

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201604001

引文格式: 谢阳姣, 何志鹏, 闫国跃, 等. 苦玄参 40 个株系表型性状遗传多样性分析 [J]. 广西植物, 2017, 37(3): 348-355

XIE YJ, HE ZP, YAN GY, et al. Analysis of phenotypic character genetic diversity of 40 lines of *Picria felterrae* [J]. *Guihaia*, 2017, 37(3):348-355

## 苦玄参 40 个株系表型性状遗传多样性分析

谢阳姣, 何志鹏, 闫国跃, 李耀燕\*, 符标芳, 白燕远, 冯秋瑜

(广西中医药大学, 南宁 530001)

**摘要:** 植物遗传多样性一直以来是种质资源研究的热点。为揭示苦玄参栽培种质的遗传多样性, 该研究从苦玄参常年栽培种中根据形态学性状差异选择 40 个株系, 以产量、药效物质含量及茎、叶、花等形态学性状为指标, 进行物种变异和遗传多样性分析, 并对其进行聚类分析, 获取各株系遗传亲缘关系。结果表明: 苦玄参苷  $I_A$  和  $I_B$  含量的遗传变异系数较高, 分别为 24.225% 和 17.853%; 遗传多样性指数高, 分别为 1.920 和 2.075。产量遗传变异系数较低, 仅为 3.637%, 但遗传多样性指数较高, 达到 1.884。其余表型性状指标遗传变异系数均较高, 其中花色高达 127.794%。数值型性状具有较高的遗传多样性, 均大于 1, 但描述型指标遗传多样性指标较低, 均小于 1。聚类分析可将供试材料分为 4 个大的类群: 第 I 类群共有 7 个株系, 此类群产量性状及相关指标平均数较高; 第 II 类群有 8 个株系, 茎节长度最长, 其余指标中等偏下; 第 III 类群数量最多, 有 20 个株系, 各指标均较低; 第 IV 类群有 5 个株系, 苦玄参苷含量和产量均较高, 综合指标比较优。相关分析结果表明, 苦玄参苷  $I_A$  的含量与叶缘性状具有显著相关, 产量性状与茎节长度、一级分枝和末级分枝数具有极显著相关, 选择优良种质应注重该 4 个性状的选择。该研究结果表明目前苦玄参栽培种具有广泛的变异和较高的遗传多样性, 为苦玄参资源的利用提供了参考依据。

**关键词:** 苦玄参, 表型性状, 变异, 遗传多样性, 聚类分析

中图分类号: Q943.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2017)03-0348-08

## Analysis of phenotypic character genetic diversity of 40 lines of *Picria felterrae*

XIE Yang-Jiao, HE Zhi-Peng, YAN Guo-Yue, LI Yao-Yan\*,

FU Biao-Fang, BAI Yan-Yuan, FENG Qiu-Yu

(Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530001, China)

**Abstract:** Plant genetic diversity has been one of the hot spots in the research into germplasm resources. To disclose the genetic diversity of cultivated germplasm of *Picria felterrae*, we selected 40 lines from perennially cultivated individuals based on morphological differences and analyzed species variation and genetic diversity with yield, active ingredient content as well as morphological characters including the stem, leaf and flower as the indicator; and we made cluster analysis to obtain the genetic relationships between lines. The results showed that there was much genetic variance in the content of picfeltarraenins  $I_A$  and  $I_B$ , the coefficients being 24.225% and 17.853%, respectively; and the genetic diversity indexes were high, 1.920 and 2.075, respectively. For the yield, the coefficient of genetic variance was comparatively low,

收稿日期: 2016-05-26 修回日期: 2016-06-14

基金项目: 国家自然科学基金(31460074); 广西高校科研项目(YB2014183) [Supported by the National Natural Science Foundation of China (31460074); Scientific Research Program of Guangxi Colleges and Universities(YB2014183)].

作者简介: 谢阳姣(1975-), 女, 湖南桂阳人, 博士, 副研究员, 主要从事药用资源与开发研究, (E-mail) xieyangjiao@163.com。

\*通信作者: 李耀燕, 博士, 讲师, 主要从事药用资源与开发研究, (E-mail) 118033598@qq.com。

only 3.637%, and the genetic diversity index was 1.884. There was also much genetic variance in other phenotypic characters, among which the coefficient of genetic variance of flower color was 127.794%. All genetic diversity indexes for numerical characters were higher than one while those for descriptive characters were lower than one. The test materials were divided into four groups in the cluster analysis: Group I consisted of seven lines which had a high yield and related indexes on average; Group II included eight lines which had the longest stem nodes and whose other indexes were at or below the moderate level; Group III comprised 20 lines with low indexes in all respects; and Group IV included five lines, all of which were high in yield and content of picfeltaarraenins and had a better integrated index. The correlation analysis showed that the content of picfeltaarraenin I<sub>A</sub> was significantly related to leaf margin characters, and the yield was significantly correlated to stem node length and primary and final branching numbers, so the above four characters should be given priority when selecting the best germplasm. The results indicate that extensive variation and high genetic diversity are present in current cultivated individuals of *Picria felterrae*, which can be used as a reference for the utilization of resources of that species.

**Key words:** *Picria felterrae*, phenotypic character, variation, genetic diversity, cluster analysis

苦玄参(*Picria felterrae*)是玄参科苦玄参属唯一的一种植物,是中国药典收录的中药材之一,具有重要的药理作用(Dalimunthe et al, 2015; Lestari et al, 2015; Shi et al, 2016),在广西作为药用已有 200 多年的历史(蒋妮等, 2013),是妇炎净胶囊、万通炎康片等知名中成药的主要原料药材之一。苦玄参主要的药用活性物质为苦玄参苷 I<sub>A</sub> 和 I<sub>B</sub>(王力生等, 2004),其含量的多少是评价苦玄参药材优劣的重要指标。由于苦玄参野生资源随着环境的破坏越来越少,不能满足企业对药材的需求,苦玄参药材来源主要以人工种植为主。目前人工种植的苦玄参仍未经纯化,品种混杂,质量不一;同时,与野生材料相比,苦玄参经人工种植后种质退化,药材质量下降,因此通过各种途径选育品种纯度和药材质量均高的优良种质非常必要。药材质量主要由基因型决定,同时受环境条件的影响,并表现为不同的表型特征。因此,植物品种改良是保证人工种植药材质量的关键,而通过表型选择进行品种改良是植物遗传改良最传统的方法(刘忠松, 2014)。

遗传多样性分析最传统的手段即是表型性状变异的分析。植物表型变异是一个传统的研究领域,它能够使人们初步了解不同类群遗传变异情况,广泛用于居群遗传变异及表型特征的研究(马麒等, 2016)。植物的表型变异往往与其对环境的适应性和进化关系有关,如叶片表皮毛、晶体、蜡质等对于旱气候的适应(朱广龙等, 2015)、株形变化对抗倒伏的适应等(刘畅和李来庚, 2016),因此,表型的变异有助于对生物适应性及随之而引起的遗传变异的了解。通过环境选择,植物基因组会产生变异,其表型特征也将产生差异,其中表型差异与品种具有

一定的相关性,因此可以通过与质量性状相关联的表型性状选择优良种质(熊厚溪等, 2014)。目前苦玄参栽培种质来源不明,遗传基础研究薄弱,对其遗传多样性进行研究,可为苦玄参资源的评价提供基础,为苦玄参遗传改良提供依据。目前苦玄参种质的遗传多样性仍未见公开报道,因此有必要对其进行研究,以解决苦玄参种质资源问题。试验拟从苦玄参主产区选择 40 个株系,根据其表型性状差异,分析其品质性状苦玄参苷 I<sub>A</sub>、I<sub>B</sub> 及产量与其它表型性状的相关性,分析各表型性状的变异度和遗传多样性,并基于各表型性状对 40 个单株进行聚类,明确其遗传亲缘关系,为了解苦玄参遗传特性及筛选遗传改良材料提供基础和依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料

2014 年 8 月于苦玄参常年种植区广西龙州和梧州,根据花、叶、茎的形态学性状差异,选择 78 个株系,记录其形态学性状特征,并采集种子用于后续试验。苦玄参为雌雄同株,自花授粉植物,基于自花授粉植物经数代自交后趋于纯合,自交时较少出现分离,其后代的表型性状基本能反应亲本性状,且考虑到大田选择单株时,苦玄参生长环境的差异对品质性状(产量和苦玄参苷含量)会有一定影响,因此,为消除环境影响,收集的材料将于南宁统一种植后再测定所有表型性状。

### 1.2 仪器与试剂

仪器: Agilent 1260 高效液相色谱仪[包括四元低压梯度泵,二极管阵列检测器(DAD),HP 化学工

作站 (Agilent)]。试剂:乙腈(色谱纯试剂),甲醇(分析纯试剂),水(超纯水,自制)。

色谱条件:色谱柱为 Agilent ZORBAX SB-C18 (4.6 mm × 250 mm, 5 μm);流动相为乙腈:水(35:65);检测波长为 264 nm;柱温为 35 °C;流速为 1.0 mL · min<sup>-1</sup>。

标准品:苦玄参苷 I<sub>A</sub> 和 I<sub>B</sub>, 购于中国药品生物制品检定所;测试时制成混合标准溶液。

### 1.3 方法

1.3.1 田间试验 2015 年于南宁进行,3 月播种,采用水培法种植,水培装置为定制的方形 PVC 水管,内径 20 cm,长度 110 cm,孔径 8 cm,每个培养箱 22 个孔径(株),每个株系设 3 次重复,每个重复 22 株(1 个水培箱)。营养液为改良的霍格兰氏营养液,每 15 d 更换一次,水泵驱动水循环解决供氧问题。

1.3.2 农艺性状考察 2015 年 8 月苦玄参盛花期,经过观察,剔除出现了较明显分离的株系,从剩下的株系中随机选取 40 个株系,从各株系的每个重复中随机抽取 5 株,观察其形态学性状:花色、茎色、茎节长、分枝数、叶脉深浅、叶缘平尖、叶基平整性等;各株系如有极少数子代性状不一致的,以 90% 以上性状相同的子代及参考母株性状确定所属株系的特征。记录形态学性状后,取全株悬挂阴干,测平均干物质重量;粉碎过 20 目筛,用于测定苦玄参苷 I<sub>A</sub> 和 I<sub>B</sub> 的含量。

1.3.3 指标测定方法 (1)茎长:茎节间的平均长度,为主茎长度加第一分枝长度除以总节数,采用卷尺测量。(2)叶片性状:取主茎倒第二节上的叶片进行观察。(3)干物重:随机抽取的 5 株苦玄参阴干后的平均重量。(4)苦玄参苷 I<sub>A</sub> 和 I<sub>B</sub> 含量测定方法:参照中国药典 2010 版高效液相色谱法并进行优化。

待测样品提取和测定:60% 甲醇,超声提取 30 min,0.45 μm 微孔滤膜过滤,用 60% 的甲醇补足失去的重量。与标准溶液采用同样的色谱条件测定,外标一点法计算样品的含量。

1.3.4 数据统计分析 将花色、茎色、叶形、叶脉深浅、叶缘形状、叶基对称性等描述型性状进行赋值处理(表 1),对数量性状进行质量化处理,根据其平均值( $\bar{x}$ )和标准差( $s$ )将供试材料划分为 10 级,从第 1 级 [ $X_i < (\bar{x} - 2s)$ ] 到第 10 级 [ $X_i > (\bar{x} + 2s)$ ],中间每隔 0.5 $s$  为 1 级(表 2),依据每一级的相对频率计算多样性指数,公式:

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

表 1 苦玄参描述型性状赋值

Table 1 Value assignment of descriptive traits in *Picria feltrrae*

性状 Trait	赋值 Value assignment
花色 Flower color	白色=1; 淡紫色=2; 紫色=3 White=1; Mauve=2; Purple=3
茎色 Stem color	绿色=1; 紫色=2; 半绿半紫色=3 Green=1; Purple=2; Half green and half Purple=3
叶形 Leaf shape	卵圆叶=1; 长卵圆叶=2; 心形叶=3 Oval leaf=1; Long Oval leaf=2; Heart-shaped leaf=3
叶脉 Leaf vein	浅平=1; 深皱=2 Shallow=1; Deep Wrinkle=2
叶缘 Leaf margin	圆平=1; 尖细=2 Round flat=1; Taper=2
叶基 Leaf base	平=1; 交错=2 Flat=1; Stagger=2

表 2 苦玄参数值型性状等级划分

Table 2 Classification of numeric traits in *Picria feltrrae*

等级 Class	性状值 Trait value
1	$X_i < \bar{x} - 2s$
2	$\bar{x} - 2s \leq X_i < \bar{x} - 1.5s$
3	$\bar{x} - 1.5s \leq X_i < \bar{x} - s$
4	$\bar{x} - s \leq X_i < \bar{x} - 0.5s$
5	$\bar{x} - 0.5s \leq X_i < \bar{x}$
6	$\bar{x} \leq X_i < \bar{x} + 0.5s$
7	$\bar{x} + 0.5s \leq X_i < \bar{x} + s$
8	$\bar{x} + s \leq X_i < \bar{x} + 1.5s$
9	$\bar{x} + 1.5s \leq X_i < \bar{x} + 2s$
10	$X_i \geq 2s$

式中, $H'$  为多样性指数, $P_i$  表示第  $i$  个级别的出现频率, $\ln$  为自然对数(王瑾等,2015)。

所有数据进行标准化转换后,利用 SPSS13.0 软件对其进行相关分析和聚类分析。聚类分析距离测量选择平方欧式距离(Squared euclidean distance),聚类方式选择组间平均连锁距离法(Between-groups linkage),将距离最近的两个样品合并为一类。

## 2 结果与分析

### 2.1 苦玄参表型性状遗传多样性

苦玄参主要品质性状由主要药效物质含量和生物产量组成,其中主要药效物质为苦玄参苷 I<sub>A</sub> 和 I<sub>B</sub>。

表 3 苦玄参品质指标多重比较及描述型性状编码表

Table 3 Multiple comparison results of quality index and coding of descriptive traits in *Picria felterrae*

序号 Serial No.	株系 Strain	苦玄参昔 IA Picfeltaarraenins IA		苦玄参昔 IB Picfeltaarraenins IB		平均单株产量 Average yield		茎节 长度 Stem length (cm)	一级 分枝 First- order branch number	末级 分枝数 Last- order branch number	花色 Flower color	茎色 Stem color	叶形 Leaf shape	叶脉 Leaf vein	叶缘 Leaf margin	叶基 Leaf base
		含量 Content (%)	编码 Code	含量 Content (%)	编码 Code	产量 Yield (g · plant <sup>-1</sup> )	编码 Code									
1	lxj01	0.39cde	7	0.25jkl	6	59.23bc	9	3	9	9	3	1	1	1	2	1
2	lxj03	0.26opqr	4	0.27ghi	6	56.56ef	6	6	6	8	1	1	1	1	2	1
3	lxj05	0.38def	7	0.17s	2	55.53ghi	5	6	5	5	1	1	1	2	2	2
4	lxj06	0.38def	7	0.28fg	7	58.50c	8	2	9	8	2	1	1	2	1	1
5	lxj07	0.27op	4	0.23mn	5	59.40bc	9	3	6	7	1	3	1	2	2	1
6	lxj09	0.34hij	6	0.23mn	5	55.74fgh	5	7	6	7	2	1	1	2	1	1
7	lxj10	0.32jkl	5	0.21op	4	55.22ghij	5	9	5	5	2	1	1	1	1	1
8	lxj11	0.31klm	5	0.16s	1	58.66c	8	6	9	9	2	1	1	2	1	1
9	lxj12	0.57a	10	0.20qr	3	57.73d	7	3	6	7	2	1	1	2	1	1
10	xyj01	0.38efgh	7	0.33b	9	53.67nop	3	5	4	3	2	1	1	1	1	2
11	xyj02	0.25opqrs	3	0.24lmn	5	54.19klmnop	4	6	4	4	2	1	2	1	1	1
12	xyj03	0.27opq	4	0.20qr	3	53.76nop	3	6	4	3	2	3	3	2	2	2
13	xyj04	0.46b	9	0.21pq	4	54.08lmnop	4	5	4	4	2	1	1	1	1	2
14	xyj05	0.23qrst	3	0.25jkl	5	55.82fg	5	6	4	3	3	1	2	1	2	1
15	xyj06	0.35fghi	6	0.23mn	5	54.94ghijkl	5	7	4	3	3	3	3	2	1	2
16	xyj07	0.23qrst	3	0.25ijkl	6	60.12a	10	3	9	10	3	2	3	1	1	2
17	ytl01	0.32klm	5	0.22no	4	53.82mnop	3	10	5	5	2	1	1	2	2	1
18	ytl02	0.23st	3	0.31cd	8	54.80hijkl	4	5	4	4	2	1	1	2	2	1
19	ytl03	0.30lm	5	0.30de	8	53.58op	3	5	4	3	2	1	1	1	2	1
20	ytl04	0.20rst	3	0.19r	3	55.51ghi	5	5	4	3	2	2	1	1	2	1
21	ytl05	0.19u	2	0.25jkl	5	53.65nop	3	8	4	3	2	1	1	1	1	1
22	ytl06	0.22t	3	0.19r	3	54.22klmnop	4	9	5	6	2	1	1	1	1	1
23	ytl07	0.24pqrst	3	0.26ijk	6	57.71d	7	3	9	8	2	3	1	1	1	1
24	ytl08	0.28no	4	0.30de	8	53.54op	3	8	4	4	2	2	1	2	2	1
25	ytl09	0.35ghij	6	0.20qr	3	54.45jklmno	4	6	4	4	2	1	3	2	2	1
26	ytl10	0.31klm	5	0.28fgh	7	56.72e	6	2	6	7	2	1	1	1	2	2
27	ytl11	0.35ghij	6	0.34a	10	58.94bc	8	3	9	9	2	1	1	1	1	1
28	ytl12	0.24pqrst	3	0.24lmn	5	54.74hijklm	4	6	4	3	2	1	1	2	1	2
29	zgb01	0.38cde	7	0.28fgh	7	54.88ghijkl	4	9	4	3	2	2	3	1	1	1
30	zgb02	0.36efghi	6	0.32cd	9	54.62ijklmn	4	5	4	3	2	2	3	2	1	1
31	zgb03	0.34ijk	6	0.27ghi	7	55.13ghijk	5	6	4	3	2	1	3	1	1	2
32	zgb04	0.46b	9	0.29ef	7	59.04bc	9	3	6	7	2	1	2	1	1	2
33	zgb05	0.41c	8	0.26ijk	6	55.29ghij	5	5	5	5	2	2	1	2	1	1
34	zgb06	0.28mn	4	0.24klm	5	58.54c	8	4	5	7	2	2	3	1	2	1
35	zgb07	0.37efghi	7	0.26ghi	6	54.51jklmno	4	6	4	4	2	2	2	1	1	1
36	zgb08	0.39cde	6	0.26ghi	6	53.24p	3	8	4	3	2	1	2	2	1	2
37	zgb09	0.40cd	7	0.16s	2	59.61ab	9	4	9	9	2	1	1	1	1	1
38	zgb10	0.39cde	7	0.25ijkl	6	55.69fgh	5	7	5	7	2	2	2	2	1	1
39	zgb11	0.38efg	7	0.29ef	7	56.54ef	6	6	6	7	2	2	1	1	1	1
40	zgb12	0.37efgh	7	0.27hij	6	55.87fg	5	6	6	7	2	2	1	1	1	1

注: 同一列中有不同字母表示差异显著 (SPSS,  $P < 0.05$ )。Note: Numbers in columns with different letters are significantly different (followed by SPSS,  $P < 0.05$ ).

表 4 苦玄参数值型性状遗传多样性  
Table 4 Genetic diversity of numeric traits in *Picria felterrae*

性状 Trait	最大值 Max.	最小值 Min.	变幅 Range	平均值 Average	方差 Variance	变异系数 CV (%)	多样性指数 $H'$
苦玄参苷 IA 含量 Picfeltaeransins IA (%)	0.570	0.190	0.380	0.329	0.080	24.225	1.920
苦玄参苷 IB 含量 Picfeltaeransins IB (%)	0.340	0.160	0.180	0.248	0.044	17.853	2.075
平均单株产量 Average yield ( $g \cdot plant^{-1}$ )	60.120	53.240	6.880	55.942	2.035	3.637	1.884
茎节长度 Stem length (cm)	11.600	6.100	5.500	8.675	1.489	17.169	1.900
一级分枝 First-order branch number	12.000	8.000	4.000	9.275	1.485	16.008	1.291
末级分枝数 Last-order branch number	32.000	20.000	12.000	24.100	3.678	15.262	1.821

表 5 苦玄参描述型性状遗传多样性  
Table 5 Genetic diversity of descriptive traits in *Picria felterrae*

性状 Trait	频率分布 Frequency distribution (%)			变异系数 CV (%)	多样性指数 $H'$
	1	2	3		
花色 Flower color	0.075	0.825	0.100	127.794	0.583
茎色 Stem color	0.625	0.275	0.100	80.195	0.879
叶形 Leaf shape	0.650	0.150	0.200	82.614	0.886
叶脉 Leaf vein	0.650	0.350	0.000	65.064	0.647
叶缘 Leaf margin	0.650	0.350	0.000	42.426	0.647
叶基 Leaf bases	0.725	0.275	0.000	63.640	0.588

40 个株系苦玄参苷含量及干物质产量统计结果见表 3,各表型性状变异系数和遗传多样性指数见表 4 和表 5。由表 3 可知,40 个株系的苦玄参苷  $I_A$ 、 $I_B$  及平均单株干物质产量之间具有显著差异。表 4 和表 5 显示,三个品质性状中苦玄参苷  $I_A$  和  $I_B$  含量具有最高的变异,平均单产的变异系数较低,其结果说明药效物质苦玄参苷含量具有较大的遗传改良潜力,品质改良可优先考虑苦玄参苷含量性状的改良。除三个品质性状外,其余几个数值型性状及描述型性状的变异系数均较高,表明各株系间各性状均具有较高的变异。遗传多样性方面,除一级分枝外,几个数值型性状均具有较高的遗传多样性,其中苦玄参苷  $I_B$  的遗传多样性最高,其次为苦玄参苷  $I_A$ ;几个描述型性状的遗传多样性均较低。其结果表明针对苦玄参苷含量性状的品质改良具有较好的遗传基础。

## 2.2 苦玄参表型性状相关性

由表 6 可知,苦玄参苷  $I_A$  的含量与叶缘性状具

有显著负相关,叶片叶缘锯齿较圆的苦玄参苷  $I_A$  含量较高,表明叶形可作为筛选高苦玄参苷  $I_A$  含量优良种质的一个参考指标。苦玄参苷  $I_B$  的含量与任何表型性状的相关性均较低。产量性状与茎节长度成极显著负相关,与一级分枝和末级分枝数成极显著正相关,表明高产株系可通过株型进行选择,其中茎节较短、分枝较多的株系,其生物产量较高。

## 2.3 各株系聚类分析结果

选择平方欧式距离和组间平均连锁距离法对 40 个株系进行聚类分析,结果见图 1,各类群数量及表型性状平均值见表 7。由图 1 可知,40 个株系可分成 4 个大的类群;第 I 类群共有 7 个株系,此类群产量性状及与产量相关的指标平均数均较高。第 II 类群有 8 个株系,茎节长度最长,其余指标中等偏下。第 III 类群数量最多,有 20 个株系,品质指标数值均较低。第 IV 类群有 5 个株系,苦玄参苷含量、产量及与产量相关的品质指标均较高,综合指标比较优。

表 6 苦玄参表型性状相关性  
Table 6 Correlation coefficients of Phenotypic traits in *Picria felterrae*

表型性状 Phenotypic trait	苦玄 参苷 IA 含量 Picfelta- raenins IA (%)	苦玄 参苷 IB 含量 Picfelta- raenins IB (%)	平均单 株产量 Average yield (g · plant <sup>-1</sup> )	茎长 Stem length (cm)	一级 分枝 First- order branch	末级 分枝数 Last- order branch	花色 Flower color	茎色 Stem color	叶形 Leaf shape	叶脉 Leaf vein	叶缘 Leaf margin	叶基 Leaf base
苦玄参苷 IA 含量 Picfelta- raenins IA (%)	1											
苦玄参苷 IB 含量 Picfelta- raenins IB (%)	-0.0020	1										
平均单株产量 Average yield	0.1573	-0.0930	1									
茎节长度 Stem length (cm)	-0.2116	-0.1667	-0.6991 **	1								
一级分枝 First-order branch number	0.1439	-0.0855	0.8608 **	-0.5580 **	1							
末级分枝数 Last-order branch number	0.1401	-0.1365	0.8437 **	-0.5097 **	0.9433 **	1						
花色 Flower color	-0.0222	0.0839	0.0797	-0.0234	0.0704	-0.0016	1					
茎色 Stem color	-0.1433	0.0197	0.0702	-0.0412	-0.0312	-0.0400	0.0469	1				
叶形 Leaf shape	-0.0683	0.0384	0.0184	0.0260	-0.2344	-0.1757	0.3527 *	0.3499 *	1			
叶脉 Leaf vein	0.1466	-0.1840	-0.1664	0.1350	-0.1268	-0.1351	-0.1726	0.1452	-0.0110	1		
叶缘 Leaf margin	-0.3453 *	-0.0780	-0.0513	-0.1158	-0.1734	-0.1212	-0.1694	0.0274	-0.0229	0.1113	10	
叶基 Leaf bases	0.1222	-0.0010	-0.1232	-0.1075	-0.1919	-0.2328	0.0972	-0.0188	0.2688	0.0368	-0.0998	1

注: \* 代表显著水平 0.05(2-尾); \*\* 代表显著水平 0.01(2-尾)。

Note: \* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed); \*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

## 3 讨论

### 3.1 苦玄参栽培种质资源多样性水平

种质资源是作物育种的基础,种质资源库越丰富,可供选择的优良种质越多。而遗传多样性是种质资源研究的重要内容之一。目前,苦玄参种质资源的相关研究仍未进行,其种质资源的物种变异和遗传多样性尚不明确,因此,对苦玄参资源遗传多样性进行研究,可为了解苦玄参种质资源概况提供参考,为苦玄参优良种质的筛选和品种的遗传改良提供依据,对苦玄参栽培质量的提高具有重要意义。苦玄参人工种植区域主要有广西梧州和龙州,经民间调查,广西梧州种植的品种为 20 世纪 50 年代由龙州引入,龙州种则经由野生种质驯化而来,一直以

来未经品种纯化。经过多年的种植,苦玄参种质可能发生了较大变异。本研究结果显示,两个种植区域的栽培种质存在较大的变异和较高的遗传多样性,这应该与苦玄参种植多年未进行品种纯化且几经引种异地种植有关。其中,苦玄参数量性状的变异没有描述型性状(主要为质量性状)的高,但遗传多样性高于描述型性状,这与马麒等(2016)关于海岛棉遗传规律的研究结果相符,其原因可能与质量性状遗传变异的不连续性及数量性状遗传变异的连续性有关。

### 3.2 基于表型性状的苦玄参栽培种质的亲缘关系

种质资源亲缘关系的分析是建立育种群体的基础,一般来说,亲缘关系越远,遗传距离越大,其性状变异越大,育种资源越丰富(胡标林等,2012)。因此,分析苦玄参种质资源亲缘关系,确定不同种质遗

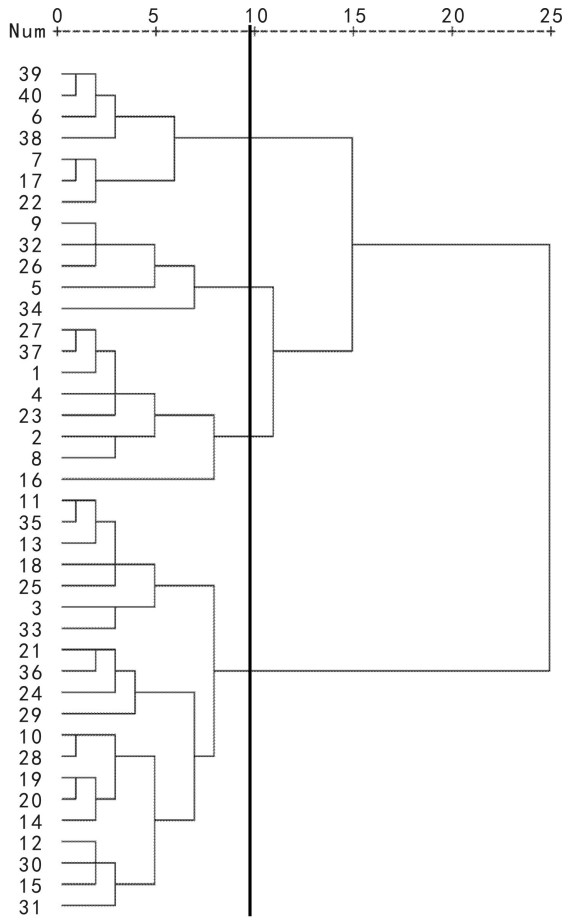


图1 苦玄参40个株系基于表型性状的聚类图  
图中数字序号同表3。

Fig. 1 Dendrogram of 40 *Picria felterrae* strains based on phenotypic traits Numbers in the figure have the same order as those in Table 3.

传距离,对苦玄参育种群体的建立和育种亲本的选择具有重要意义。利用表型性状进行聚类分析,是遗传群体亲缘关系分析的重要手段。本研究对苦玄参40个株系的聚类分析发现,苦玄参40个株系可分成4个大的类群,每一个类群之间其品质性状存在较大差异,这对苦玄参品质育种群体的构建具有重要意义,可为高品质苦玄参种质的选育提供优异的遗传资源。

### 3.3 基于表型性状分析遗传多样性的优与劣

表型性状可通过外部观察直接获取,因此,在植物遗传育种(刘忠松,2014;耿慧等,2013)、植物群体分类(马麒等,2016)、品种归类(王瑾等,2015)、初级种质库构建(郑轶琦等,2014)中有大量的应用。同时,基于表型性状的遗传多样性分析也仍是

目前植物遗传多样性研究的主要方法(马麒等,2016;胡标林等,2012)。但由于表型是基因型与环境互作的结果,不同的表型性状受环境影响大,因此,通过表型性状分析遗传多样性具有一定的局限性。相比来说,基于分子标记的遗传多样性分析更为准确,也将是未来遗传多样性分析将采取的主要手段(刘忠松,2014;李东霞等,2015)。苦玄参遗传分类仍未见公开报道过,在进行基因遗传多样性研究之前,先进行表型遗传多样性研究,可为基因遗传多样性提供参考。

此外,苦玄参分布于广西、云南、广东、贵州等热带亚热带地区(李玲和金李峰,2016),分布区气候和土壤范围具有一定的宽度,种质变异明显,遗传基础丰富。本研究仅对目前栽培种质中的部分株系进行了遗传多样性分析,选材具有一定的局限性。为丰富苦玄参遗传改良资源,在今后的研究中有必要对其分布区的野生资源进行遗传多样性分析及资源评价和鉴定研究。

## 4 结论

40个株系苦玄参表型性状的平均变异系数为46.32%,平均遗传多样性指数为1.26,说明主产区苦玄参的表型性状变异度较高,遗传多样性丰富。与产量性状相比,苦玄参苷含量的变异度较高,具有更高的遗传改良潜力。三个品质性状的遗传多样性水平均较高,表明苦玄参遗传改良材料较丰富。由聚类分析结果可知,该主产区的苦玄参有明显的类群关系,所试40个株系可被划分为4个大的类群,并且聚类群之间表现出明显的品质差异性。试验通过该40个株系基于主要表型性状进行遗传多样性和聚类分析,明确了苦玄参种质资源类型及其表型多样性,对苦玄参遗传改良具有重要的指导意义。

## 参考文献:

- DALIMUNTHE A, HARAHAP U, ROSIDAH, et al, 2015. Evaluation of diuretic activity of *picria felterrae* Lour. leaves extracts [J]. Asian J Pharm & Clin Res, 8(4):204-2015.
- GENG H, XU AK, LUAN BY, et al, 2013. Analysis of the yield traits and the study on phenotypic selection of Alfalfa [J]. Prat & Anim Husb, 6:14-15. [耿慧,徐安凯,栾博宇,等,2013. 苜蓿产量性状的分析与表型选择研究[J]. 草业与畜牧,6:14-15.]
- HU BL, WANG Y, LI X, et al, 2012. Analysis on genetic diversity of phenotypic traits in rice (*Oryza sativa*) core collection and its comprehensive assessment [J]. Acta Agron Sin, 38(5):829-839. [胡标林,万勇,李霞,等,2012. 水稻核心种质表型性状遗

表 7 苦玄参各类群表型性状

Table 7 Phenotypic traits of various groups in *Picria felterrae*

类群 Group	苦玄 参苷 IA 含量 Picfeltra- raenins IA (%)	苦玄 参苷 IB 含量 Picfeltra- raenins IB (%)	平均单 株产量 Average yield (g · plant <sup>-1</sup> )	茎长 Stem length (cm)	一级 分枝 First- order branch	末级 分枝数 Last- order branch	花色 Flower color	茎色 Stem color	叶形 Leaf shape	叶脉 Leaf vein	叶缘 Leaf margin	叶基 Leaf base
1 平均 Mean	0.33	0.24	58.97	7.16	12	30	淡紫 Light purple	绿色 Green	卵圆叶 Ovate	浅平 Shallow veins	圆平 Round and flat	平 Flat
个数 <i>n</i>	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
2 平均 Mean	0.33	0.24	55.46	9.98	10	26	淡紫 Light purple	绿色 Green	卵圆叶 Ovate	浅平 Shallow veins	圆平 Round and flat	平 Flat
个数 <i>n</i>	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
3 平均 Mean	0.32	0.25	54.50	9.16	8	21	淡紫 Light purple	紫色 Purple	长卵圆叶 Long ovate	深邹 Deep wrinkle	圆平 Round and flat	平 Flat
个数 <i>n</i>	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
4 平均 Mean	0.38	0.25	58.29	6.78	10	26	淡紫 Light purple	紫色 Purple	长卵圆叶 Long ovate	浅平 Shallow veins	尖细 Fine and sharp	平 Flat
个数 <i>n</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

传多样性分析及综合评价 [J]. 作物学报, 38(5):829-839.]

JIANG N, BAI LH, DONG QS, et al, 2013. Pathogen identification of *Picria felterrae* brown spot and analysis on the pathogenic factor [J]. Hubei Agric Sci, 52(16):3 836-3 838. [蒋妮, 白隆华, 董青松, 等, 2013. 苦玄参褐斑病原鉴定及致病因素分析 [J]. 湖北农业科学, 52(16):3 836-3 838.]

LESTARI P, HADISAHPUTRA S, ILYAS S, 2015. Combinational effects of n-hexane extract of poguntano leaves (*Picria felterrae* Lour.) with doxorubicin on MCF-7 breast cancer cells [J]. Res Gate, (75):353-355

LI DX, SHI P, YANG WB, et al, 2015. Analysis of genetic diversity in peanut (*Arachis hypogaea* L.) germplasm resources from Hainan and other regions by using SSR markers [J]. Guangdong Agric Sci, (20):118-124. [李东霞, 石鹏, 杨伟波, 等, 2015. 利用 SSR 分子标记分析海南与国内外花生种质资源的遗传多样性. 广西农业科学, (20):118-124.]

LI L, JIN LF, 2016. Measuring three component in *Picria felterrae* Lour. from different producing area based on HPLC [J]. J Chin Med Mat, 39(2):355-357. [李玲, 金李峰, 2016. HPLC 法测定不同产地苦玄参中 3 种成分的含量 [J]. 中药材, 39(2):355-357.]

LIU C, LI LG, 2016. Advances in molecular understanding of rice lodging resistance [J]. Chin J Rice Sci, 30(2):216-222. [刘畅, 李来庚, 2016. 水稻抗倒伏性状的分子机理研究进展. 中国水稻科学, 30(2):216-222.]

LIU ZS, 2014. Research progress V. on crop genetics and breeding: Phenotype and genotype selection [J]. Crop Res, 28(6):780-784. [刘忠松, 2014. 作物遗传育种研究进展 V. 表型选择与基因型选择 [J]. 作物研究, 28(6):780-784.]

MA Q, SU JJ, NING XZ, et al, 2016. Genetic diversity analysis on phenotypic traits of sea island cotton (*G. barbadense*) germplasm resources in Xinjiang [J]. Xinjiang Agric Sci, 53(2):197-206. [马麒, 宿俊吉, 宁新柱, 等, 2016. 新疆海岛棉种质资源表型

性状遗传多样性分析 [J]. 新疆农业科学, 53(2):197-206.]

SHI R, SHI R, WANG Q, et al, 2016. Picfeltraenins IA inhibits lipopolysaccharide-induced inflammatory cytokine production by the nuclear factor- $\kappa$ B pathway in human pulmonary epithelial A549 cells [J]. Oncol Lett, 11(2):1195-1200.

WANG J, LI YR, ZHANG JN, et al, 2015. Identification of drought resistance in Peanut (*Arachis hypogaea* L.) main cultivar in China and analysis of its genetic diversity [J]. J Agric Sci & Technol, 17(1):57-64. [王瑾, 李玉荣, 张嘉楠, 等, 2015. 中国花生主栽品种抗旱性鉴定及其遗传多样性分析 [J]. 中国农业科技导报, 17(1):57-64.]

WANG LS, MA XM, GUO YJ, et al, 2004. Study on the chemical constituents from *Picria felterrae* [J]. Chin J Chin Mat, 29(2):149-152. [王力生, 马学敏, 郭亚健, 等, 2004. 苦玄参的化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 29(2):149-152.]

XIONG HX, ZHOU T, JIANG WK, et al, 2014. Breeding on eight strains of *Pseudostellaria heterophylla* based on phenotypic traits and quality in Guizhou Province [J]. Chin J Chin Mat, 39(21):4197-4204. [熊厚溪, 周涛, 江维克, 等, 2014. 基于表型性状和药材品质的 8 个贵州太子参品系的筛选与评价. 中国中药杂志, 39(21):4197-4204.]

ZHENG YQ, GUO Y, FANG SJ, 2014. Constructing pre-core collection of *Cynodon dactylon* base on phenotypic data [J]. Acta Pratacult Sin, 23(4):49-60. [郑轶琦, 郭琰, 房淑娟, 等, 2014. 利用表型数据构建狗牙根初级核心种质. 草业学报, 23(4):49-60.]

ZHU GL, DENG RH, WEI XZ, 2016. Leaf epidermal micromorphology of *Ziziphus jujube* var. *spinosa* in response to a gradient of drought stress [J]. Acta Ecol Sin, DOI: 10.5846/stxb201501240191. [朱广龙, 邓荣华, 魏学智, 2016. 酸枣叶表皮微形态对不同生态环境的适应特征 [J]. 生态学报, DOI: 10.5846/stxb201501240191.]