

## ◆植物科学◆

洋紫荆花营养成分及其急性毒性分析<sup>\*</sup>王亚凤<sup>1</sup>, 梁 蒙<sup>1</sup>, 谢桃结<sup>2</sup>, 阳丙媛<sup>1</sup>, 彭 京<sup>1</sup>, 何瑞杰<sup>1</sup>, 朱鸿杰<sup>2</sup>, 黄永林<sup>1\*\*</sup>

(1. 广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所, 广西植物功能物质与资源持续利用重点实验室, 广西桂林 541006; 2. 柳州市园林科学研究所, 广西柳州 545005)

**摘要:**为评价洋紫荆(*Bauhinia variegata*)花的营养价值和急性毒性作用,本研究按照食品安全国家标准法对3种花色洋紫荆花的营养成分进行检测分析,并采用改良寇氏法测定洋紫荆花乙醇浸膏对小鼠的急性毒性作用,以期为洋紫荆花资源的开发利用提供理论依据。结果表明:在所测定的17种氨基酸中,3种花色洋紫荆花的氨基酸种类一致,同种氨基酸在3种花色洋紫荆花中含量差别不大;粉花洋紫荆中Fe的含量极显著低于红花和白花洋紫荆,Mn的含量显著高于红花和白花洋紫荆;粉花洋紫荆中维生素C的含量极显著高于红花和白花洋紫荆。急性毒性试验结果显示:红花洋紫荆乙醇浸膏的半数致死量(Lethal Dose 50%, LD<sub>50</sub>)为30.34 g/kg,95%平均可信限为27.97-32.91 g/kg;粉花洋紫荆乙醇浸膏的LD<sub>50</sub>值为33.79 g/kg,95%平均可信限为30.43-37.53 g/kg;白花洋紫荆乙醇浸膏的LD<sub>50</sub>值为30.24 g/kg,95%平均可信限为27.11-33.73 g/kg。根据WHO外源化合物经口急性毒性分级标准,3种花色洋紫荆花乙醇浸膏灌胃小鼠一次经口LD<sub>50</sub>值均大于15 g/kg,毒性分级为无毒,为洋紫荆花可食用性的开发利用提供科学依据。

**关键词:**洋紫荆 营养成分 氨基酸 急性毒性 可食用性

中图分类号:O629 文献标识码:A 文章编号:1002-7378(2022)01-0069-07

DOI:10.13657/j.cnki.gxkxyxb.20220421.006

洋紫荆(*Bauhinia variegata*)为豆科(Leguminosae)羊蹄甲属(*Bauhinia*)植物,广泛分布于我国南部省份,适应性强,生长迅速<sup>[1]</sup>。洋紫荆在多个城市主要作为园林景观观花树种,在早春时节,花先

于叶开放,满树繁花,清新淡雅,呈现出美丽壮观的景象<sup>[2]</sup>。《中华本草》中记载洋紫荆为广西、云南等地的民间药用植物,主要变种白花洋紫荆又名老白花,可食用,云南普洱当地人常采食老白花,其具有清热解

收稿日期:2022-02-14

<sup>\*</sup> 柳州市科技攻关项目(2019B0801b006),广西科技重大专项项目(桂科AA18118015),广东省重点领域研发计划项目(2020B1111110003)和中央引导地方科技发展专项(桂科ZY20111010)资助。

## 【作者简介】

王亚凤(1990-),女,助理研究员,主要从事天然产物化学及其药理研究,E-mail:wyl@gxib.cn。

## 【\*\*通信作者】

黄永林(1974-),男,博士,研究员,主要从事天然产物及开发利用研究,E-mail:hyl@gxib.cn。

## 【引用本文】

王亚凤,梁蒙,谢桃结,等.洋紫荆花营养成分及其急性毒性分析[J].广西科学院学报,2022,38(1):69-75.

WANG Y F, LIANG M, XIE T J, et al. Analysis of Nutritional Components and Acute Toxicity of *Bauhinia variegata* [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 2022, 38(1): 69-75.

毒、止咳平喘、消炎等功效<sup>[3]</sup>。洋紫荆在中国资源丰富,并具有较高的药用价值和景观生态功能<sup>[2-4]</sup>,因此人们越来越重视对洋紫荆的资源保护与开发利用。近年来广州、南宁、柳州等南方城市大面积种植洋紫荆,使其成为城市主要的观花树种,不少民众也采集洋紫荆花泡茶、食用等。

目前,洋紫荆的文献报道主要集中在园林绿化、种子萌发及幼苗繁育<sup>[5-7]</sup>等方面,而关于洋紫荆花营养成分及可食用性研究未见有报道,对不同花色洋紫荆花物质基础、营养成分的系统研究还很欠缺,缺少对洋紫荆花可食用性和安全性的科学依据。柳州市园林科学研究所经过多年选育,共培育出4种花色洋紫荆花<sup>[8,9]</sup>。本研究拟通过对柳州市园林科学研究所提供的白花、红花、粉花共3种洋紫荆花样品进行检测,并对其进行营养成分及小鼠的急性毒性分析,以期对洋紫荆花的可食用性及其资源的合理开发利用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

#### 1.1.1 植物样品

2021年3月从柳州市园林科学研究所中试基地采摘成熟后自然掉落完整无损的3种花色洋紫荆花于室温阴凉处晾晒,40℃鼓风干燥至恒重,粉碎,过60目筛,备用。乙醇等试剂均为分析纯,购于西陇科学股份有限公司。

#### 1.1.2 仪器与设备

K1100自动凯氏定氮仪(济南海能仪器股份有限公司),日立L-8900型全自动氨基酸分析仪(株式会社日立制作所),Agilent1200高效液相色谱仪[安捷伦科技(中国)有限公司],CA-1111冷却水循环装置(东京理化器械株式会社),N-1100型旋转蒸发器(东京理化器械株式会社),X7 Series等离子体质谱仪[赛默飞世尔科技(中国)有限公司],WFH-203紫外分析仪(上海精科实业有限公司),PUZS-600A朗普全自动生化分析仪(北京朗普新技术有限公司)。

#### 1.1.3 试验动物

昆明系小鼠50只,雌雄兼半,体质量(20±2)g,由长沙市天勤生物技术有限公司提供,动物许可证号SCXK(湘)2019-0014。动物饲养于温度20-25℃、相对湿度60%-70%的环境中,试验前适应性饲养7d。

## 1.2 方法

### 1.2.1 营养成分测定

取上述备用的洋紫荆花粉末,按照以下国家标准法对相关营养成分进行检测。氨基酸测定:GB 5009.124-2016;胱氨酸测定:GB 5009.124-2016改良法;蛋白质测定:凯氏定氮法(GB 5009.5-2016);灰分测定:灼烧称重法(GB 5009.4-2016);脂肪测定:索氏抽提法(GB 5009.6-2016);粗多糖测定:苯酚-硫酸法(SN/T 4260-2015);微量元素钙、铁、钾、镁、锰、钠、锌、硒、镉测定:电感耦合等离子体质谱分析(SS/NGB/SOP/4061-01);微量元素磷测定:GB 5009.87-2016;维生素C测定:采用高效液相色谱-荧光检测器进行检测,参照GB 5009.86-2016;维生素A、E测定:反向高效液相色谱法(GB 5009.82-2016);亚硝酸盐测定:GB 5009.33-2016。

### 1.2.2 氨基酸评价方法

以1973年联合国粮农组织(FAO)及世界卫生组织(WHO)规定的必需氨基酸均衡模式为标准,用蛋白质化学评分法对洋紫荆花中的必需氨基酸含量进行比较,计算必需氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)<sup>[10]</sup>,计算公式为

$$AAS = \frac{\text{样品每克蛋白质中某种必需氨基酸含量 (mg/g N)}}{\text{(FAO/WHO)评分模式中同种必需氨基酸含量 (mg/g N)}}$$

$$CS = \frac{\text{样品每克蛋白质中某种必需氨基酸含量 (mg/g N)}}{\text{鸡蛋蛋白质中同种必需氨基酸含量 (mg/g N)}}$$

### 1.2.3 洋紫荆乙醇浸膏

取新采摘的3种花色洋紫荆花各30kg,用纯乙醇室温浸提3次,每次浸泡7d,合并提取液并过滤,52℃减压浓缩18-20h至无醇味后得浸膏。

### 1.2.4 急性毒性试验

参照毒理学试验方法与技术以及半数致死量(Lethal Dose 50%, LD<sub>50</sub>)计算原则<sup>[11-13]</sup>,经预试验,测出药物样品100%动物死亡和0%动物死亡的剂量范围。正式试验,3种花色洋紫荆花各取50只小鼠,随机分为5组,每组10只,试验前禁食12h(不禁水),根据预试验中不同花色100%动物死亡和0%动物死亡的剂量不同,可将白花各剂量组间距设为1:0.8,粉花和红花各剂量组间距设为1:0.86。一次给予小鼠灌胃不同剂量的药液,容量为0.4mL/10g,立即观察小鼠染毒后1h内的中毒反应,随后每隔

4 h 观察每组小鼠的中毒反应, 连续观察 7 d, 并记录动物毒性反应情况及死亡数, 采用改良寇氏法分别计算 3 种花色乙醇浸膏的  $LD_{50}$  和 95% 平均可信限<sup>[13]</sup>。试验结束后, 取存活小鼠的血液和尿液进行生化检测, 将所有小鼠处死、解剖后, 取心脏和肝脏于 10% 福尔马林液中固定, 石蜡包埋切片, 采用 HE 染色法观察其病理组织学改变。

### 1.2.5 数据处理

营养成分检测时各项目均做 3 次独立重复试验, 所得数据用 SPSS 17.0 软件进行统计分析, 所得结果用平均值  $\pm$  标准差表示。

表 1 洋紫荆花中一般营养成分含量(g/100 g)

Table 1 Content of general nutrients in flowers of *Bauhinia variegata* (g/100 g)

种类 Types	粗蛋白 Crude protein	总膳食纤维 Total dietary fiber	脂肪 Fat	粗多糖 Crude polysaccharide	水分 Moisture	灰分 Ash
白花洋紫荆 White flowers of <i>B. variegata</i>	16.0 $\pm$ 0.10	43.0 $\pm$ 0.26	2.4 $\pm$ 0.12	1.32 $\pm$ 0.05	9.96 $\pm$ 0.07	6.5 $\pm$ 0.06
红花洋紫荆 Safflowers of <i>B. variegata</i>	18.5 $\pm$ 0.21*	44.5 $\pm$ 0.34	2.4 $\pm$ 0.05	1.00 $\pm$ 0.05*	11.10 $\pm$ 0.12	5.9 $\pm$ 0.07
粉花洋紫荆 Pink flowers of <i>B. variegata</i>	15.9 $\pm$ 0.14	41.3 $\pm$ 0.21	2.0 $\pm$ 0.03*	1.97 $\pm$ 0.08	6.21 $\pm$ 0.05*	5.9 $\pm$ 0.06

注: \* 表示同列数据中具有显著性差异 ( $P < 0.05$ )

Note: \* indicates significant differences in the same column of data ( $P < 0.05$ )

### 2.1.2 矿物质元素成分分析

由表 2 可知, 洋紫荆花常量元素主要有 Ca、Mg、K, 其中 K 的含量最高, 白花、红花、粉花洋紫荆的含量分别为 (23 400  $\pm$  56.9) mg/kg、(22 600  $\pm$  49.5) mg/kg、(22 500  $\pm$  32.6) mg/kg, 3 种花色洋紫荆花均具有高钾低钠的特征, 钾的含量远高于常见水果蔬菜, 如红枣、苹果、芹菜、苦瓜、洋葱<sup>[14]</sup>, 缺钾人群可选

表 2 洋紫荆花矿物质元素含量(mg/kg)

Table 2 Content of mineral elements of *B. variegata* (mg/kg)

矿物质元素 Mineral elements		白花洋紫荆 White flowers of <i>B. variegata</i>	红花洋紫荆 Safflowers of <i>B. variegata</i>	粉花洋紫荆 Pink flowers of <i>B. variegata</i>
常量元素 Macroelements	钙 Ca	5 280 $\pm$ 29.5	4 440 $\pm$ 21.4*	5 260 $\pm$ 18.7
	钾 K	23 400 $\pm$ 56.9	22 600 $\pm$ 49.5	22 500 $\pm$ 32.6
	镁 Mg	2 660 $\pm$ 12.5	2 240 $\pm$ 16.7	2 520 $\pm$ 14.5
	磷 P	350 $\pm$ 9.5	329 $\pm$ 8.2	291 $\pm$ 8.1*
	钠 Na	35.1 $\pm$ 2.1	28.9 $\pm$ 1.9	10.2 $\pm$ 1.4*
微量元素 Microelements	铁 Fe	206.0 $\pm$ 6.8	256.0 $\pm$ 7.5	97.2 $\pm$ 4.6**
	锰 Mn	36.1 $\pm$ 3.4	42.9 $\pm$ 3.9	63.6 $\pm$ 4.7*
	锌 Zn	39.3 $\pm$ 1.2	34.9 $\pm$ 0.9	37.1 $\pm$ 1.0
	硒 Se	0.68 $\pm$ 0.1	0.30 $\pm$ 0.0	0.53 $\pm$ 0.0

注: \* 表示同行数据具有显著性差异 ( $P < 0.05$ ), \*\* 表示同行数据具有极显著性差异 ( $P < 0.01$ )

Note: \* indicates significant differences in the same row of data ( $P < 0.05$ ), \*\* indicates extremely significant differences in the same row of data ( $P < 0.01$ )

## 2 结果与分析

### 2.1 营养成分分析

#### 2.1.1 一般营养成分分析

3 种花色洋紫荆花一般营养成分含量如表 1 所示。红花洋紫荆中粗蛋白含量显著高于白花和粉花洋紫荆 ( $P < 0.05$ )。粉花洋紫荆中脂肪和水分含量显著低于白花和红花洋紫荆 ( $P < 0.05$ ), 而其他营养成分含量差别不明显。洋紫荆花中蛋白质和膳食纤维的含量远远高于菠菜、芹菜和莴苣, 是一种高蛋白、高膳食纤维的可食用花<sup>[10]</sup>。

择洋紫荆花作为补充矿物质元素钾的优良来源。此外, 白花洋紫荆中 Ca、Mg 的含量也比较丰富。粉花洋紫荆中 Mn 的含量显著高于白花和红花洋紫荆 ( $P < 0.05$ ), 可作为人体补充 Mn 元素的天然食物来源。白花和红花洋紫荆中 Fe 的含量极显著高于粉花洋紫荆 ( $P < 0.01$ ), 说明白花和红花洋紫荆可作为人体补充 Fe 元素较好的天然食物来源。

### 2.1.3 氨基酸组成及评价

3种花色洋紫荆花氨基酸含量如表3所示。3种花色洋紫荆花中均含有17种常见氨基酸,且8种必

表3 3种花色洋紫荆花氨基酸组成(g/100 g)  
Table 3 Amino acid composition of three kinds of flower colors of *B. variegata* (g/100 g)

氨基酸种类 Types of amino acids	白花洋紫荆 White flowers of <i>B. variegata</i>	红花洋紫荆 Safflowers of <i>B. variegata</i>	粉花洋紫荆 Pink flowers of <i>B. variegata</i>
天冬氨酸 Asp	2.91 ± 0.2*	3.63 ± 0.4	3.36 ± 0.4
苏氨酸 Thr	0.58 ± 0.0	0.55 ± 0.0	0.58 ± 0.1
丝氨酸 Ser	0.68 ± 0.0	0.63 ± 0.0	0.67 ± 0.0
谷氨酸 Glu	1.54 ± 0.2	1.49 ± 0.1	1.36 ± 0.1
甘氨酸 Gly	0.61 ± 0.0	0.60 ± 0.0	0.59 ± 0.0
丙氨酸 Ala	0.81 ± 0.0	0.75 ± 0.0	0.78 ± 0.0
缬氨酸 Val	0.70 ± 0.0	0.67 ± 0.0	0.72 ± 0.0
蛋氨酸(甲硫氨酸)Met	0.09 ± 0.0	0.10 ± 0.0	0.15 ± 0.0
异亮氨酸 Ile	0.51 ± 0.0	0.49 ± 0.0	0.54 ± 0.0
亮氨酸 Leu	0.92 ± 0.1	0.88 ± 0.0	0.92 ± 0.1
酪氨酸 Tyr	0.42 ± 0.0	0.39 ± 0.0*	0.46 ± 0.0
苯丙氨酸 Phe	0.64 ± 0.0	0.64 ± 0.0	0.64 ± 0.0
赖氨酸 Lys	0.84 ± 0.1	0.79 ± 0.0	0.85 ± 0.0
组氨酸 His	0.33 ± 0.0	0.34 ± 0.0	0.39 ± 0.0
精氨酸 Arg	0.56 ± 0.0	0.56 ± 0.0	0.55 ± 0.0
脯氨酸 Pro	0.86 ± 0.1	0.69 ± 0.0*	0.84 ± 0.0
胱氨酸 Cys	0.22 ± 0.0	0.22 ± 0.0	0.24 ± 0.0
氨基酸总量 Total amino acids	13.22	13.42	13.64

注: \*表示同行数据中具有显著性差异( $P < 0.05$ )

Note: \* indicates significant differences in the same row of data ( $P < 0.05$ )

表4 3种花色洋紫荆花必需氨基酸评价

Table 4 Evaluation of essential amino acids in three kinds of flower colors of *B. variegata*

种类 Types	评分标准 Scoring model	亮氨酸 Leu	赖氨酸 Lys	异亮氨酸 Ile	蛋氨酸+胱氨酸 Met + Cys	苯丙氨酸+酪氨酸 Phe + Tyr	苏氨酸 Thr	缬氨酸 Val
白花洋紫荆 White flowers of <i>B. variegata</i>	AAS	1.31	1.53	1.28	0.89	1.77	1.45	1.41
	CS	2.30	2.71	2.04	1.35	2.94	2.76	2.80
红花洋紫荆 Safflowers of <i>B. variegata</i>	AAS	1.26	1.44	1.23	0.91	1.72	1.38	1.34
	CS	2.20	2.55	1.96	1.39	2.86	2.62	2.68
粉花洋紫荆 Pink flowers of <i>B. variegata</i>	AAS	1.31	1.55	1.35	1.11	1.83	1.45	1.44
	CS	2.30	2.74	2.16	1.70	3.06	1.38	2.88

## 2.2 急性毒性试验

### 2.2.1 LD<sub>50</sub> 测定

3种花色洋紫荆花乙醇浸膏灌胃染毒后,各剂量

需氨基酸俱全。3种花色氨基酸含量差别不大,含量最高的均为天冬氨酸,其次为谷氨酸、亮氨酸,胱氨酸和蛋氨酸含量较少。白花、红花、粉花洋紫荆中鲜味氨基酸(天冬氨酸和谷氨酸)含量占氨基酸总量的比例均较高,分别为33.66%、38.16%、34.60%,其中红花洋紫荆中鲜味氨基酸占比最高,其风味和口感更鲜美。

由表4可知,3种花色洋紫荆花中蛋氨酸+胱氨酸的AAS值均最低,为第一限制性氨基酸。按照WHO/FAO建议的必需氨基酸评分标准模式,白花和红花洋紫荆中蛋氨酸+胱氨酸含量均低于标准模式中相应必需氨基酸含量,白花和红花洋紫荆与蛋氨酸+胱氨酸含量丰富的食物(如常见的鱼类)搭配食用,可以提高蛋白质的营养价值,达到蛋白质互补的效果。粉花洋紫荆中必需氨基酸含量均高于标准模式中相应氨基酸含量,为更优质的蛋白质来源。

### 2.1.4 维生素和亚硝酸盐的含量分析

3种花色洋紫荆花的维生素含量如表5所示。其中,维生素C含量最高,粉花洋紫荆中维生素C含量极显著高于红花和白花洋紫荆( $P < 0.01$ ),粉花洋紫荆可作为人体补充维生素C的优良来源。白花洋紫荆中维生素E的含量高于红花和粉花洋紫荆,说明白花洋紫荆可更好地促进人体生长和生育。根据《食品安全国家标准食品中污染物限量》(GB 2762-2017)中对亚硝酸盐的限量规定,亚硝酸盐的残留量不得超过20 mg/kg,可见3种花色洋紫荆花中亚硝酸盐的含量均低于国家标准。

组小鼠在7 d内存活情况如表6所示。采用改良寇氏法计算小鼠单次灌胃洋紫荆花乙醇浸膏的LD<sub>50</sub>,白花洋紫荆LD<sub>50</sub>值为30.24 g/kg,95%平均可信限

为 27.11–33.73 g/kg; 红花洋紫荆 LD<sub>50</sub> 值为 30.34 g/kg, 95% 平均可信限为 27.97–32.91 g/kg; 粉花洋紫荆 LD<sub>50</sub> 值为 33.79 g/kg, 95% 平均可信限为 30.43–37.53 g/kg。根据 WHO 口服外源毒物分级

表 5 3 种花色洋紫荆花维生素和亚硝酸盐含量

Table 5 Vitamin and nitrite content of three kinds of flower colors of *B. variegata*

种类 Types	维生素 C (mg/100 g) Vitamin C (mg/100 g)	维生素 A (μg/100 g) Vitamin A (μg/100 g)	维生素 E (mg α-TE/100 g) Vitamin E (mg α-TE/100 g)	维生素 PP (μg/100 g) Vitamin PP (μg/100 g)	烟酸 (μg/100 g) Niacin (μg/100 g)	烟酰胺 (μg/100 g) Nicotinamide (μg/100 g)	亚硝酸盐 (mg/kg) Nitrite (mg/kg)
白花洋紫荆 White flowers of <i>B. variegata</i>	14.6	<30	3.10	<220	<100	<120	<1
红花洋紫荆 Safflowers of <i>B. variegata</i>	12.2	<30	2.34	<220	<100	<120	<1
粉花洋紫荆 Pink flowers of <i>B. variegata</i>	173.0**	<30	2.14	<220	<100	<120	<1

注: \*\* 表示同列数据具有极显著性差异 ( $P < 0.01$ )

Note: \*\* indicates extremely significant differences in the same column of data ( $P < 0.01$ )

表 6 3 种花色洋紫荆花乙醇浸膏对小鼠的急性毒性试验结果

Table 6 Acute toxicity test result of ethanol extract from three kinds of flower colors of *B. variegata* in mice

种类 Types	组别 Group	剂量 (g/kg) Dose (g/kg)	剂量对数 Dose logarithm	动物数 Number of animals	死亡数 Number of death	死亡率 (%) Mortality rate (%)
白花洋紫荆 White flowers of <i>B. variegata</i>	A1	14.7	1.17	10	0	0
	A2	18.4	1.26	10	0	0
	A3	23.0	1.36	10	1	10
	A4	28.8	1.46	10	4	40
	A5	36.0	1.56	10	8	80
红花洋紫荆 Safflowers of <i>B. variegata</i>	B1	21.9	1.34	10	0	0
	B2	25.4	1.40	10	2	20
	B3	29.6	1.47	10	3	30
	B4	34.4	1.54	10	9	90
	B5	40.0	1.60	10	9	90
粉花洋紫荆 Pink flowers of <i>B. variegata</i>	C1	23.0	1.36	10	1	10
	C2	26.7	1.43	10	2	20
	C3	31.0	1.49	10	3	30
	C4	36.1	1.56	10	5	50
	C5	42.0	1.62	10	9	90

### 2.2.2 小鼠临床症状及病理组织变化

洋紫荆花乙醇浸膏灌胃染毒后, 随着灌胃剂量的增大, 小鼠会出现明显的神经系统症状, 其中白花 (36.0 g/kg)、红花 (40.0 g/kg)、粉花 (42.0 g/kg) 洋紫荆剂量组小鼠表现出眼、口、鼻颜色变深, 竖毛, 最后出现抽搐、强直性痉挛后死亡; 而白花 (18.4 g/kg、14.7 g/kg)、红花 (21.9 g/kg)、粉花 (23.0 g/kg) 洋紫荆剂量组小鼠能正常饮食和运动, 各器官系统无异

标准<sup>[13]</sup>, 急性毒性试验中小鼠一次经口 LD<sub>50</sub> 在 5 g/kg–15 g/kg 为实际无毒, 小鼠一次经口 LD<sub>50</sub> 大于 15 g/kg 为无毒, 综上可知 3 种花色洋紫荆花乙醇浸膏均无毒性。

常表现。病理组织观察显示, 所有小鼠的心脏、肝脏与正常组间无明显差异, 未见心肌细胞肥大、排列紊乱、细胞间隙模糊、肿胀等异常改变, 肝窦无明显扩张, 血液、尿液检测结果均正常。

### 3 结论

本研究首次对洋紫荆花的主要营养成分和急性毒性作用进行分析, 结果表明洋紫荆花中含有多种营

养素和矿质元素,氨基酸种类齐全。急性毒性试验发现,3种花色洋紫荆花乙醇浸膏灌胃小鼠一次经口LD<sub>50</sub>均大于15 g/kg,毒性分级为无毒,可食用。综上所述,洋紫荆花营养丰富,膳食纤维含量较高,并且富含人体必需的微量元素,符合当下人们追求天然绿色食品的愿望。此外,洋紫荆具有较好的观赏价值,要加强人工选育,推进定向栽培,促进资源的有效开发利用并服务地方经济发展。

#### 参考文献

- [1] 林云. 柳州市洋紫荆开花习性及其影响因素调查分析[J]. 南方农业, 2020, 14(8): 46-47.
- [2] 崔杰, 李焜钊, 黄久香. 广州市3种羊蹄甲属植物不同配置形式景观效果评价[J]. 广东园林, 2019, 41(4): 65-70.
- [3] 赵燕燕. 洋紫荆 *Bauhinia variegata* L. 的化学成分及抗癌活性的研究[D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2004.
- [4] 廖云, 李蓉涛. 洋紫荆 (*Bauhinia variegata* L.) 花的化学成分研究[J]. 天然产物研究与开发, 2013, 25(5): 634-636, 666.
- [5] 郑丹菁, 罗树凯, 李浩, 等. <sup>60</sup>Co-γ 辐照对洋紫荆种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 种子, 2019, 38(9): 48-51, 56.
- [6] 陈勇, 唐昌亮, 李浩. 不同基质及母株对洋紫荆种子发芽的影响[J]. 热带农业科学, 2018, 38(10): 10-13.
- [7] 陈勇, 唐昌亮, 李浩, 等. 基于 ISSR 标记的洋紫荆种质资源亲缘关系分析[J]. 西南农业学报, 2020, 33(1): 26-31.
- [8] 陈勇, 唐昌亮, 吴忠锋, 等. 洋紫荆资源培育及其应用[J]. 中国城市林业, 2016, 14(6): 43-46.
- [9] 袁茜茜. 浅议柳州市洋紫荆发展历程及前景[J]. 南方农业, 2020, 14(18): 53-54.
- [10] 黄红雨, 赵虎, 王佳, 等. 铃铛刺花营养成分的测定和评价[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(7): 115-118.
- [11] 苏永霞, 冯平, 朝克图, 等. 苦豆子种子营养成分及其急性毒性[J]. 西北农业学报, 2021, 30(5): 681-688.
- [12] 石莹, 宋瑞霞. 毒理学研究方法与技术进展状况[C]// 中国环境诱变剂学会. 中国科学技术协会第十届年会 21 分会场论文汇编. 北京: 中国环境诱变剂学会, 2008: 353-355.
- [13] 叶文初. 苦豆子提取物的抑菌、抗炎及对小鼠免疫功能的影响和毒性作用研究[D]. 西安: 西北农林科技大学, 2016.
- [14] 雷雅坤, 刘宁, 郝东旭, 等. 特色果蔬生物活性物质功能及对高血压的保健功效[J]. 华北农学报, 2019, 34(S1): 412-420.

## Analysis of Nutritional Components and Acute Toxicity of *Bauhinia variegata*

WANG Yafeng<sup>1</sup>, LIANG Meng<sup>1</sup>, XIE Taojie<sup>2</sup>, YANG Bingyuan<sup>1</sup>, PENG Jing<sup>1</sup>, HE Ruijie<sup>1</sup>, ZHU Hongjie<sup>2</sup>, HUANG Yonglin<sup>1</sup>

(1. Guangxi Key Laboratory of Plant Functional Phytochemicals and Sustainable Utilization, Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin, Guangxi, 541006, China; 2. Liuzhou Institute of Gardening Science, Liuzhou, Guangxi, 545005, China)

**Abstract:** In order to evaluate the nutritional value and acute toxicity of *Bauhinia variegata*, the nutritional components of three kinds of flower colors of *B. variegata* were tested and analyzed according to the National Food Safety Standard method, and the acute toxicity of ethanol extract of *B. variegata* flowers on mice was determined by modified karber's method. It hopes to provide theoretical basis for the development and utilization of *B. variegata* resources. The results showed that among the 17 amino acids determined, the amino acids of three kinds of flower colors of *B. variegata* were identical, and the content of the same amino acid in three kinds of flower colors of *B. variegata* had little difference. The content of Fe in pink flowers of *B. variegata* was significantly lower than that in safflowers of *B. variegata* and white flowers of *B. variegata*, and the content of Mn was significantly higher than that in safflowers of *B. variegata* and white flowers of *B. variegata*. The content of vitamin C in pink flowers of *B. variegata* was significantly higher than that in safflowers of *B. variegata* and white flowers of *B. variegata*. The results of the acute toxicity test showed that

the LD<sub>50</sub> value of safflowers of *B. variegata* ethanol extract was 30.34 g/kg and the 95% average confidence limit was 27.97 – 32.91 g/kg. The LD<sub>50</sub> value of pink flowers of *B. variegata* ethanol extract was 33.79 g/kg and the 95% average confidence limit was 30.43 – 37.53 g/kg. The LD<sub>50</sub> value of white flowers of *B. variegata* ethanol extract was 30.24 g/kg and the 95% average confidence limit was 27.11 – 33.73 g/kg. According to the WHO oral acute toxicity grading standard of exogenous compounds, the LD<sub>50</sub> value of three kinds of *B. variegata* ethanol extracts in mice were all greater than 15 g/kg in one oral administration, and the toxicity was classified as non-toxic. The above results provide a scientific basis for the development and utilization of edible flower of *B. variegata*.

**Key words:** *Bauhinia variegata*; nutrient composition; amino acid; acute toxicity; edibility

责任编辑:唐淑芬

(上接第 68 页 Continued from page 68)

## Study on Tissue Culture Technology of Stem Segment of *Cinnamomum camphora* ‘Ganning 1’

XIAO Zufei, XING Mengxue, WEI Xi, ZHANG Beihong, WANG Yanbo, LI Feng, JIN Zhinong  
(Jiangxi Provincial Engineering Research Center of Seed-breeding and Utilization of Camphor Trees, Nanchang Institute of Technology, Nanchang, Jiangxi, 330099, China)

**Abstract:** The tissue culture technology of stem segment of *Cinnamomum camphora* ‘Ganning 1’ was established to provide a theoretical basis for its seedling propagation. In this experiment, the branches of *C. camphora* ‘Ganning 1’ were used as materials to study the effects of lignification degree of branches, collection month of explants, disinfection time and growth regulators on stem tissue culture of *C. camphora* ‘Ganning 1’ by plant tissue culture technology. The results showed that the pollution rate and browning rate of stems increased with the increase of lignification degree of branches, and the germination rate decreased with the increase of lignification degree of branches. In May, the 1-year-old semi-lignified bud stem segments of *C. camphora* ‘Ganning 1’ were collected and disinfected with mass concentration 0.1% HgCl<sub>2</sub> for 5 min. The germination rate, pollution rate and browning rate of stem segments were low. The most suitable medium for stem segment germination of *C. camphora* ‘Ganning 1’ was Murashige and Skoog (MS) + 1.2 mg/L 6-benzylaminopurine (6-BA) + 0.1 mg/L indole-3-butyric acid (IBA), the germination rate was 66.67%. The most suitable medium for multiplication was MS + 2.0 mg/L 6-BA + 0.1 mg/L IBA, the multiplication coefficient was 4.06. The suitable medium for rooting was 1/2 MS + 2.0 mg/L IBA, and the rooting rate reached 100%. After 11 – 14 days of rooting culture and 7 – 10 days of seedling training in greenhouse, the transplanting survival rate of tissue culture seedlings could reach 90.06%. The establishment of the above technical conditions for tissue culture can effectively improve the axillary bud germination rate of stem segment of *C. camphora* ‘Ganning 1’, the increment rate and rooting rate of tissue culture seedlings, and lay the foundation for the factory seedling of *C. camphora* ‘Ganning 1’.

**Key words:** *Cinnamomum camphora* ‘Ganning 1’; tissue culture; stem segment; growth regulator; germination rate; rooting rate

责任编辑:米慧芝