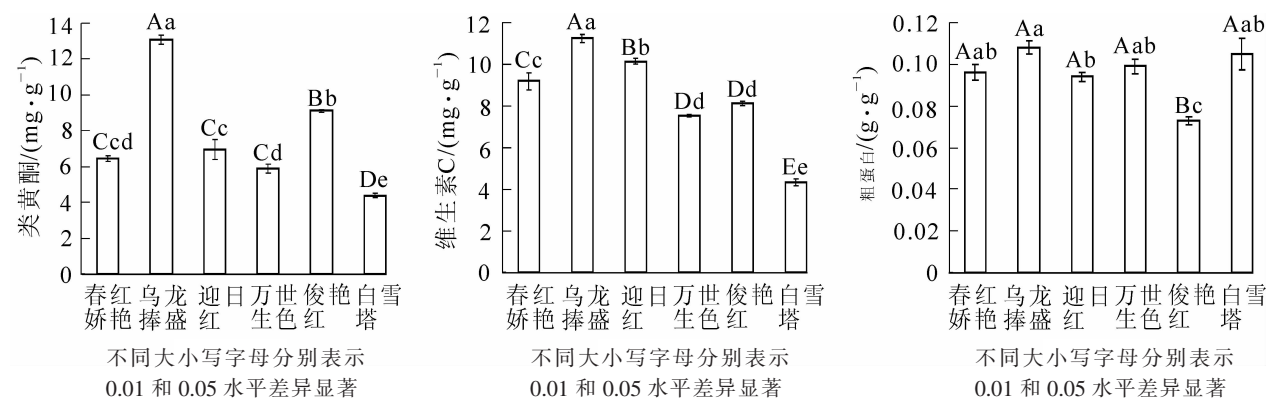


图 1 不同品种牡丹的花瓣中类黄酮质量分数

图 2 不同品种牡丹的花瓣中维生素 C 质量分数

图 3 不同品种的花瓣中粗蛋白质量分数

Figure 1 Flavonoids content among different cultivars of tree peony

Figure 2 Vitamin C content among different cultivars of tree peony

Figure 3 Crude protein content among different cultivars of tree peony

数最低(0.15~0.86 mg·g<sup>-1</sup>), 其他 16 种氨基酸质量分数为 0.37~13.34 mg·g<sup>-1</sup>。8 种人体必需氨基酸总质量分数为 23.48~29.74 mg·g<sup>-1</sup>。试验选用的 6 个品种中, ‘乌龙捧盛’的总氨基酸质量分数为最高, 达 87.57 mg·g<sup>-1</sup>, 谷氨酸、天冬氨酸、甘氨酸、蛋氨酸、精氨酸、半胱氨酸质量分数也为最高; ‘迎日红’的赖氨酸和苯丙氨酸质量分数为最高; ‘春红娇艳’的亮氨酸和苏氨酸质量分数为最高; ‘万世生色’的丝氨酸、酪氨酸、色氨酸和组氨酸质量分数为最高; ‘俊艳红’的缬氨酸的质量分数为最高; ‘白雪塔’异亮氨酸、脯氨

表 1 6 个品种牡丹花瓣中氨基酸质量分数

Table 1 Amino acid contents among the six cultivars of tree peony

| 氨基酸   | 不同品种花瓣内氨基酸质量分数/(mg·g <sup>-1</sup> ) |                    |                   |                    |                   |                   |
|-------|--------------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
|       | 春红娇艳                                 | 乌龙捧盛               | 迎日红               | 万世生色               | 俊艳红               | 白雪塔               |
| 天冬氨酸  | 11.250 ± 0.481 Bb                    | 13.340 ± 0.233 Aa  | 8.650 ± 0.182 CDe | 10.020 ± 0.344 BCb | 7.350 ± 0.602 Dd  | 13.050 ± 0.681 Aa |
| 谷氨酸   | 14.050 ± 0.260 Cc                    | 17.240 ± 0.115 Aa  | 15.830 ± 0.339 Bb | 12.250 ± 0.096 Dd  | 9.640 ± 0.276 Ee  | 10.110 ± 0.166 Ee |
| 丝氨酸   | 4.150 ± 0.070Cd                      | 6.970 ± 0.085Aab   | 5.280 ± 0.079 Bc  | 7.150 ± 0.062 Aa   | 6.650 ± 0.284 Ab  | 5.210 ± 0.243 Bc  |
| 甘氨酸   | 4.240 ± 0.098 Abab                   | 5.200 ± 0.128 Aa   | 3.420 ± 0.303 Bb  | 5.120 ± 0.852 Aa   | 4.780 ± 0.050 Aa  | 3.260 ± 0.166 Bb  |
| 精氨酸   | 2.190 ± 0.151 Dd                     | 3.930 ± 0.087Bb    | 1.860 ± 0.072 Dee | 1.750 ± 0.079 Ee   | 2.680 ± 0.115 Cc  | 4.850 ± 0.151 Aa  |
| 苏氨酸*  | 3.650 ± 0.171 Bb                     | 2.440 ± 0.207 Dd   | 4.260 ± 0.056 Aa  | 3.580 ± 0.115 Bb   | 3.640 ± 0.154 Bb  | 3.060 ± 0.088 Cc  |
| 丙氨酸   | 3.570 ± 0.165 Bb                     | 4.230 ± 0.110 Aa   | 2.330 ± 0.105 Dd  | 2.650 ± 0.104 CDd  | 3.060 ± 0.063 Cc  | 4.360 ± 0.165 Aa  |
| 脯氨酸   | 4.180 ± 0.065 Cc                     | 1.920 ± 0.794 Ee   | 3.630 ± 0.115 Dd  | 5.450 ± 0.036 Bb   | 4.370 ± 0.112 Cc  | 7.550 ± 0.052 Aa  |
| 酪氨酸   | 2.770 ± 0.111 Aa                     | 2.980 ± 0.061 Bb   | 2.450 ± 0.026 CDc | 3.460 ± 0.205 Aa   | 1.760 ± 0.045 Dc  | 2.180 ± 0.044 Dc  |
| 色氨酸*  | 0.890 ± 0.361 BCb                    | 0.830 ± 0.265 BCbc | 0.750 ± 0.035 Cc  | 1.140 ± 0.062 Aa   | 0.960 ± 0.061 Bb  | 0.940 ± 0.060 Bb  |
| 缬氨酸*  | 4.260 ± 0.089 Cc                     | 4.860 ± 0.066 Bb   | 3.570 ± 0.078 Dd  | 4.350 ± 0.036 Cc   | 5.700 ± 0.365 Aa  | 3.370 ± 0.266 Dd  |
| 蛋氨酸*  | 0.560 ± 0.036 Dd                     | 1.980 ± 0.0700 Aa  | 1.750 ± 0.027 Bb  | 0.560 ± 0.049 Dd   | 0.990 ± 0.036 Cc  | 0.490 ± 0.020 Dd  |
| 半胱氨酸  | 0.550 ± 0.056 Bb                     | 0.860 ± 0.020 Aa   | 0.610 ± 0.071 Bb  | 0.120 ± 0.010 Cd   | 0.230 ± 0.010 Cc  | 0.150 ± 0.020 Ccd |
| 异亮氨酸* | 3.530 ± 0.092 CDd                    | 5.780 ± 0.115 Aa   | 4.260 ± 0.043Bc   | 3.780 ± 0.149 Cd   | 3.250 ± 0.111 De  | 6.110 ± 0.082 Aa  |
| 亮氨酸*  | 7.560 ± 0.088 Aa                     | 5.010 ± 0.055 Dd   | 5.630 ± 0.128 Cc  | 6.960 ± 0.104 Bb   | 6.940 ± 0.046 Bb  | 3.450 ± 0.034 Ee  |
| 苯丙氨酸* | 3.570 ± 0.046 Dd                     | 4.670 ± 0.017 Bb   | 4.950 ± 0.123Aa   | 3.260 ± 0.039 Ee   | 3.880 ± 0.102 Cc  | 2.390 ± 0.043Ff   |
| 赖氨酸*  | 4.010 ± 0.056 Bb                     | 3.220 ± 0.026 Dd   | 4.470 ± 0.061 Aa  | 3.890 ± 0.026 Bb   | 4.380 ± 0.046 Aa  | 3.670 ± 0.615 Cc  |
| 组氨酸   | 2.250 ± 0.027 Bb                     | 2.110 ± 0.010 Cc   | 1.750 ± 0.017 Dd  | 2.610 ± 0.036 Aa   | 1.770 ± 0.032 Dd  | 1.310 ± 0.025 Ee  |
| 总氨基酸  | 77.230 ± 0.851 Bbc                   | 87.570 ± 0.182 Aa  | 75.450 ± 0.495 Bc | 78.21 ± 0.656 Bb   | 72.030 ± 0.636 Cd | 75.510 ± 1.325 Bc |
| 必需氨基酸 | 28.030 ± 0.061 CDc                   | 28.790 ± 0.294 BCb | 29.640 ± 0.291ABa | 27.520 ± 0.182 Dc  | 29.740 ± 0.115 Aa | 23.480 ± 0.397 Ed |

说明: \* 人体必需氨基酸; 不同大写字母表示 0.01 水平差异显著, 不同小写字母表示 0.05 水平差异显著。

酸和丙氨酸质量分数为最高。‘迎日红’和‘俊艳红’之间必需氨基酸质量分数差异不显著，均显著高于其他品种。

### 2.3 不同牡丹品种花瓣中矿质元素质量分数

从表 2 可以看出：牡丹花瓣中富含人体必需的钾、钙、镁、钠、铁、锌、铜等矿质元素，大量元素中钾质量分数最高，为  $9.71\sim 11.88\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ，其次为钙、钠、镁，微量元素中铁质量分数最高，为  $0.26\sim 0.68\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ，其次为锌、锰、铜、硒。各品种间矿质元素质量分数差异较大。所测 4 种大量元素及微量元素铁和铜均为‘乌龙捧盛’的质量分数最高；微量元素锰除‘迎日红’相对较低外，其余品种差异不显著；微量元素硒质量分数最高的品种为‘春红娇艳’和‘乌龙捧盛’，均显著高于其他 4 个品种。

表 2 不同牡丹品种花瓣中矿质元素质量分数

Table 2 Mineral elements content among the six cultivars of tree peony

| 品种   | 钾/( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) | 钙/( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) | 镁/( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) | 钠/( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ )   | 铁/( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) |
|------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 春红娇艳 | $10.570 \pm 0.111\text{ Dd}$        | $4.150 \pm 0.062\text{ Bbc}$        | $1.000 \pm 0.021\text{ De}$         | $3.490 \pm 0.087\text{ Dd}$           | $0.520 \pm 0.019\text{ Bc}$         |
| 乌龙捧盛 | $11.880 \pm 0.130\text{ Aa}$        | $4.360 \pm 0.016\text{ Aa}$         | $1.560 \pm 0.031\text{ Aa}$         | $4.290 \pm 0.055\text{ Aa}$           | $0.680 \pm 0.037\text{ Aa}$         |
| 迎日红  | $11.240 \pm 0.215\text{ Bb}$        | $3.950 \pm 0.063\text{ Bd}$         | $1.490 \pm 0.044\text{ Aa}$         | $4.100 \pm 0.113\text{ ABb}$          | $0.260 \pm 0.017\text{ Df}$         |
| 万世生色 | $10.650 \pm 0.141\text{ CDd}$       | $3.520 \pm 0.101\text{ BCe}$        | $1.170 \pm 0.035\text{ Cd}$         | $3.210 \pm 0.047\text{ Ee}$           | $0.380 \pm 0.022\text{ Ce}$         |
| 俊艳红  | $10.990 \pm 0.073\text{ BCc}$       | $4.220 \pm 0.032\text{ Cb}$         | $1.260 \pm 0.031\text{ BCc}$        | $3.780 \pm 0.095\text{ Cc}$           | $0.470 \pm 0.030\text{ Bd}$         |
| 白雪塔  | $9.710 \pm 0.104\text{ Ee}$         | $4.070 \pm 0.028\text{ BCcd}$       | $1.350 \pm 0.061\text{ Bb}$         | $4.010 \pm 0.046\text{ Bb}$           | $0.610 \pm 0.035\text{ Ab}$         |
| 品种   | 锰/( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) | 锌/( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) | 铜/( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) | 硒/( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) |                                     |
| 春红娇艳 | $0.013 \pm 0.002\text{ Aab}$        | $0.105 \pm 0.006\text{ ABb}$        | $0.012 \pm 0.001\text{ Bb}$         | $1.081 \pm 0.017\text{ Aa}$           |                                     |
| 乌龙捧盛 | $0.014 \pm 0.001\text{ Aab}$        | $0.106 \pm 0.004\text{ ABab}$       | $0.018 \pm 0.000\text{ Aa}$         | $1.061 \pm 0.008\text{ Aa}$           |                                     |
| 迎日红  | $0.005 \pm 0.001\text{ Bc}$         | $0.089 \pm 0.003\text{ BCc}$        | $0.008 \pm 0.000\text{ Cc}$         | $1.005 \pm 0.008\text{ Bb}$           |                                     |
| 万世生色 | $0.010 \pm 0.17\text{ ABbc}$        | $0.077 \pm 0.014\text{ Cc}$         | $0.003 \pm 0.001\text{ Dd}$         | $0.760 \pm 0.011\text{ Dd}$           |                                     |
| 俊艳红  | $0.015 \pm 0.003\text{ Aa}$         | $0.118 \pm 0.007\text{ Aa}$         | $0.004 \pm 0.000\text{ Dd}$         | $0.834 \pm 0.010\text{ Cc}$           |                                     |
| 白雪塔  | $0.013 \pm 0.002\text{ Aab}$        | $0.115 \pm 0.006\text{ Aab}$        | $0.002 \pm 0.000\text{ Dd}$         | $0.567 \pm 0.012\text{ Ee}$           |                                     |

说明：不同大写字母表示 0.01 水平差异显著，不同小写字母表示 0.05 水平差异显著。

## 3 小结与讨论

中国营养学会推荐的成年人维生素 C 供应量为  $100\text{ mg}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{人}^{-1}$ 。维生素 C 具有多种生理功能，其含量常作为鉴定蔬菜水果品质一个重要指标<sup>[6]</sup>，常见菊花 *Chrysanthemum morifolium* 品种维生素 C 质量分数为  $0.250\sim 0.858\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ <sup>[7]</sup>，番茄 *Lycopersicon esculentum* 维生素 C 质量分数为  $0.264\sim 0.425\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ <sup>[8]</sup>。本研究发现，牡丹花瓣的维生素 C 质量分数为  $0.43\sim 1.12\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ，均高于番茄，除‘白雪塔’外，其他 5 个品种均高于食用菊花维生素 C 质量分数平均值。黄酮类物质是植物中重要的次生代谢产物<sup>[9]</sup>，具有抗氧化、清除自由基等多种生理功能，对人体健康有重要影响<sup>[10]</sup>。蔬菜中大葱 *Allium fistulosum* 的类黄酮质量分数较高 ( $2.72\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )<sup>[11]</sup>，牡丹品种‘乌龙捧盛’的类黄酮质量分数为  $13.08\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ，约为大葱的 5 倍。食物中蛋白质的营养价值在很大程度上取决于它们为人体合成含氮化合物所提供的必需氨基酸的含量及比例<sup>[12]</sup>。所测牡丹 6 个品种中，总氨基酸质量分数以‘乌龙捧盛’最高，必需氨基酸占总氨基酸比例最大为‘迎日红’ (28.98%)，依次分别为‘俊艳红’‘乌龙捧盛’‘春红娇艳’‘万世生色’和‘白雪塔’。硒参与人体内还原型谷胱甘肽与过氧化物的反应，保护细胞膜免受损害，维持细胞正常功能<sup>[13-14]</sup>。中国营养学会推荐摄入量为  $50\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$ ，植物硒是人类营养硒的主要来源，大多数粮食作物中的硒含量比较低<sup>[12]</sup>。牡丹花瓣富含人体所需的多种矿质元素。其中微量元素硒质量分数较高，最高能达  $1.081\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ，6 个品种硒的质量分数范围为  $0.567\sim 1.081\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ，远高于其他食用花卉及常食蔬菜，如菊花为  $0.049\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ <sup>[7]</sup>，番茄为  $0.064\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ <sup>[8]</sup>，白菜 *Brassica pekinensis* 为  $0.221\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ <sup>[12]</sup>。因此，牡丹花瓣作为食品开发，对满足人体对微量元素硒的需求具有重要意义。所测 6 个品种中，‘乌龙捧盛’的维生素 C、类黄酮、粗蛋白、

4 种大量元素及微量元素铁和铜的质量分数均为最高, 微量元素硒也较高, 因此‘乌龙捧盛’值得进一步开发利用。

#### 参考文献:

- [1] 王莲英. 中国牡丹品种图志[M]. 北京: 中国林业出版社, 1997.
- [2] 戴松成. 国花牡丹档案[M]. 开封: 河南大学出版社, 2009.
- [3] 钟冬莲, 韩素芳, 丁明. 分光光度法测定西红柿中总黄酮含量的方法比较[J]. 食品科学, 2009, **30** (22): 272 – 274.
- ZHONG Donglian, HAN Sufang, DING Ming. Establishment of determination method for total flavonoids from tomato [J]. *Food Sci*, 2009, **30** (22): 272 – 274.
- [4] 张志良. 植物生理学实验指导书[M]. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [5] 苏晴, 罗丽静, 李友勇. 4 个栝楼种入药器官的游离氨基酸测定[J]. 药物生物技术, 2010, **17** (6): 519 – 522.
- SU Qing, LUO Lijing, LI Youyong. Determination of free amino acids in medicinal organs of four trichosanthes [J]. *Pharm Biotechnol*, 2010, **17** (6): 519 – 522.
- [6] 李瑞国, 郑权. 4 种常见蔬菜维生素 C 含量测定[J]. 西南农业学报, 2011, **24** (1): 198 – 201.
- LI Ruiguo, ZHEHG Quan. Determination of vitamin C contents in four kinds of common vegetable [J]. *Southwest China J Agric Sci*, 2011, **24** (1): 198 – 201.
- [7] 王茹华, 张启发, 徐森, 等. 不同食用菊花品种主要营养成分的比较[J]. 中国蔬菜, 2009 (24): 52 – 54.
- WANG Ruhua, ZHANG Qifa, XU Miao, *et al.* Studies on comparison between major nutritional ingredients in different esculent chrysanthemum (*Dendranthema × grandiflorum*) varieties [J]. *China Veg*, 2009 (24): 52 – 54.
- [8] 张小玲. 温州市食用花卉资源的开发利用[D]. 杭州: 浙江大学, 2004.
- ZHANG Xiaoling. *Development and Utilization of Flower-Edible Resources in Wenzhou* [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2004.
- [9] MIEAN K H, MOHAMED S. Flavonoid (myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin, and apigenin) content of edible tropical plants [J]. *Agric Food Chem*, 2001, **49**: 3106 – 3112.
- [10] 张琼, 周广芳, 沈广宁, 等. 冬枣果皮着色过程中类黄酮类物质成分及含量的变化[J]. 园艺学报, 2010, **37** (2): 193 – 198.
- ZHANG Qiong, ZHOU Guangfang, SHEN Guangning, *et al.* The flavonoids in the fruit peel of *Ziziphus jujuba* Mill. ‘Dongzao’ during coloring process [J]. *Acta Hortc Sin*, 2010, **37** (2): 193 – 198.
- [11] 王放, 王显伦. 食品营养保健原理与技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1997.
- [12] 黄凯丰, 时政, 冯健瑛. 富硒蔬菜的研究现状[J]. 长江蔬菜, 2011 (10): 14 – 17.
- HUANG Kaifeng, SHI Zheng, FENG Jianying. Advances in vegetables contenting high selenium [J]. *J Changjiang Veg*, 2011 (10): 14 – 17.
- [13] TAYLOR J B, MARCHELLO M J, FINLEY J W, *et al.* Nutritive value and display-life attributes of selenium-enriched beef-muscle foods [J]. *J Food Comp Anal*, 2008, **21**: 183 – 186.
- [14] FINLEY J W, DAVIS C D. Selenium (Se) from high-selenium broccoli is utilized differently than selenite, selenate and selenome-thionine, but is more effective in inhibiting colon carcinogenesis [J]. *Bio Factor*, 2001, **14**: 191 – 196.