

# 土壤因子对裸花紫珠有效成分含量的影响研究<sup>△</sup>

黄梅<sup>1\*</sup>, 于福来<sup>1</sup>, 陈振夏<sup>1</sup>, 庞玉新<sup>1#</sup>, 谭湘杰<sup>1</sup>, 谢小丽<sup>1</sup>, 李伟<sup>2</sup>(1.中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所/农业部华南作物基因资源与种质创制重点开放实验室, 海南儋州 571737; 2.海南九芝堂药业有限公司, 海口 570311)

中图分类号 R282.2 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2018)15-2095-05

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2018.15.18

**摘要** 目的:研究裸花紫珠有效成分含量与土壤因子的相关性,为裸花紫珠的栽培及适宜生长区的确定提供参考。方法:以海南、广东和广西等地的92份裸花紫珠和对应的土壤为研究对象。采用高效液相色谱法同时测定裸花紫珠中7种有效成分[咖啡酸、连翘酯苷B、木犀草苷、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷、芹菜素-7-*O*- $\beta$ -D-葡萄糖苷(简称“芹菜素糖苷”)和木犀草素]的含量,理化分析法测定土壤pH值及有机质、碱解氮、速效钾、有效磷、交换性钙、交换性镁、有效硫含量等8项因子,应用相关分析、逐步回归分析与灰色关联度分析法对土壤因子和裸花紫珠中有效成分含量的相关性进行综合分析。结果:92份裸花紫珠中7种有效成分含量的变异系数为36.22%~77.42%,92份土壤中8种土壤因子测定值的变异系数为13.70%~87.53%。经相关分析发现,咖啡酸、毛蕊花糖苷含量与速效钾含量呈显著性正相关( $P<0.05$ ),连翘酯苷B含量与有机质含量呈显著性负相关( $P<0.05$ ),木犀草苷、异毛蕊花糖苷、毛蕊花糖苷、芹菜素糖苷与交换性钙含量呈显著性负相关( $P<0.05$ ),木犀草苷、异毛蕊花糖苷含量与有效硫含量呈极显著性负相关( $P<0.01$ ),芹菜素糖苷、木犀草素与有效硫含量呈显著性负相关( $P<0.05$ );经逐步回归分析发现,速效钾含量为影响咖啡酸和毛蕊花糖苷含量的主导因子,有效磷含量为影响木犀草素含量的主导因子,有效硫含量为影响木犀草苷、异毛蕊花糖苷含量的主导因子;经灰色关联度分析发现,影响裸花紫珠有效成分含量的主要土壤因子为pH值和速效钾、有机质、碱解氮、有效磷含量。结论:各土壤因子对裸花紫珠中不同有效成分含量的影响不同,速效钾含量为影响裸花紫珠7种有效成分含量的主导因子,其次为有效硫、有效磷和有机质含量。

**关键词** 裸花紫珠;有效成分;土壤因子;相关性

## Study on the Effects of Soil Factors on the Active Ingredients Content of *Callicarpa nudiflora*

HUANG Mei<sup>1</sup>, YU Fulai<sup>1</sup>, CHEN Zhenxia<sup>1</sup>, PANG Yuxin<sup>1</sup>, TAN Xiangjie<sup>1</sup>, XIE Xiaoli<sup>1</sup>, LI Wei<sup>2</sup>(1.Tropical Crops Genetic Resource Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences/Key Lab of Crop Gene Resources and Germplasm Enhancement in Southern China, Ministry of Agriculture, Hainan Danzhou 571737, China; 2.Hainan Jiuzhitang Pharmaceutical Co., Ltd., Haikou 570311, China)

**ABSTRACT** OBJECTIVE: To study the correlation between the active ingredient content of *Callicarpa nudiflora* and soil factors, and to provide reference for confirming the cultivation and suitable growth area of *C. nudiflora*. METHODS: Totally 92 samples of *C. nudiflora* and corresponding soil from Hainan, Guangdong, Guangxi and other places were selected as research subjects. The contents of 7 active ingredients [caffeic acid, forsythoside B, galuteolin, acteoside, isoacanthoside, apigenin-7-*O*- $\beta$ -D-glycoside (shorted for apigenin glycoside) and luteolin] in *C. nudiflora* were determined by HPLC. pH, organic matter, alkaline nitrogen, available potassium, available phosphorus, exchangeable calcium, exchangeable magnesium and available sulfur of soil were determined by physical and chemical analysis. Correlation analysis, stepwise regression analysis and gray relational analysis were used to analyze the relationship between soil factors and active ingredients content of *C. nudiflora*. RESULTS: The variation coefficient of 7 active ingredients content in 92 *C. nudiflora* was 36.22% -77.42%, and variation coefficient of 8 soil factors in 92 soil was 13.70% -87.53%, i.e. active ingredients content and soil factor of *C. nudiflora* from different producing areas were different greatly. Through correlation analysis, the contents of caffeic acid and acteoside were positively related with the content of available potassium significantly ( $P<0.05$ ); the content of forsythoside B was negatively related with the content of organic matter significantly ( $P<0.05$ ); the contents of galuteolin, isoacanthoside, acteoside and apigenin glycoside were negatively correlated with the contents of exchangeable calcium significantly ( $P<0.05$ ); the contents of galuteolin and isoacanthoside were very negatively correlated with the content of available sulfur significantly ( $P<0.01$ ); the content of luteolin was negatively correlated with the content of available sulfur significantly ( $P<0.05$ ). Through stepwise regression analysis, the content of caffeic acid and acteoside were dominantly affected by the available potassium; luteolin was

<sup>△</sup> 基金项目:海南省重大科技计划项目子课题(No.ZDKJ2016005-03)

\* 研究实习员, 硕士。研究方向: 南药种质资源评价及规范化栽培。E-mail: huangmei122@126.com

# 通信作者: 研究员, 博士。研究方向: 南药资源与开发利用。E-mail: blumeachina@126.com

dominantly affected by available phosphorus, while galuteolin and isoacteoside were dominantly affected by the available sulfur. Through grey relational analysis, the main influential factors for effective ingredients content of *C. nudiflora* were pH, available potassium, organic matter, alkaline nitrogen and available phosphorus. CONCLUSIONS: Each soil factor has different effect on the different active ingredients content. The main soil factor that affects the effective ingredient content of *C. nudiflora* is available potassium, followed by available sulfur, available phosphorus and organic matter.

**KEYWORDS** *Callicarpa nudiflora*; Active ingredients; Soil factors; Correlation

裸花紫珠为马鞭草科紫珠属植物,药用部位为干燥叶和带叶的嫩枝,为海南省道地药材,也是黎医常用药材之一,主产于海南、广西、广东等省,在东南亚地区的印度、越南和新加坡等地也有分布<sup>[1-4]</sup>。裸花紫珠含有黄酮类、苯丙素类与有机酸类等多种化学成分<sup>[5-6]</sup>,具有止血<sup>[7]</sup>、消炎<sup>[8]</sup>、抑菌<sup>[9]</sup>等功效,主治外伤出血、跌打肿痛、胃肠出血等症<sup>[10]</sup>,临床应用较为广泛,是海南省重要民族药裸花紫珠分散片、裸花紫珠片、裸花紫珠胶囊等多种中成药的主要原料。

植物中有效成分的形成与积累受环境因素的影响较大,除了随气候季节变化外,亦受土壤中的矿物质种类和土壤肥力等因素的影响。土壤肥力及矿质营养直接影响药用植物品质。于福来<sup>[11]</sup>、郑东昆等<sup>[12]</sup>对不同地区的裸花紫珠化学成分进行研究,发现不同产地的裸花紫珠中有效成分含量差异较大。刘式超等<sup>[13]</sup>发现氮、磷对裸花紫珠中有效成分及生物量均有一定影响。而目前对于裸花紫珠的研究多集中在含量测定<sup>[14]</sup>、成分分析及药理<sup>[15]</sup>等方面,尚未见到有关裸花紫珠植株有效成分含量与土壤因子间相关性的研究报道。基于此,本研究旨在通过对海南、广东、广西等不同产地92份裸花紫珠的有效成分及其生长的土壤因子进行相关性研究,揭示影响裸花紫珠有效成分含量的主导土壤因子,为裸花紫珠的规范化栽培及适宜生长区的确定提供理论依据。

## 1 材料

### 1.1 仪器

1260型高效液相色谱(HPLC)仪(包括G1311C四元泵、G1316A柱温箱、G1329B全自动进样器和G1315D二极管阵列检测器)购自美国安捷伦科技公司;CPA225D型电子分析天平[赛多利斯科学仪器(北京)有限公司];KQ-500DB型超声仪(昆山市超声仪器有限公司);PHS-25型实验室pH计(上海今迈仪器仪表公司);AA-7000型原子吸收分光光度计(日本岛津公司);FP6410型火焰分光光度计(上海仪电分析仪器有限公司);722S型可见分光光度计(上海菁华科技仪器有限公司)。

### 1.2 药品、土壤与试剂

裸花紫珠药材样品于2016年5月—2017年9月采自海南11市(县)、广东3市(县)、广西2市(县),共计92份,经中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所庞玉新研究员鉴定均为裸花紫珠(*Callicarpa nudiflora*

Hook. et Arn)的干燥叶;土壤样品采集于相应药材下0~20 cm的耕作层,将同一份药材下采集的土壤样品充分混匀,用四分法缩分后放置在实验室中自然风干,磨细备用;对照品咖啡酸(批号:Y17D6C7672)、连翘酯苷B(批号:20140120)、木犀草苷(批号:Y23S7H21785)、毛蕊花糖苷(批号:PMO321SA14)、异毛蕊花糖苷(批号:HA0820KA29)、芹菜素-7-*O*- $\beta$ -D-葡萄糖苷(以下简称“芹菜素糖苷”,批号:P20N6F6297)、木犀草素(批号:YO1D6S6815)均购自上海源叶生物制药公司,纯度均 $\geq 98\%$ ;乙腈为色谱纯,其余试剂均为国产分析纯,水为超纯水。药材来源信息见表1。

表1 药材来源信息

Tab 1 Source information of medicinal materials

采集地区	采集时间	样品类型	样品数量/份	采集地区	采集时间	样品类型	样品数量/份
海南白沙	2016年5月、2016年8月	野生	10	海南屯昌	2016年8月	野生	5
海南保亭	2016年11月	野生	2	海南万宁	2016年11月	野生	1
海南定安	2016年8月	野生	6	海南五指山	2016年5月	野生	11
海南东方	2016年8月	野生	8	广东电白	2017年9月	野生	3
海南海口	2016年8月、2016年11月	野生	9	广东茂名	2017年9月	野生	1
海南乐东	2016年8月	野生	8	广东湛江	2017年9月	野生	3
海南临高	2016年8月	野生	7	广西北海	2017年9月	野生	4
海南陵水	2016年11月	野生	1	广西防城港	2017年9月	野生	2
海南琼中	2016年8月、2016年11月	野生	9	广西钦州	2017年9月	野生	2

## 2 方法与结果

### 2.1 裸花紫珠中7种有效成分含量的测定

2.1.1 色谱条件 色谱柱:Agilent-TC C<sub>18</sub>(250 mm×4.6 mm, 5  $\mu$ m);流动相:乙腈(A)-0.4%磷酸(B)(梯度洗脱:0~30 min, 8%→16% A; 30~45 min, 16%→21% A; 45~55 min, 21%→24% A; 55~65 min, 24%→35% A; 65~70 min, 35%→100% A);流速:1.0 mL/min;检测波长:330 nm;柱温:30  $^{\circ}$ C;进样量:10  $\mu$ L。

2.1.2 溶液的制备 (1)混合对照品母液:分别精密称取适量咖啡酸、木犀草素对照品置于不同的10 mL量瓶中,分别加入70%甲醇溶解并定容;分别精密称取适量连翘酯苷B、木犀草苷、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷、芹菜素糖苷对照品适量,置于同一10 mL量瓶中,加入适量70%甲醇溶解后再加入上述咖啡酸和木犀草素对照品溶液各1 mL,然后用70%甲醇定容,即制备成含咖啡酸0.001 64 mg/mL、连翘酯苷B 0.225 mg/mL、木犀草苷0.062 mg/mL、毛蕊花糖苷2.01 mg/mL、异毛蕊花糖苷0.251 mg/mL、芹菜素糖苷0.155 mg/mL、木犀草素0.001 95

mg/mL的混合对照品母液。(2)供试品溶液:将阴干后的裸花紫珠的功能叶片打粉,过20目筛。称取1g裸花紫珠粉末置于100 mL离心管中,加入70%甲醇50 mL,在40 kHz、400 W条件下超声提取20 min,吸取上层清液,0.22 μm微孔滤膜过滤,即得。(3)空白溶液:取70%甲醇作为空白溶液。

2.1.3 系统适用性考察 精密量取“2.1.2”项下混合对照品母液、供试品溶液(海南白沙产样品)和空白溶液适量,按“2.1.1”项下色谱条件进样检测,记录色谱图。结果表明,在该色谱条件下,理论板数以毛蕊花糖苷峰计大于200 000,各待测成分间、待测成分与杂质峰间基线分离良好,分离度均大于1.5,其他成分对待测成分的测定无干扰,色谱图见图1。

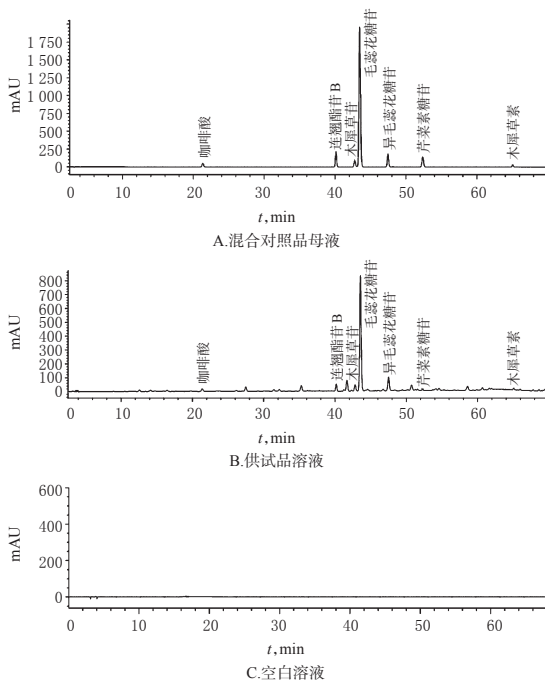


图1 高效液相色谱图  
Fig 1 HPLC chromatograms

2.1.4 方法学考察 按本课题组前期建立方法<sup>[16]</sup>进行方法学验证。结果,各成分在进样量范围内线性关系均良好( $R^2 \geq 0.999 0$ ),精密密度、稳定性、方法回收率、重复性等结果均符合相关要求。

2.1.5 样品含量测定 取表1中各样品适量,分别按“2.1.2(2)”项下方法制备供试品溶液,再按“2.1.1”项下色谱条件进样测定,记录色谱图,并计算样品中各成分含量。92份裸花紫珠中有效成分的基本统计数据见表2。

由表2可见,各样品中有效成分含量的变异系数为36.22%~57.59%。其中含量差异最大的为异毛蕊花糖苷,最大值为7.79 mg/g,最小值仅为0.04 mg/g,变异系数为77.42%;其次为连翘酯苷,其最大值为4.23 mg/g,最小值仅为0.05 mg/g,变异系数为75.93%;咖啡酸最大值为0.49 mg/g,最小值仅0.01mg/g,变异系数为66.14%,

位居第3;其余4种成分(木犀草苷、毛蕊花糖苷、芹菜素糖苷和木犀草素)的含量差异也较为显著。说明不同产地的裸花紫珠中各有效成分含量差异较大。

表2 92份裸花紫珠中有效成分含量的基本统计量

Tab 2 Basic statistics of active ingredient content in 92 *C. nudiflora*

成分	极小值, mg/g	极大值, mg/g	均值, mg/g	标准误	标准差	方差	偏度	峰度	变异系数, %
咖啡酸	0.01	0.49	0.15	0.01	0.10	0.01	0.98	0.81	66.14
连翘酯苷	0.05	4.23	1.26	0.10	0.95	0.91	1.04	0.61	75.93
木犀草苷	0.06	2.75	1.07	0.06	0.62	0.38	0.59	-0.39	57.59
毛蕊花糖苷	5.52	56.13	19.67	1.25	10.71	114.74	0.94	0.82	54.45
异毛蕊花糖苷	0.04	7.79	2.35	0.19	1.82	3.32	1.11	0.77	77.42
芹菜素糖苷	0.05	0.71	0.30	0.01	0.14	0.02	0.86	0.68	46.69
木犀草素	0.06	0.42	0.23	0.01	0.08	0.01	0.40	-0.18	36.22

## 2.2 土壤因子测定

土壤因子测定主要参考《中华人民共和国农业行业标准》<sup>[17-18]</sup>和《土壤调查实验室分析方法》<sup>[19]</sup>,其中土壤有机质含量采用重铬酸钾容量法测定,碱解氮含量采用碱解氮扩散法测定,速效钾含量采用1 mol/L的 $\text{NH}_4\text{OAc}$ 浸提-火焰分光光度法测定,有效磷含量采用0.03 mol/L  $\text{NH}_4\text{F}$ -0.025 mol/L  $\text{HCl}$ 浸提-钼锑抗显色法测定,交换性钙、交换性镁含量采用1 mol/L的 $\text{NH}_4\text{OAc}$ 浸提-原子吸收分光光度法测定,有效硫含量采用硫酸钡比浊法测定,土壤pH值采用PHS-25实验室pH计测定。92份土壤中土壤因子含量的基本统计数据见表3。

表3 92份土壤中土壤因子测定值的基本统计量

Tab 3 Basic statistics of soil factor determination in 92 soils

土壤因子	极小值	极大值	均值	标准误	标准差	方差	偏度	峰度	变异系数, %
pH值	4.07	7.88	5.81	0.08	0.80	0.63	0.42	0.04	13.70
有机质, g/kg	3.60	72.21	35.17	1.58	15.06	226.80	0.29	-0.42	42.82
碱解氮, mg/kg	321.18	3 365.38	1 437.41	68.06	652.78	426 119.18	0.66	0.25	45.41
速效钾, mg/kg	21.69	372.03	142.89	8.36	79.34	6 294.15	0.79	0.20	55.52
有效磷, mg/kg	1.78	91.19	23.93	2.31	20.94	438.64	1.66	2.28	87.53
交换性钙, mg/kg	88.62	2 633.29	929.84	64.90	601.82	362 183.11	0.90	0.39	64.72
交换性镁, mg/kg	7.50	716.48	189.78	17.26	162.84	26 515.57	1.56	2.06	85.80
有效硫, mg/kg	0.67	37.90	8.32	0.76	7.11	50.49	1.39	2.36	85.40

由表3可见,不同土壤样品中8种土壤因子的变异系数为13.70%~87.53%,除pH值的差异稍小外,其余7种土壤因子间均有较大差异,差异最大的为有效磷,最大值为91.19 mg/kg,最小值仅为1.78 mg/kg,变异系数达87.53%;其次为交换性镁,最大值为716.48 mg/kg,最小值仅为7.50 mg/kg,变异系数达85.80%;再者为有效硫,最大值为37.90 mg/kg,最小值仅为0.67 mg/kg,变异系数为85.40%。

## 2.3 裸花紫珠有效成分含量与土壤因子的相关分析

采用SPSS 21.0统计学软件对裸花紫珠有效成分含量与土壤因子进行简单双变量相关分析, $P < 0.05$ 表示

呈显著相关性,  $P < 0.01$  表示呈极显著相关性。每个样品测定 2 次, 取 2 次平均值进行统计分析。92 份裸花紫珠样品中有效成分含量与土壤因子的相关系数测定结果见表 4。

表 4 裸花紫珠中有效成分含量与土壤因子间的相关系数

Tab 4 Correlation coefficient between active ingredients content of *C. nudiflora* and soil factors

有效成分	pH值	有机质	碱解氮	速效钾	有效磷	交换性钙	交换性镁	有效硫
咖啡酸	-0.018	-0.089	0.027	0.306**	-0.041	-0.104	-0.048	-0.147
连翘酯苷B	-0.128	-0.219*	-0.013	-0.029	0.006	-0.193	0.090	-0.178
木犀草苷	-0.036	-0.162	-0.158	0.063	-0.075	-0.238*	-0.116	-0.306**
毛蕊花糖苷	-0.097	-0.029	-0.050	0.233*	-0.061	-0.238*	-0.008	-0.109
异毛蕊花糖苷	-0.112	-0.058	0.005	0.101	-0.063	-0.250*	-0.040	-0.275**
芹菜素糖苷	-0.110	-0.072	-0.061	0.108	-0.007	-0.234*	-0.097	-0.216*
木犀草素	0.004	-0.124	-0.149	-0.007	-0.189	-0.141	-0.048	-0.218*

注: \* $P < 0.05$ ; \*\* $P < 0.01$

Note: \* $P < 0.05$ ; \*\* $P < 0.01$

由表 4 可见, 咖啡酸含量与速效钾含量呈极显著性正相关( $P < 0.01$ ); 连翘酯苷 B 含量与有机质含量呈显著性负相关( $P < 0.05$ ); 木犀草苷和异毛蕊花糖苷含量均与交换性钙含量呈显著性负相关( $P < 0.05$ ), 与有效硫含量呈极显著性负相关( $P < 0.01$ ); 毛蕊花糖苷含量与速效钾含量呈显著性正相关( $P < 0.05$ ), 与交换性钙含量呈显著性负相关( $P < 0.05$ ); 芹菜素糖苷含量与交换性钙、有效硫含量呈显著性负相关( $P < 0.05$ ); 木犀草素含量与有效硫含量呈显著性负相关( $P < 0.05$ )。

## 2.4 裸花紫珠有效成分含量与土壤因子的逐步回归分析

由于各土壤因子并非单独影响裸花紫珠中各有效成分的含量, 为了筛选影响裸花紫珠中 7 种有效成分含量的土壤主导因子, 在“2.3”项简单双变量相关分析的基础上, 以咖啡酸( $Y_1$ )、连翘酯苷 B( $Y_2$ )、木犀草苷( $Y_3$ )、毛蕊花糖苷( $Y_4$ )、异毛蕊花糖苷( $Y_5$ )、芹菜素糖苷( $Y_6$ )和木犀草素( $Y_7$ )含量为因变量, 以土壤 pH 值( $X_1$ )、有机质含量( $X_2$ )、碱解氮含量( $X_3$ )、速效钾含量( $X_4$ )、有效磷含量( $X_5$ )、交换性钙含量( $X_6$ )、交换性镁含量( $X_7$ )和有效硫含量( $X_8$ )为自变量, 应用多变量逐步回归剔除对裸花紫珠各有效成分含量影响较小的土壤因子。裸花紫珠各有效成分含量与主导因子的逐步回归方程统计模型见表 5 (表中“-”表示逐步回归分析时, 各土壤因子与该成分均无显著相关性, 在计算回归方程时自变量均被剔除, 无逐步回归方程)。

结合表 5 中的回归方程可知, 速效钾含量为影响咖啡酸和毛蕊花糖苷含量的主导因子, 且均呈显著性正相关( $P < 0.05$ ); 有效磷含量为影响木犀草素含量的主导因子, 但呈显著性负相关( $P < 0.05$ ); 有效硫含量为影响木犀草苷和异毛蕊花糖苷含量的主导因子, 且均呈显著性负相关( $P < 0.05$ )。

## 2.5 裸花紫珠有效成分含量与土壤因子的灰色关联度分析

表 5 裸花紫珠中 7 种有效成分含量与土壤因子的逐步回归统计模型

Tab 5 Stepwise regression statistical model between 7 kinds of active ingredients of *C. nudiflora* and soil factors

成分	逐步回归方程	F	P
咖啡酸	$Y_1 = 0.097 + 0.0004X_4$	8.045	0.006
连翘酯苷B	-	-	-
木犀草苷	$Y_2 = 1.331 - 0.025X_5$	7.048	0.010
毛蕊花糖苷	$Y_3 = 15.138 + 0.042X_4$	5.319	0.025
异毛蕊花糖苷	$Y_4 = 3.208 - 0.76X_4$	6.919	0.011
芹菜素糖苷	-	-	-
木犀草素	$Y_7 = 0.255 - 0.001X_5$	6.486	0.013

为进一步探究土壤因子与裸花紫珠有效成分含量之间的关系, 按照灰色系统理论, 分别以有效成分含量作为母序列, 各土壤因子作为子序列, 经灰色关联度分析得出各土壤因子与裸花紫珠有效成分含量的关联度系数, 详见表 6。

表 6 裸花紫珠中有效成分含量与土壤因子间的灰色关联度系数

Tab 6 Grey relational coefficient between the active ingredients content of *C. nudiflora* and soil factors

成分	pH值	有机质	碱解氮	速效钾	有效磷	交换性钙	交换性镁	有效硫
咖啡酸	0.520	0.467	0.460	0.501	0.464	0.436	0.429	0.414
连翘酯苷B	0.466	0.408	0.457	0.431	0.440	0.446	0.412	0.373
木犀草苷	0.524	0.477	0.452	0.491	0.412	0.408	0.424	0.380
毛蕊花糖苷	0.563	0.515	0.502	0.524	0.496	0.431	0.450	0.435
异毛蕊花糖苷	0.474	0.443	0.449	0.468	0.449	0.415	0.429	0.417
芹菜素糖苷	0.573	0.516	0.496	0.516	0.455	0.435	0.436	0.378
木犀草素	0.632	0.554	0.518	0.518	0.438	0.455	0.483	0.420

由表 6 可知, 影响咖啡酸含量的主要土壤因子为 pH 值和速效钾、有机质、有效磷含量; 影响连翘酯苷 B 含量的主要土壤因子为 pH 值和碱解氮、交换性钙、有效磷含量; 影响木犀草苷含量的主要土壤因子为 pH 值和速效钾、有机质、碱解氮含量; 影响毛蕊花糖苷含量的主要因子为 pH 值和速效钾、有机质、碱解氮含量; 影响异毛蕊花糖苷含量的主要土壤因子为 pH 值和速效钾、有效磷、碱解氮含量; 影响芹菜素糖苷含量的主要土壤因子为 pH 值和速效钾、有机质、碱解氮含量; 影响木犀草素含量的主要因子土壤为 pH 值和有机质、碱解氮、速效钾含量。综上分析可知, 影响裸花紫珠有效成分含量的主要土壤因子为 pH 值和速效钾、有机质、碱解氮、有效磷含量。

## 3 讨论

### 3.1 相关性分析研究中方法的选择

目前研究相关性较为常用的统计方法为简单双变量相关分析、多元线性回归及典型相关分析等, 不同的方法各有其优缺点。本研究除了采用传统的相关分析方法外, 还采用了灰色关联度分析, 其主要目的是通过一定的方法理清各因素间的主要关系, 找出影响最大的

因素。灰色关联度分析与相关分析中针对因素间数组的静态分析不同,其主要是进行时间序列的动态比较,同时分析时并不要求太多数据,弥补了相关分析中存在的不足。将相关分析、逐步回归分析及灰色关联度分析结合起来,能较为全面地说明土壤因子对裸花紫珠中有效成分含量的影响情况。

### 3.2 影响裸花紫珠有效成分含量主导因子的探讨

在植物生长过程中主要是从土壤中获取自身生长所需的物质,那么药材的质量与土壤因子必然存在密切的联系。课题组前期研究发现,氮肥、磷肥和钾肥合理配施有利于增产。刘式超<sup>[13]</sup>研究发现,低氮有利于裸花紫珠叶、枝中黄酮物质的合成,低氮或高磷有利于总酚酸含量的提高,高氮或低磷有利于总糖含量的提高。本研究通过对裸花紫珠中7种有效成分与土壤pH值等8个因子进行相关分析、逐步回归分析及灰色关联度分析,发现影响裸花紫珠中不同有效成分含量的主导因子各不相同,综合本研究3种统计分析方法的结果得出速效钾为影响裸花紫珠有效成分含量的主导因子,而有效硫、有效磷及有机质在其中两种分析方法中均显示对裸花紫珠有效成分的含量影响较大。因此,栽培施肥时,可根据实际情况,适当增加钾肥的量,同时注意控制硫、磷元素及有机质的用量。

裸花紫珠有效成分的含量除了受到土壤因子的影响外,还与植物的自身遗传和产地的光照、降水量、温度等气象因子及地形因子密切相关,综合考虑包含气象因子、地形因子及土壤因子对裸花紫珠的产量及有效成分含量的影响,才能更好地为确定裸花紫珠的适宜产地及裸花紫珠的种植提供依据,这将是笔者进一步研究的方向。

### 参考文献

[1] 王祝年,肖邦森.海南药用植物名录[M].北京:中国农业出版社,2009:441.  
[2] 刘明生.黎药学概论[M].北京:人民卫生出版社,2008:165-167.  
[3] 张绮玲,庞玉新,杨全,等.裸花紫珠的本草考证[J].广东药学院学报,2014,30(5):667-671.  
[4] 黄梅,陈振夏,于福来,等.海南岛裸花紫珠种质资源调查报告[J].中国现代中药,2017,19(12):1717-1721.

[5] 宋潇,黄胜,袁莉,等.裸花紫珠资源、化学成分及药理作用研究近况[J].中国医药导报,2017,14(6):45-48.  
[6] DAN Y, QIAN ZZ, LIU YZ, et al. New collection of crude drugs in Chinese Pharmacopoeia 2010 I. Callicarpa Linn. and related items[J]. *Chin Herb Med*, 2010, 2(4): 272-288.  
[7] 易博,张旻,林海,等.黎药裸花紫珠在小鼠体内止血活性部位的研究[J].药学实践杂志,2015,33(3):235-237、241.  
[8] 陈颖,杨国才.裸花紫珠抗炎作用及增强免疫功能的实验研究[J].广东微量元素科学,2006,13(8):39-41.  
[9] 王孟,李昂,赵震宇,等.裸花紫珠叶抑菌性物质的ASE联合牛津杯和微孔刃天青法筛选[J].时珍国医国药,2017,28(1):43-45.  
[10] 王艳.裸花紫珠的临床应用研究进展[J].现代中西医结合杂志,2014,23(35):3983-3985.  
[11] 于福来,吴丽芬,庞玉新,等.海南裸花紫珠中毛蕊花糖苷和木犀草苷含量分析[J].中国现代中药,2016,18(8):996-1000.  
[12] 郑东昆,陈伟康,马双成,等.裸花紫珠指纹图谱研究及10种成分的含量测定[J].中国中药杂志,2015,40(9):1776-1782.  
[13] 刘式超.栽培措施对裸花紫珠生长、产量及质量的影响[D].北京:中国林业科学研究院,2016.  
[14] 刘勇,张鹏威,许立强,等. HPLC法同时测定裸花紫珠药材中3种黄酮类成分的含量[J].中国药房,2014,25(31):2926-2928.  
[15] 冯世秀,张旻,易博,等.裸花紫珠化学成分与药理活性研究进展[J].中草药,2017,48(5):1015-1026.  
[16] 谭湘杰,于福来,庞玉新,等.海南裸花紫珠药材中7种成分含量分析[J].中国现代中药,2018,20(2):173-178.  
[17] 农业部. NY/T 1121-2006 中华人民共和国农业行业标准[S]. 2006.  
[18] 农业部. NY/T 1121-7-2014 土壤检测第7部分:土壤有效磷的测定[S]. 2014.  
[19] 张甘霖,龚子同.土壤调查实验室分析方法[M].北京:科学出版社,2012:58-60、79-80.

(收稿日期:2018-03-22 修回日期:2018-05-15)

(编辑:林静)

《中国药房》杂志——中国科技核心期刊,欢迎投稿、订阅