

## ◆ 研究类 ◆

## 广东石豆兰及其易混伪品的营养成分分析与评价\*

肖妮洁<sup>1,2</sup>,柴胜丰<sup>2</sup>,韦霄<sup>2</sup>,邹蓉<sup>2</sup>,刘世勇<sup>3</sup>,杨飞鹏<sup>3</sup>,唐健民<sup>2,4\*\*</sup>

(1. 桂林理工大学旅游与风景园林学院, 广西桂林 541006; 2. 广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所, 广西桂林 541006; 3. 广西雅长兰科植物国家级自然保护区管理中心, 广西百色 533209; 4. 鹿儿岛大学, 大学院联合农学研究科, 日本鹿儿岛 980-0065)

**摘要:**为探究广东石豆兰(*Bulbophyllum kwangtungense*)、密花石豆兰(*B. odoratissimum*)和云南石仙桃(*Pholidota yunnanensis*)的营养成分差异,为植物资源的开发利用提供理论依据,本研究以3种兰科植物的全株为材料,按照国家标准中的检测方法对其主要营养成分、活性物质及矿物质元素进行测定,并通过氨基酸评分(AAS)和化学评分(CS)对其氨基酸营养价值进行评价。结果表明,广东石豆兰中粗蛋白、灰分、总糖、硒、钙的含量与密花石豆兰及云南石仙桃无显著差异( $P>0.05$ ),而维生素E、钾含量显著高于密花石豆兰及云南石仙桃( $P<0.05$ )。广东石豆兰和密花石豆兰中茶多酚、镁含量显著高于云南石仙桃( $P<0.05$ );广东石豆兰和云南石仙桃中氨基酸总量、必需氨基酸总量、鲜味氨基酸、药效氨基酸和总黄酮含量显著高于密花石豆兰,而粗脂肪含量显著低于密花石豆兰( $P<0.05$ )。密花石豆兰和云南石仙桃作为广东石豆兰的易混伪品,在预防高血压和心血管疾病以及抗肿瘤活性、抗宫颈癌、延缓衰老、增强活力等营养保健功效上,密花石豆兰及云南石仙桃都不能完全替代广东石豆兰。

**关键词:**广东石豆兰 密花石豆兰 云南石仙桃 营养成分 氨基酸评价

中图分类号:TS272 文献标识码:A 文章编号:1002-7378(2022)02-0206-07

DOI:10.13657/j.cnki.gxkxyxb.20220622.013

广东石豆兰(*Bulbophyllum kwangtungense*)是兰科石豆兰属的多年生植物<sup>[1]</sup>,具有发达的横走茎,根状茎直径约2 mm,假鳞茎疏生,直立,圆柱形,顶生1叶;叶长圆形,先端稍凹缺;花白或淡黄色。广东石豆兰主要分布在云南、广东、广西、贵州、湖南、湖

北、江西、福建、浙江、香港等地,通常生于海拔约800 m的山坡林下岩石上<sup>[2]</sup>。广东石豆兰在民间有着悠久的药用历史和食用传统,具有清热、滋阴、消肿、抗癌、抗焦虑、抗氧化等功效<sup>[3,4]</sup>,同时也具有较强的抗肿瘤活性及抗宫颈癌作用,还能延缓衰老、增强活力

收稿日期:2022-01-22

\* 广西林业科技推广示范项目(桂林科字[2021]第28号)和广西植物功能物质研究与利用重点实验室项目(ZRJ2020-6)资助。

## 【作者简介】

肖妮洁(1998-),女,在读硕士研究生,主要从事园林植物应用与景观设计研究。

## 【\*\*通信作者】

唐健民(1988-),男,在读博士研究生,副研究员,主要从事保护生物学及濒危植物可持续利用研究,E-mail:690814668@qq.com。

## 【引用本文】

肖妮洁,柴胜丰,韦霄,等. 广东石豆兰及其易混伪品的营养成分分析与评价[J]. 广西科学院学报,2022,38(2):206-212.

XIAO N J, CHAI S F, WEI X, et al. Analysis and Evaluation of the Nutritional Components of *Bulbophyllum kwangtungense* and its Adulterants [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 2022, 38(2): 206-212.

等<sup>[5]</sup>。由于广东气候炎热、瘴气多,民间常把广东石豆兰作为传统的煲汤和煮凉茶的原材料,因此,广东石豆兰市场开发利用十分活跃,其资源也尤显紧缺。据调查发现,民间常将广东石豆兰、密花石豆兰(*Bulbophyllum odoratissimum*)和云南石仙桃(*Pholidota yunnanensis*)混合收购,以满足市场的需求。研究报道,密花石豆兰、云南石仙桃与广东石豆兰的形态特征及营养保健功能十分相似,均具有假鳞茎,不仅在民间可作药用,还具有强抗氧化、降血糖、降压、活血舒筋、消炎抑菌、保护心血管系统等保健功能,均被民间作为营养产品的原材料食用<sup>[6-8]</sup>,同时,二者相比广东石豆兰价格更加低廉。

目前,关于广东石豆兰的研究仅局限于资源分布<sup>[9]</sup>、化学成分<sup>[10]</sup>、药理活性<sup>[11]</sup>等方面,缺少对其营养成分测定及评价等方面的研究。为更深入地了解广东石豆兰、密花石豆兰及云南石仙桃3种兰科植物的营养成分差异,探究密花石豆兰、云南石仙桃能否真正替代广东石豆兰,本研究以广东石豆兰、密花石豆兰及云南石仙桃3种兰科植物的全株为试验材料,测定其主要营养成分、活性物质、矿物质元素及其氨基酸含量,并对三者的营养价值进行评价,以期对3种植物资源的合理开发利用提供基础资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

广东石豆兰、密花石豆兰及云南石仙桃均为完整植株,由野外采集,引种于广西植物研究所兰科植物种质资源圃内。

TU-1901 双光束扫描紫外可见分光光度计(美国热电公司);K1160+K1124 全自动凯氏定氮仪(济南海能仪器股份有限公司);ME303/02 电子天平[梅特勒-托利多国际贸易(上海)有限公司];C21GII 高速冷冻离心机(株式会社日立制作所);日立 L-8900 氨基酸分析仪(株式会社日立制作所);X7Series 等离子体质谱仪(美国热电公司);2695 高效液相色谱系统[沃特世科技(上海)有限公司];TU-1810 紫外可见分光光度计(北京谱析通用仪器有限责任公司)。

### 1.2 原料预处理

广东石豆兰、密花石豆兰和云南石仙桃均于2021年7月中旬采集。在园内选取3种兰科植物全株,每种约100g,3次重复,洗净后放置微波炉杀青,中高火处理6min,于烘箱内60℃烘干至恒重,粉碎、过筛后备用。

### 1.3 检测方法

灰分含量采用重量法测定(GB/T 8310-2013, GB 5009.4-2016),粗蛋白含量采用凯氏定氮法<sup>[12]</sup>测定(GB 5009.5-2016),总糖含量采用硫酸苯酚法<sup>[13]</sup>测定,粗脂肪含量采用索氏抽提法<sup>[14]</sup>测定(GB/T 5009.6-2016),总黄酮含量参照参考文献<sup>[15]</sup>规定的方法测定,茶多酚采用分光光度法(GB/T 8313-2018, NY 318-1997)测定,维生素E及维生素C采用高效液相色谱法(HPLC)测定。采用电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)对硒(Se)、钾(K)、钠(Na)、钙(Ca)、镁(Mg)、铜(Cu)、铁(Fe)、锌(Zn)、铝(Al)含量进行测定(GB 5009.268-2016),氨基酸含量采用日立 L-8900 型全自动氨基酸分析仪进行测定(GB/T 5009.124-2016)。

### 1.4 氨基酸营养价值评价

参照1973年联合国粮农组织(FAO)和世界卫生组织(WHO)建议的每克氮氨基酸评分(AAS)标准模式<sup>[16]</sup>以及全鸡蛋蛋白质的化学评分(CS)<sup>[17]</sup>模式,对AAS、CS和必需氨基酸指数(EAAI)进行计算,并根据Brett法<sup>[18]</sup>对氨基酸的支/芳值(F值)进行计算,具体公式如下:

$$AAS = aa / AA_{FAO/WHO} \times 100\%, \quad (1)$$

$$CS = aa / AA_{Egg} \times 100\%, \quad (2)$$

$$EAAI = \prod_{i=1}^n \frac{aa_i}{AA_i} \times 100\%, \quad (3)$$

$$F = \frac{\text{缬氨酸 Val} + \text{亮氨酸 Leu} + \text{异亮氨酸 Ile}}{\text{苯丙氨酸 Phe} + \text{酪氨酸 Tyr}}, \quad (4)$$

式中,aa为3种兰科植物试验样品中每克氮的某种氨基酸含量(mg/g N); $AA_{FAO/WHO}$ 为FAO/WHO评分标准中同种氨基酸含量(mg/g N); $AA_{Egg}$ 为全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量(mg/g N); $n$ 为比较的氨基酸个数; $aa_i$ 为每种植物蛋白质中每克氮的某种必需氨基酸的含量(mg/g N); $AA_i$ 为鸡蛋蛋白质中同种必需氨基酸的含量(mg/g N)。

### 1.5 数据处理

采用SPSS 26.0 统计分析软件对试验数据进行单因素方差分析,数据用平均值±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,并设以 $P < 0.05$ 作为差异显著性判断标准。

## 2 结果与分析

### 2.1 主要营养成分和活性物质的组成及含量

广东石豆兰、密花石豆兰及云南石仙桃3种兰科

植物中主要营养成分和活性物质的含量如表 1 所示。广东石豆兰中粗蛋白、灰分、总糖含量与密花石豆兰及云南石仙桃无显著差异( $P>0.05$ )。3 种植物维生素 E 的含量为广东石豆兰>密花石豆兰>云南石仙桃,而维生素 C 含量则为广东石豆兰<密花石豆兰<云南石仙桃。广东石豆兰与密花石豆兰中茶多酚含量显著高于云南石仙桃( $P<0.05$ )。广东石豆兰与云南石仙桃中总黄酮含量显著高于密花石豆兰,而粗脂肪含量显著低于密花石豆兰( $P<0.05$ )。

## 2.2 矿物质元素含量

广东石豆兰、密花石豆兰及云南石仙桃 3 种兰科植物中主要矿物质元素的含量如表 2 所示。大部分

矿物质元素(K、Na、Mg、Cu、Fe、Zn、Al)的含量在 3 种兰科植物中存在显著差异( $P<0.05$ ),仅有常量元素 Ca 和微量元素 Se 无显著差异( $P>0.05$ )。广东石豆兰中 K 和 Na 含量显著高于密花石豆兰及云南石仙桃,广东石豆兰与密花石豆兰中 Mg 含量显著高于云南石仙桃( $P<0.05$ )。在 3 种兰科植物中,常量元素含量均表现为  $Ca>K>Mg>Na$ ,无论是广东石豆兰、密花石豆兰还是云南石仙桃, K 含量均远远高于 Na 含量,具有明显的高钾低钠的特征。而广东石豆兰中微量元素 Cu 含量显著低于密花石豆兰及云南石仙桃( $P<0.05$ );Fe 和 Al 含量在 3 种兰科植物中表现为密花石豆兰>广东石豆兰>云南石仙桃。

表 1 广东石豆兰及其易混伪品主要营养成分和活性物质成分含量(g/100 g)

Table 1 Contents of main nutrients and active substances in *B. kwangtungense* and its adulterants (g/100 g)

兰科植物 Orchids	粗蛋白 Crude protein	粗脂肪 Crude fat	总糖 Total sugar	灰分 Ash	维生素 E Vitamin E	维生素 C Vitamin C	茶多酚 Tea polyphenols	总黄酮 Total flavonoids
<i>B. kwangtungense</i>	0.853 ± 0.064 <sup>a</sup>	0.800 ± 0.048 <sup>b</sup>	0.700 ± 0.046 <sup>a</sup>	1.300 ± 0.118 <sup>a</sup>	0.004 71 ± 0.000 34 <sup>a</sup>	0.005 84 ± 0.000 40 <sup>c</sup>	0.473 ± 0.033 <sup>a</sup>	0.122 ± 0.009 <sup>a</sup>
<i>B. odoratissimum</i>	0.980 ± 0.080 <sup>a</sup>	0.999 ± 0.082 <sup>a</sup>	0.684 ± 0.050 <sup>a</sup>	1.334 ± 0.110 <sup>a</sup>	0.002 82 ± 0.000 13 <sup>b</sup>	0.008 27 ± 0.000 50 <sup>b</sup>	0.493 ± 0.030 <sup>a</sup>	0.023 ± 0.002 <sup>b</sup>
<i>P. yunnanensis</i>	0.946 ± 0.083 <sup>a</sup>	0.703 ± 0.058 <sup>b</sup>	0.613 ± 0.040 <sup>a</sup>	1.407 ± 0.085 <sup>a</sup>	0.001 48 ± 0.000 09 <sup>c</sup>	0.009 59 ± 0.000 63 <sup>a</sup>	0.394 ± 0.030 <sup>b</sup>	0.131 ± 0.009 <sup>a</sup>

Note: Different letters in the same line indicate significant differences ( $P<0.05$ )

表 2 广东石豆兰及其易混伪品矿物质元素含量(mg/kg)

Table 2 Contents of mineral elements in *B. kwangtungense* and its adulterants (mg/kg)

兰科植物 Orchids	常量元素 Macroelements				微量元素 Microelements				
	钙 Ca	钾 K	镁 Mg	钠 Na	铝 Al	铁 Fe	锌 Zn	铜 Cu	硒 Se
<i>B. kwangtungense</i>	2 909.6 ± 189.15 <sup>a</sup>	2 029.8 ± 172.19 <sup>a</sup>	679.2 ± 51.20 <sup>a</sup>	412.3 ± 29.16 <sup>a</sup>	214.4 ± 11.78 <sup>b</sup>	95.6 ± 8.00 <sup>b</sup>	11.30 ± 0.79 <sup>a</sup>	0.79 ± 0.07 <sup>b</sup>	0.023 ± 0.007 <sup>a</sup>
<i>B. odoratissimum</i>	2 730.8 ± 232.19 <sup>a</sup>	1 110.0 ± 83.25 <sup>b</sup>	709.5 ± 46.15 <sup>a</sup>	21.2 ± 1.79 <sup>b</sup>	405.9 ± 27.73 <sup>a</sup>	222.3 ± 16.94 <sup>a</sup>	8.55 ± 0.63 <sup>b</sup>	0.96 ± 0.07 <sup>a</sup>	0.025 ± 0.002 <sup>a</sup>
<i>P. yunnanensis</i>	2 869.0 ± 219.56 <sup>a</sup>	1 390.0 ± 95.91 <sup>b</sup>	399.0 ± 32.34 <sup>b</sup>	46.0 ± 3.01 <sup>b</sup>	135.0 ± 7.97 <sup>c</sup>	45.3 ± 3.76 <sup>c</sup>	5.58 ± 0.48 <sup>c</sup>	1.03 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.018 ± 0.001 <sup>a</sup>

Note: Different letters in the same line indicate significant differences ( $P<0.05$ )

## 2.3 氨基酸组成及其含量

由表 3 可知,广东石豆兰、密花石豆兰及云南石仙桃中均含有 16 种氨基酸,包括 7 种必需氨基酸、2 种半必需氨基酸以及 7 种非必需氨基酸。广东石豆兰与云南石仙桃中苏氨酸(Thr)、脯氨酸(Pro)、甘氨酸(Gly)等含量均显著高于密花石豆兰( $P<0.05$ )。3 种植物中部分氨基酸(门冬氨酸 Asp、丝氨酸 Ser、谷氨酸 Glu 等)含量为云南石仙桃>广东石豆兰>密花石豆兰。3 种兰科植物氨基酸组成比例存在显著差异,广东石豆兰以谷氨酸含量最高,其次为亮氨酸(Leu)、门冬氨酸、丙氨酸(Ala)等,蛋氨酸含量最

低;密花石豆兰以亮氨酸含量最高,其次为门冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸等,蛋氨酸含量最低;云南石仙桃谷氨酸含量最高,其次为门冬氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸(Phe)等,蛋氨酸(Met)含量最低。

从氨基酸总量( $\Sigma$ TAA)和必需氨基酸总量( $\Sigma$ EAA)来看,广东石豆兰及云南石仙桃显著高于密花石豆兰( $P<0.05$ ),且非必需氨基酸总量( $\Sigma$ NEAA)显著低于密花石豆兰( $P<0.05$ )。密花石豆兰中鲜味氨基酸总量( $\Sigma$ DAA)及药效氨基酸总量(D)显著低于广东石豆兰及云南石仙桃( $P<0.05$ )。广东石豆兰的支/芳值(F)显著高于密花石豆兰和云

表3 广东石豆兰及其易混伪品的氨基酸组成 (mg/100 g)

Table 3 Amino acid composition of *B. kwangtungense* and its adulterants (mg/100 g)

氨基酸 Amino acid	广东石豆兰 <i>B. kwangtungense</i>	密花石豆兰 <i>B. odoratissimum</i>	云南石仙桃 <i>P. yunnanensis</i>
Asp <sup>☆★</sup>	58.10 ± 4.416 <sup>b</sup>	45.85 ± 3.328 <sup>c</sup>	71.53 ± 5.907 <sup>a</sup>
Thr <sup>△</sup>	33.39 ± 2.789 <sup>a</sup>	20.71 ± 1.511 <sup>b</sup>	37.40 ± 2.581 <sup>a</sup>
Ser	24.53 ± 2.338 <sup>b</sup>	18.27 ± 1.217 <sup>c</sup>	31.22 ± 2.278 <sup>a</sup>
Glu <sup>☆★</sup>	64.46 ± 5.483 <sup>b</sup>	45.79 ± 3.321 <sup>c</sup>	76.79 ± 5.469 <sup>a</sup>
Pro	30.24 ± 1.843 <sup>a</sup>	16.82 ± 1.134 <sup>b</sup>	29.32 ± 2.201 <sup>a</sup>
Gly <sup>☆★</sup>	41.92 ± 3.529 <sup>a</sup>	35.90 ± 2.908 <sup>b</sup>	42.63 ± 2.684 <sup>a</sup>
Ala <sup>☆</sup>	42.00 ± 2.898 <sup>a</sup>	29.61 ± 2.205 <sup>b</sup>	45.80 ± 3.114 <sup>a</sup>
Val <sup>△</sup>	39.81 ± 3.005 <sup>b</sup>	32.44 ± 1.918 <sup>c</sup>	46.45 ± 2.808 <sup>a</sup>
Met <sup>△★</sup>	2.86 ± 0.218 <sup>a</sup>	2.25 ± 0.193 <sup>b</sup>	1.46 ± 0.091 <sup>c</sup>
Ile <sup>△★</sup>	33.39 ± 2.722 <sup>a</sup>	26.49 ± 1.736 <sup>b</sup>	33.93 ± 2.797 <sup>a</sup>
Leu <sup>△★</sup>	59.86 ± 5.032 <sup>a</sup>	49.89 ± 4.025 <sup>b</sup>	68.02 ± 5.342 <sup>a</sup>
Tyr	16.31 ± 1.492 <sup>b</sup>	15.93 ± 1.217 <sup>b</sup>	21.11 ± 1.596 <sup>a</sup>
Phe <sup>△★</sup>	39.03 ± 3.042 <sup>b</sup>	34.29 ± 2.178 <sup>b</sup>	47.78 ± 3.227 <sup>a</sup>
Lys <sup>△★</sup>	39.69 ± 3.196 <sup>a</sup>	30.39 ± 2.174 <sup>b</sup>	44.01 ± 2.970 <sup>a</sup>
His <sup>▲</sup>	20.91 ± 1.537 <sup>b</sup>	16.41 ± 1.238 <sup>c</sup>	24.90 ± 1.797 <sup>a</sup>
Arg <sup>▲★</sup>	35.49 ± 2.302 <sup>b</sup>	27.30 ± 2.215 <sup>c</sup>	44.41 ± 3.184 <sup>a</sup>
ΣTAA	581.98 ± 45.835 <sup>a</sup>	448.32 ± 32.515 <sup>b</sup>	666.76 ± 48.040 <sup>a</sup>
ΣEAA	248.03 ± 20.003 <sup>a</sup>	196.45 ± 13.733 <sup>b</sup>	279.06 ± 19.813 <sup>a</sup>
ΣHEAA	56.40 ± 3.838 <sup>b</sup>	43.70 ± 3.454 <sup>c</sup>	69.31 ± 4.980 <sup>a</sup>
ΣNEAA	277.57 ± 23.840 <sup>b</sup>	341.84 ± 17.187 <sup>a</sup>	233.63 ± 24.793 <sup>b</sup>
ΣDAA	206.47 ± 16.324 <sup>a</sup>	157.15 ± 11.761 <sup>b</sup>	236.75 ± 17.173 <sup>a</sup>
Total durg-effective amino acids (D)	374.79 ± 29.936 <sup>a</sup>	298.14 ± 22.076 <sup>b</sup>	430.57 ± 31.668 <sup>a</sup>
ΣDAA/ΣTAA	0.355 ± 0.000 2 <sup>a</sup>	0.351 ± 0.000 8 <sup>b</sup>	0.355 ± 0.000 2 <sup>a</sup>
ΣEAA/ΣTAA	0.426 ± 0.000 8 <sup>b</sup>	0.438 ± 0.001 2 <sup>a</sup>	0.419 ± 0.000 5 <sup>c</sup>
ΣEAA/ΣNEAA	0.902 ± 0.150 1 <sup>a</sup>	0.577 ± 0.069 2 <sup>b</sup>	1.210 ± 0.214 5 <sup>a</sup>
D/ΣTAA	0.644 ± 0.000 7 <sup>b</sup>	0.665 ± 0.001 0 <sup>a</sup>	0.646 ± 0.001 0 <sup>b</sup>
Branch/aromatic value (F)	2.405 ± 0.003 0 <sup>a</sup>	2.167 ± 0.006 9 <sup>b</sup>	2.154 ± 0.008 2 <sup>b</sup>

Note: <sup>△</sup> indicates essential amino acids; <sup>▲</sup> indicates semi-essential amino acids; <sup>☆</sup> indicates delicious amino acids; <sup>★</sup> indicates durg-effective amino acids. Different letters in the same line indicate significant differences ( $P < 0.05$ )

南石仙桃 ( $P < 0.05$ )。ΣEAA/ΣTAA、ΣDAA/ΣTAA、ΣEAA/ΣNEAA 三者的比值在广东石豆兰、密花石豆兰及云南石仙桃 3 种兰科植物之间也存在显著差异 ( $P < 0.05$ )。

#### 2.4 氨基酸营养价值评价

广东石豆兰、密花石豆兰及云南石仙桃中必需氨基酸营养价值评价如表 4 所示。将 3 种兰科植物中每克氮含氨基酸毫克数与 FAO/WHO、鸡蛋蛋白的氨基酸模式比较发现, 3 种兰科植物中必需氨基酸含量均低于 FAO/WHO 和鸡蛋蛋白模式, 除蛋氨酸 +

胱氨酸 (Met + Cys) 外, 其余氨基酸 AAS 和 CS 均接近或大于 0.1。

由 AAS 模式可知, 3 种兰科植物均以酪氨酸 + 苯丙氨酸 (Tyr + Phe) 最高, 以蛋氨酸 + 胱氨酸 (Met + Cys) 最低, 为第一限制性氨基酸; 广东石豆兰和云南石仙桃中第二限制性氨基酸均为赖氨酸 (Lys); 密花石豆兰中第二限制性氨基酸为苏氨酸 (Thr)。由 CS 模式可知, 广东石豆兰和云南石仙桃中以苏氨酸 (Thr) 最高, 密花石豆兰中以亮氨酸 (Leu) 最高, 但 3 种兰科植物均以蛋氨酸 + 胱氨酸

表 4 广东石豆兰及其易混伪品必需氨基酸评价

Table 4 Evaluation of essential amino acids of *B. kwangtungense* and its adulterants

必需氨基酸 Essential amino acids	AAS			CS			FAO/ WHO 模式 (mg/g N) FAO/ WHO mode (mg/g N)	鸡蛋模式 (mg/g N) Egg mode (mg/g N)
	广东石豆兰 <i>B. kwangtungense</i>	密花石豆兰 <i>B. odoratissimum</i>	云南石仙桃 <i>P. yunnanensis</i>	广东石豆兰 <i>B. kwangtungense</i>	密花石豆兰 <i>B. odoratissimum</i>	云南石仙桃 <i>P. yunnanensis</i>		
Thr	0.134	0.083	0.150	0.114	0.071	0.128	250	292
Val	0.128	0.105	0.149	0.097	0.079	0.113	310	411
Ile	0.134	0.106	0.136	0.101	0.080	0.103	250	331
Leu	0.136	0.113	0.155	0.112	0.093	0.128	440	534
Tyr + Phe	0.146	0.132	0.181	0.098	0.089	0.122	380	565
Met + Cys	0.013	0.010	0.007	0.007	0.006	0.004	220	386
Lys	0.117	0.089	0.129	0.090	0.069	0.100	340	441
Total	0.807	0.639	0.907	0.620	0.487	0.697		
EAAI	0.094 8	0.074 4	0.095 6	0.069 9	0.054 9	0.070 6		

(Met + Cys)为第一限制性氨基酸,第二限制性氨基酸均为赖氨酸(Lys)。EAAI是评价食物蛋白质营养价值的指标之一,其值排序为云南石仙桃>广东石豆兰>密花石豆兰。

根据FAO/WHO推荐模式,必需氨基酸占总氨基酸含量的40%,必需氨基酸与非必需氨基酸比值在60%以上为优质蛋白<sup>[19]</sup>,虽然本试验中广东石豆兰、密花石豆兰及云南石仙桃氨基酸含量不足以达到FAO/WHO和鸡蛋蛋白的氨基酸模式标准,但是氨基酸比值均接近该指标。

### 3 讨论

广东石豆兰、密花石豆兰及云南石仙桃都具有润肺化痰、治肺结核等作用<sup>[6,8]</sup>,民间常用广东石豆兰的假鳞茎炖精肉食用,具有健脾、润肺、治风湿等保健功效,也常以广东石豆兰作茶饮,使皮肤有光泽、红润、富有生机,能达到延缓衰老、增强活力的美容效果,可能与植物体内所含的营养成分有关。

据资料显示,灰分是植物体矿物质元素氧化物的总和,各种矿物质以氧化物、硫酸盐、磷酸盐、硅酸盐等形式存在于灰分中,构成灰分元素<sup>[20]</sup>。本研究表明,在粗蛋白、灰分、总糖3种活性成分中,广东石豆兰与密花石豆兰及云南石仙桃并不存在显著性差异。3种兰科植物中的主要营养成分以灰分含量最多,其次是粗蛋白,广东石豆兰、密花石豆兰及云南石仙桃中粗蛋白的含量分别为0.853 g/100 g、0.980 g/100 g、0.946 g/100 g。由此可知,密花石豆兰中粗蛋白

含量多于其他两种植物,但差异不显著。黄酮类化合物是植物次生代谢产物,具有强抗氧化、降血糖、消炎抑菌、保护心血管系统等多种生理活性<sup>[21]</sup>。广东石豆兰与云南石仙桃中粗脂肪含量显著低于密花石豆兰,而总黄酮含量显著高于密花石豆兰。据试验结果,广东石豆兰与云南石仙桃富含蛋白质、总黄酮等营养成分,是营养价值较高的兰科植物。与其他兰科植物相比,如梵净山石斛<sup>[22]</sup>,广东石豆兰中总黄酮含量(0.122 g/100 g)远高于梵净山石斛总黄酮含量(0.07 g/100 g),说明广东石豆兰在抗氧化、降血糖等功效上强于梵净山石斛。维生素C含量在3种兰科植物中存在显著性差异,依次为云南石仙桃>密花石豆兰>广东石豆兰。由于维生素C具有良好的抗氧化性,能够改善脂类代谢,因此云南石仙桃在维生素C含量上更能满足抗氧化的需求。广东石豆兰与密花石豆兰中茶多酚含量显著高于云南石仙桃,说明二者在抗氧化、调节血脂、抗病毒、抗菌等方面强于云南石仙桃。综上可知,密花石豆兰和云南石仙桃作为广东石豆兰的易混伪品,在高蛋白、高黄酮、高维生素C、少脂肪的需求上,云南石仙桃比密花石豆兰更能代替广东石豆兰。

矿物质元素在人体内不能合成,而是随着人体的新陈代谢排出体外,因此必须通过膳食予以补充。矿物质为水溶性,在冲泡过程中会逐渐溶出<sup>[23]</sup>。本试验中,矿物质元素按照在机体内含量的多少分为常量元素和微量元素。由试验结果得知,广东石豆兰、密花石豆兰及云南石仙桃中富含钾、钙和镁等常量元

素。其中,钙元素含量最高,钙与镁、钾、钠等离子保持一定比例,可能与3种兰科植物都具有抗衰老、治疗骨质疏松、预防心脏病等功效有关<sup>[24]</sup>;其次,钾元素含量排第二,钾元素具有减压和保护血管等作用<sup>[25]</sup>,广东石豆兰中钾含量显著高于密花石豆兰和云南石仙桃,说明密花石豆兰和云南石仙桃作为广东石豆兰的易混伪品,不能在高钾上完全替代广东石豆兰。Fe元素是人体内含量最丰富的过渡金属元素,是所有生物体内能量转换反应中不可缺少的物质<sup>[26,27]</sup>。密花石豆兰中铁元素含量显著高于广东石豆兰及云南石仙桃,因此,密花石豆兰更能满足人体对Fe元素的需求。硒元素具有抗衰老、防癌抑癌、促进免疫等保健功效,也是当今的热点研究话题,大多数人体内会存在缺硒的情况,所以富硒产品很受大众欢迎。杨天友等<sup>[22]</sup>的研究发现,梵净山石斛中硒元素含量为0.007 0 mg/kg,在贵州深受喜爱。广东石豆兰中硒元素含量高达0.023 mg/kg,约为梵净山石斛的3倍,可见广东石豆兰中硒元素较为丰富,具有较高的营养价值。

食品蛋白质的营养价值在很大程度上取决于它们为体内合成含氮化合物所提供的必需氨基酸含量和比例。从EAAI值来看,云南石仙桃蛋白质品质最优。广东石豆兰与云南石仙桃中多项氨基酸(苏氨酸、脯氨酸、甘氨酸、丙氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸)含量均显著高于密花石豆兰。3种兰科植物的必需氨基酸含量均低于FAO/WHO和鸡蛋蛋白模式,除蛋氨酸+胱氨酸外,其AAS和CS均接近或大于0.1。根据FAO/WHO的理想指标,3种植物的必需氨基酸含量均占总氨基酸含量的40%以上,必需氨基酸与非必需氨基酸比值也在60%以上,说明3种兰科植物均接近FAO/WHO的理想指标。但广东石豆兰与其他两种易混伪品相比,其蛋白质品质仍比较低,还需要与其他食物混合膳食互补作为补充蛋白质的原料,让其营养价值达到最大化。

#### 4 结论

通过对广东石豆兰、密花石豆兰及云南石仙桃中的各项营养成分对比分析可知,3种兰科植物均具有较高的营养价值,密花石豆兰和云南石仙桃作为广东石豆兰的易混伪品,其中云南石仙桃中营养成分和矿物质元素的含量与广东石豆兰更为接近,但在预防高血压和心血管疾病以及在抗肿瘤活性、抗宫颈癌、延缓衰老等保健功效上,密花石豆兰及云南石仙桃都不

能完全替代广东石豆兰。广东石豆兰无论在药用、食用还是观赏价值上都有较高的开发价值,但由于现阶段广东石豆兰资源相对紧缺,而市场开发又十分活跃,因此应采取保护性开发措施,做到合理利用,为植物资源的开发利用提供科学依据。

#### 参考文献

- [1] 陈心启,吉占和. 中国兰花全书[M]. 北京:中国林业出版社,1998.
- [2] 全国中草药汇编编写组. 全国中草药汇编[M]. 北京:人民卫生出版社,1978.
- [3] 吴斌,吴德康,陈坚波. 广东石豆兰不同提取部位体外抗肿瘤实验研究[J]. 南京中医药大学学报,2004,20(2):114-115.
- [4] 赵会然,顾玲丽,赵春婷,等. 石豆兰属植物化学成分及药理活性研究进展[J]. 中国新药杂志,2015,24(22):2579-2583,2605.
- [5] 朱金喜,刘向阳,刘仁林. 广东石豆兰的民间药用价值[J]. 江西林业科技,2007(2):64.
- [6] 吴征镒. 新华本草纲要[M]. 3册. 上海:上海科学技术出版社,1990.
- [7] 郭晓宇,王乃利,姚新生. 云南石仙桃的化学成分[J]. 沈阳药科大学学报,2006,23(4):205-208.
- [8] 江苏新医学院. 中药大辞典:上册[M]. 上海:上海科学技术出版社,1997:1134-1135.
- [9] 易绮斐,邢福武,黄向旭,等. 我国石豆兰属药用植物资源及其保护[J]. 热带亚热带植物学报,2005,13(1):65-69.
- [10] 白淑芳,刘岱琳,陈虹. 广东石豆兰的化学成分研究[J]. 天津药学,2008,20(5):4-7.
- [11] 苗永美,钱立生,汪雁,等. 响应面法优化广东石豆兰总黄酮提取工艺及提取物抗氧化性[J]. 基因组学与应用生物学,2020,39(7):3180-3189.
- [12] 杨文华. 不同测定因素对凯氏定氮法粗蛋白测定的影响[J]. 中国畜牧兽医文摘,2017,33(9):66-67.
- [13] 朱成文,白同春,刘德启,等. 硫酸苯酚法与焦糖化分光光度法相结合测定藻类水溶液中总糖浓度[J]. 苏州大学学报(自然科学版),2005,21(2):63-67.
- [14] 赵会芳,张习金,张永康,等. 索氏抽提法测定花生脂肪含量的方法改进[J]. 江苏农业科学,2017,45(10):154-156,163.
- [15] 王立业,牛江秀,王真真,等. 景天三七根、茎、花、叶中总黄酮含量测定[J]. 湖北农业科学,2021,60(23):131-135.
- [16] FAO/WHO. Energy and protein requirements [M]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations,1973:63.
- [17] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所. 食物成分表(全国代表值)[M]. 北京:人民卫生出版社,1991:30-82.
- [18] 覃芳,史艳财,邹蓉,等. 喙核桃与核桃营养成分的比较分析[J]. 食品科技,2020,45(7):93-97.

- [19] 朱成豪,唐辉,柴胜丰,等. 嫁接与实生金花茶的叶片和花朵营养成分分析与评价[J]. 食品工业科技, 2019, 40(20):329-333,347.
- [20] 季丽萍,郭丽珠,刘新,等. 瑞香狼毒营养成分分析与评价[J]. 草业学报, 2016, 25(1):262-267.
- [21] 祁建宏,董芳旭. 黄酮类化合物药理作用研究进展[J]. 北京联合大学学报, 2020, 34(3):89-92.
- [22] 杨天友,杨文明,杨业勤,等. 梵净山石斛营养成分分析与评价[J]. 食品工业, 2020, 41(7):344-348.
- [23] 任广涛. ICP-MS测定茶叶水中矿物质元素含量并研究其浸出特点[J]. 吉林蔬菜, 2015(10):29-31.
- [24] 韩春雨,李雅静. 微量元素与人体健康[J]. 广东化工, 2013, 40(15):88.
- [25] 任永丽,董海峰,利毛才让. 中藏药中多种微量元素含量测定和形态分析研究进展[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(8):2301-2302,2304.
- [26] 杨天林. 四种宏量金属元素的生物化学功能及其与人体健康状况的关系[J]. 化学世界, 2000, 41(7):390-391.
- [27] 康艳萍. 黄芪、山药、黄精、银杏叶、五味子中微量元素测定研究[J]. 广州化工, 2020, 48(15):127-128.

## Analysis and Evaluation of the Nutritional Components of *Bulbophyllum kwangtungense* and its Adulterants

XIAO Nijie<sup>1,2</sup>, CHAI Shengfeng<sup>2</sup>, WEI Xiao<sup>2</sup>, ZOU Rong<sup>2</sup>, LIU Shiyong<sup>3</sup>, YANG Feipeng<sup>3</sup>, TANG Jianmin<sup>2,4</sup>

(1. College of Tourism and Landscape Architecture, Guilin University of Technology, Guilin, Guangxi, 541006, China; 2. Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin, Guangxi, 541006, China; 3. Guangxi Yachang Orchid National Nature Reserve Management Center, Baise, Guangxi, 533209, China; 4. The United Graduate School of Agricultural Sciences Kagoshima University, Kagoshima, 〒890-0065, Japan)

**Abstract:** In order to provide a theoretical basis for the development and utilization of plant resources, the differences of nutrients in *Bulbophyllum kwangtungense*, *B. odoratissimum* and *Pholidota yunnanensis* were studied. The contents of main active substances, mineral elements and amino acids in the whole plants of three orchids were determined and analyzed according to the national standard for the determination of nutrient components. The nutritional value of amino acids was evaluated by amino acid score (AAS) and chemical score (CS). The results showed that the contents of crude protein, ash, total sugar, selenium and calcium in *B. kwangtungense* were not significantly different from those in *B. odoratissimum* and *P. yunnanensis* ( $P > 0.05$ ), while the contents of vitamin E and potassium were significantly higher than those in *B. odoratissimum* and *P. yunnanensis* ( $P < 0.05$ ). Tea polyphenols and Mg in *B. kwangtungense* and *B. odoratissimum* were significantly higher than those in *P. yunnanensis* ( $P < 0.05$ ). The contents of total amino acids, total essential amino acids, umami amino acids, medicinal amino acids, total flavonoids in *B. kwangtungense* and *P. yunnanensis* were significantly higher than those in *B. odoratissimum* ( $P < 0.05$ ), while the contents of crude fat were significantly lower than those in *B. odoratissimum*. Both *B. odoratissimum* and *P. yunnanensis* are easily adulterated products of *B. kwangtungense*. However, neither *B. odoratissimum* nor *P. yunnanensis* can completely replace *B. kwangtungense* in the prevention of hypertension and cardiovascular, anti-tumor activity, anti-cervical cancer, anti-aging, enhance vitality and other nutritional value and healthcare effects.

**Key words:** *Bulbophyllum kwangtungense*; *Bulbophyllum odoratissimum*; *Pholidota yunnanensis*; nutritional composition; amino acid evaluation