广东农业科学 2018，45（2）：52-60
Guangdong Agricultural Sciences doi：10.16768/j.issn.1004-874X.2018.02.010

丁帅涛，程晓梅，张亚，等 . 陕西古茶树种质资源表型性状遗传多样性研究［J］. 广东农业科学，2018，45（2）：52-60.

陕西古茶树种质资源表型性状遗传多样性研究

丁帅涛[1]，程晓梅[1]，张　亚[1]，任华江[1,2]，江昌俊[3]，纪晓明[1,2]，胡　歆[1,2]

（1. 咸阳泾渭茯茶有限公司，陕西 咸阳 712044；
2. 陕西苍山秦茶集团有限公司，陕西 西安 710003；3. 安徽农业大学，安徽 合肥 230036）

摘　要：古茶树种质资源研究和利用是我国茶树种质资源研究的新课题。为鉴定和评价陕西 38 份古茶树种质资源表型性状遗传多样性，利用相关性分析、主成分分析、聚类分析方法对其表型性状遗传多样性进行研究和分析。结果表明，陕西 38 份古茶树种质资源 6 个主要表型性状（叶面积、叶形、叶色、叶身、叶面隆起性、叶片着生角度）变异丰富，不同性状间遗传多样性指数不同，遗传多样性指数在 0.7934～0.9969 之间，平均遗传多样性指数为 0.8811；在欧氏距离 10 时可将陕西 38 份古茶树种质资源聚类为 2 大类群，但并没有严格按照地域聚类，而是按照表型性状遗传多样性进行聚类。研究结果表明，陕西汉中、安康等地古茶树种质资源表型性状变异丰富，具有较高的遗传多样性和选育优异茶树种质资源的潜力。

关键词：古茶树种质资源；表型性状；相关性分析；主成分分析；聚类分析；遗传多样性

中图分类号：S571.1　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1004-874X（2018）02-0052-09

The research on phenotypic traits genetic diversity of the ancient tea germplasm resources in Shaanxi province

DING Shuai-tao[1], CHENG Xiao-mei[1], ZHANG Ya[1], REN Hua-jiang[1,2],
JIANG Chang-jun[3], JI Xiao-ming[1,2], HU Xin[1,2]

（1.*Xianyang Jingwei FuTea Co. Ltd.*, *Xianyang* 712044, *China*;
2.*Shaanxi Cangshan Qintea Group Co. Ltd.*, *Xi'an* 710003, *China*;
3.*Anhui Agricultural University*, *Hefei* 230036, *China*）

Abstract: The research and utilization of the ancient tea germplasm resources were the new topic in the reasearch of the tea germplasm resources in China. In order to identify and evaluate the phenotypic traits diversity index of the 38 ancient tea germplasm resources in Shaanxi, the phenotypic traits diversity index was researched and analyzed with the methods of the correlation analysis, the principal compoent analysis and the clustering analysis in the paper. The results showed that, the diversity and variation of the six main phenotypic traits（leaf size, leaf shape, leaf colour, leaf cross section, leaf upper surface and leaf attitude）of the 38 ancient tea germplasm resources in Shaanxi was abundant, the diversity index among the main phenotypic traits was different, the diversity index was between 0.7934-0.9969, and the average diversity index reaching 0.8811; the 38 ancient tea germplasm resources in Shaanxi could clustered into two large groups at the euclidean distance of ten, they were clustered accordance with the phenotypic traits diversity index, were not in strict accordance with the regional cluster. The variation of the ancient tea germplasm resources in Hanzhong and Ankang of Shaanxi was abundant, possessing the high genetic diversity and breeding potential of the excellent tea germplasm resources to a certain extent.

Key words: ancient tea germplasm resources; phenotypic traits; correlation analysis; principal compoent analysis; clustering analysis; genetic diversity

收稿日期：2017-12-08
基金项目：陕西茶树种质资源普查项目（SXHCCG004）
作者简介：丁帅涛（1986-），男，硕士，助理研究员，E-mail：865649075@qq.com
通讯作者：胡歆（1984-），男，博士，高级工程师，E-mail：sysu-huxin@hotmail.com

茶树为一种多年生常绿叶用木本植物，有着特殊的饮用、科研及经济价值。目前普遍认为，茶树起源于中国的云南、四川等地，属山茶科（Theaceae）山茶属（*Camellia*）茶种（*Camellia sinensis*），中国最早发现、栽培茶树及利用茶叶[1]。

陕西茶区是我国最北部茶区之一，隶属江北茶区，栽种茶树历史悠久，具有深厚文化底蕴、优势地缘区域及生态环境等特征，北屏秦岭、南倚巴山，长期的自然变异及人工选育，孕育了全国不可或缺的茶树种质资源，拥有众多性状优良的茶树单株、种类和古茶树，是我国北方茶区高产、优质、高抗茶树种质资源天然基因库，茶树种质资源遗传多样性极为丰富[2-4]。但是陕西茶区地形较复杂，交通较不便，境内茶树种质资源因缺乏有效的区域间引种及人工改良而具有显著的地域性群体结构特点，按照地域分布、栽培历史及组成类型将陕西茶树种质资源分为紫阳群体、西乡大河坝群体、南郑碑坝群体、宁强广坪群体、白河歌风群体、山阳漫川群体、苦茶群体等七大群体种[2-12]，虽然陕西在茶树种质资源考察征集、鉴定评价等方面取得了一些进展，但对境内古茶树种质资源研究较少，给陕西古茶树种质资源保护和利用带来了较大困难。

古茶树种质资源研究及利用是我国茶树种质资源研究的新课题，开展古茶树种质资源调查与保护利用研究，对深入研究茶树远缘杂交、培育地方优良茶树种质资源具有重要价值[13-14]。为进一步了解陕西茶区古茶树种质资源状况，充分挖掘、利用及保护陕西古茶树种质资源，本研究选取陕西汉中、安康两地六县的38份古茶树种质资源作为试验材料，对其表型性状进行调查和统计分析，旨在评价其表型性状遗传多样性，以期为陕西优异茶树种质资源的选育提供基础性资料和参考依据，对加快利用和丰富陕西茶树种质资源种类具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 资源编号与材料来源

2016年4月至2017年12月期间，通过查阅档案和文献记载，咨询当地有关茶叶专家及茶产区群众，采取走访和实地调查的方式，对陕西汉中市西乡、城固、宁强、镇巴、南郑县、安康市紫阳县境内的古茶树种质资源进行调查，共采集到38份古茶树种质资源茶样，1～3号资源来自西乡县大河镇石马村，4、5号来自西乡县大河镇楼房村，6、7号来自西乡县峡口镇江榜村，8号来自紫阳县向阳镇址凤村，9号来自紫阳县红椿镇尚坝村，10、11号来自紫阳县焕古镇东红村，12号来自紫阳县焕古镇黑龙村，13、14号来自城固县二里镇高北村，15号来自宁强县青木川镇南坝村，16号来自镇巴县兴隆镇水田坝村，17号来自镇巴县兴隆镇大河村，18、19号来自镇巴县兴隆镇水田坝村，20～24号来自镇巴县兴隆镇青狮沟村，25号来自镇巴县兴隆镇黄河村，26、27号来自镇巴县兴隆镇青狮沟村，28～33号来自南郑县福成镇聂家湾村，34～38号来自南郑县福成镇莲花村。

1.2 表型性状测定方法

结合现场踏查、目测法等方法，筛选具有代表性的生长健壮、叶型完整的成熟茶树叶片，对古茶树种质资源表型性状进行调查[15-16]，测定并填写古茶树种质资源调查表。调查表包括地点（县、镇、村）、种质名称、树型、树姿等，古茶树种质资源叶片表型性状包括数量性状（叶长、叶宽、长宽比、叶面积、叶齿、叶脉对数）、质量性状（叶面着生角度、叶形、叶色、光泽性、叶面隆起性、叶身、叶质、叶缘、叶尖）。

1.3 数据处理及统计分析

采用Microsoft Excel 2007进行数据处理。根据38份古茶树种质资源主要表型性状差异，选取有分类参考价值的6个表型性状（叶面积、叶形、叶色、叶身、叶面隆起性、叶片着生角度）进行编码处理，性状编码方法取决于性状类型，有序多态性状按状态的等级依次编码为1、2、3、4。

利用Shannon-Wiener遗传多样性指数H'评价表型性状的遗传多样性大小[17]，其中$H' = -\sum(P_i)(\ln P_i)$，$P_i = N_i / N$，P_i为某表型性状第i级内个体数占总个体数的百分比，N_i为某表型性状第i级内个体数，N为总个体数。利用SPSS

19.0 软件进行数据统计分析及聚类分析，采用系统聚类最远临元素的方法对古茶树种质资源表型性状进行 Q 型聚类分析，用平方欧式距离绘制聚类结果树状图。

2 结果与分析

2.1 陕西古茶树种质资源散布区域

外业调查发现，陕西茶区古茶树种质资源遗存较多（图 1，封二），散布于西乡、镇巴、城固、南郑、宁强、紫阳、岚皋、平利、汉阴等县主要产茶镇，古茶树种质资源种类较为丰富，具有明显的地域群体特性。同时，西乡还拥有极具地域特色的大河坝群体种，南郑拥有资源丰富的碑坝群体种，紫阳拥有首批国家级茶树良种紫阳群体种，1965 年被确定为全国第一批推广的 21 个茶树良种之一[2-4]。西乡、紫阳两县茶叶产业蓬勃发展，已成为当地经济的重要组成部分和农民脱贫致富的主要经济来源，是陕西省较为著名的两大产茶县。

2.2 陕西 38 份古茶树种质资源表型性状统计分析

茶树种质资源表型性状与其生长环境、气候条件关系密切，一定程度上影响着茶叶的制茶品质。对陕西 38 份古茶树种质资源表型性状进行调查和统计分析，结果见表 1。由表 1 可知，陕西 38 份古茶树种质资源可分为灌木型（50%）和小乔木（50%）两种类型，树姿为半开张，灌木型古茶树经过人工修剪或砍伐，主干不明显，从根茎处分枝明显，而小乔木型古茶树多散落于密林深处，基部主干明显。叶片着生角度可分为稍上斜（66%）、水平（21%）、上斜（13%）。依据茶树叶片面积及叶形，可将陕西 38 份古茶树种质资源分为特大叶近圆形、大叶长椭圆形、大叶椭圆形、中叶长椭圆形、中叶椭圆形、中叶近圆形、小叶长椭圆形及小叶椭圆形 8 种叶类型，其中中叶椭圆形占比最大（47%），其次是中叶长椭圆形（16%）、小叶长椭圆形（13%）、占比最小的为特大叶近圆形（3%）和大叶椭圆形（3%）。成熟叶片颜色中绿色（66%）、深绿色（29%）占比较大，黄绿色和浅绿色占比较小；成熟叶片正面的光泽以中（84%）和强（13%）为主；叶面隆起性以叶面平（53%）和微隆（45%）占比较大；叶身形态由内折（55%）、平（24%）及稍背卷（21%）构成；叶质以较硬（63%）、柔软（26%）占比较大，硬脆（11%）占比较小。叶片边缘形态以微波占比最大（55%），平（26%）和波状（18%）次之；叶片锯齿的锋利程度以锐（45%）和钝（45%）为主，叶齿密度以中密度（50%）和低密度（29%）为主，叶齿深度以浅密度（79%）占比较大；叶片端部形态由渐尖（63%）和钝尖（37%）构成，急尖和圆尖暂未被发现。由此可知，陕西 38 份古茶树资源表型性状在各表型级别的分布呈现一定集中性，不同表型性状变异幅度较大，在一定程度上表明，陕西古茶树种质资源表型性状遗传多样性较丰富。

2.3 陕西 38 份古茶树种质资源表型性状遗传多样性分析

对陕西 38 份古茶树种质资源 6 个表型性状（叶面积、叶形、叶色、叶身、叶面隆起性、叶片着生角度）的频率分布及多样性指数进行统计分析，结果见表 2。从表 2 可以看出，陕西 38 份古茶树种质资源 6 个表型性状（叶面积、叶形、叶色、叶身、叶面隆起性、叶片着生角度）变异丰富，并表现出一定的集中性，不同性状遗传多样性指数不同，其遗传多样性指数在 0.7934 ~ 0.9969、平均为 0.8811，其中叶身的遗传多样性指数最大（0.9969），叶面隆起性遗传多样性指数最小（0.7934）。

对陕西 38 份古茶树种质资源 9 个表型性状（叶长、叶宽、叶面积、叶形、叶色、叶身、叶面隆起性、叶片着生角度、叶脉对数）变异情况进行统计分析，结果见表 3。从表 3 可以看出，9 个表型性状均存在不同程度的变异，平均标准差为 4.6986，平均变异系数为 26.3930%，其中叶面隆起性变异系数最大（49.1349%），叶脉对数变异系数最小（10.5908%）。

2.4 陕西 38 份古茶树种质资源表型性状相关性分析

对陕西 38 份古茶树种质资源 9 个表型性状（叶长、叶宽、叶面积、叶形、叶色、叶身、叶面

表 1　陕西 38 份古茶树种质资源表型性状

资源编号	树型	树姿	叶片着生角度	叶种类	叶形	叶色	光泽性	叶面隆起性	叶身	叶质	叶缘	叶齿	叶尖
1	小乔木	半开张	水平	中叶	椭圆	深绿	中	平	平	较硬	微波	中稀浅	渐尖
2	灌木	半开张	稍上斜	大叶	长椭圆	绿	中	微隆	稍背卷	较硬	微波	中中浅	渐尖
3	灌木	半开张	水平	中叶	椭圆	深绿	中	平	平	较硬	微波	钝中浅	渐尖
4	灌木	半开张	稍上斜	中叶	椭圆	绿	强	平	平	较硬	微波	锐密中	渐尖
5	灌木	半开张	稍上斜	小叶	长椭圆	黄绿	暗	平	内折	硬脆	波状	钝稀浅	渐尖
6	小乔木	半开张	稍上斜	中叶	长椭圆	深绿	中	平	内折	较硬	微波	锐密浅	钝尖
7	小乔木	半开张	稍上斜	小叶	长椭圆	绿	中	平	内折	较硬	波状	锐密中	渐尖
8	小乔木	半开张	稍上斜	中叶	椭圆	绿	中	平	平	较硬	平	钝中中	渐尖
9	小乔木	半开张	水平	大叶	长椭圆	绿	中	微隆	内折	较硬	平	锐中中	渐尖
10	小乔木	半开张	稍上斜	大叶	椭圆	绿	中	微隆	内折	柔软	微波	钝中中	钝尖
11	灌木	半开张	稍上斜	特大叶	近圆	深绿	强	隆起	平	柔软	微波	锐稀深	钝尖
12	灌木	半开张	上斜	中叶	椭圆	绿	中	平	平	较硬	微波	锐中浅	钝尖
13	小乔木	半开张	水平	中叶	椭圆	深绿	中	平	平	较硬	平	锐中浅	渐尖
14	小乔木	半开张	稍上斜	中叶	长椭圆	深绿	中	微隆	内折	较硬	微波	中中中	渐尖
15	灌木	半开张	稍上斜	中叶	近圆	深绿	强	平	稍背卷	较硬	微波	锐中浅	钝尖
16	灌木	半开张	稍上斜	中叶	长椭圆	绿	中	微隆	平	较硬	平	钝稀浅	渐尖
17	小乔木	半开张	水平	中叶	椭圆	绿	平	平	稍背卷	较硬	波状	锐中中	渐尖
18	小乔木	半开张	水平	中叶	长椭圆	绿	中	平	稍背卷	较硬	波状	钝稀浅	渐尖
19	小乔木	半开张	稍上斜	中叶	椭圆	绿	中	微隆	稍背卷	较硬	微波	锐中浅	渐尖
20	灌木	半开张	上斜	中叶	椭圆	绿	中	平	内折	较硬	微波	锐中浅	渐尖
21	灌木	半开张	稍上斜	小叶	椭圆	绿	中	微隆	内折	较硬	微波	锐中浅	渐尖
22	灌木	半开张	稍上斜	中叶	近圆	绿	中	微隆	稍背卷	较硬	微波	锐密浅	钝尖
23	灌木	半开张	稍上斜	小叶	长椭圆	浅绿	中	平	内折	较硬	微波	中中浅	渐尖
24	灌木	半开张	稍上斜	中叶	椭圆	绿	中	微隆	内折	较硬	微波	锐中浅	渐尖
25	灌木	半开张	水平	小叶	椭圆	绿	中	平	稍背卷	较硬	平	锐中浅	钝尖
26	灌木	半开张	稍上斜	小叶	长椭圆	绿	中	平	内折	较硬	微波	锐中浅	渐尖
27	小乔木	半开张	稍上斜	小叶	长椭圆	绿	中	平	内折	较硬	平	锐中中	渐尖
28	小乔木	半开张	稍上斜	中叶	椭圆	绿	中	微隆	内折	硬脆	微波	钝密浅	钝尖
29	小乔木	半开张	上斜	中叶	椭圆	绿	中	微隆	稍背卷	柔软	波状	钝中浅	钝尖
30	小乔木	半开张	上斜	中叶	长椭圆	绿	中	微隆	内折	柔软	平	钝稀浅	渐尖
31	小乔木	半开张	稍上斜	中叶	长椭圆	绿	中	平	平	柔软	波状	钝密浅	渐尖
32	小乔木	半开张	稍上斜	中叶	椭圆	绿	中	平	内折	硬脆	平	钝稀浅	钝尖
33	小乔木	半开张	水平	大叶	长椭圆	深绿	强	平	内折	柔软	微波	钝稀浅	渐尖
34	小乔木	半开张	稍上斜	中叶	椭圆	绿	中	微隆	内折	柔软	平	钝密浅	钝尖
35	灌木	半开张	稍上斜	中叶	椭圆	深绿	强	微隆	内折	柔软	微波	钝密浅	钝尖
36	灌木	半开张	稍上斜	中叶	椭圆	深绿	中	微隆	内折	柔软	微波	钝稀浅	渐尖
37	灌木	半开张	上斜	中叶	椭圆	深绿	中	微隆	内折	柔软	平	钝稀浅	钝尖
38	灌木	半开张	稍上斜	中叶	椭圆	绿	中	微隆	内折	硬脆	波状	钝稀浅	钝尖

表 2　陕西 38 份古茶树种质资源表型性状遗传多样性指数

表型性状	编码处理	频率分布	遗传多样性指数
叶面积	1（特大叶）	0.0263	0.9040
	2（大叶）	0.1053	
	3（中叶）	0.6842	
	4（小叶）	0.1842	
叶形	1（椭圆形）	0.5526	0.8961
	2（近圆形）	0.0789	
	3（长椭圆形）	0.3684	
叶色	1（深绿）	0.2895	0.8258
	2（绿）	0.6579	
	3（黄绿）	0.0263	
	4（浅绿）	0.0263	
叶身	1（内折）	0.5526	0.9969
	2（平）	0.2368	
	3（稍背卷）	0.2105	
叶面隆起性	1（隆起）	0.0263	0.7934
	2（微隆）	0.4474	
	3（平）	0.5263	
叶片着生角度	1（上斜）	0.1316	0.8704
	2（水平）	0.2105	
	3（稍上斜）	0.6579	

表 3　陕西 38 份古茶树种质资源表型性状统计分析结果

表型性状	平均值	最大值	最小值	标准差	变异系数
叶长（cm）	101.1053	158.0000	65.0000	19.2505	19.0401
叶宽（cm）	40.5789	73.0000	28.0000	8.2712	20.3830
叶面积（cm^2）	29.4031	67.9630	14.5600	10.8776	36.9947
叶形	2.5236	3.4000	1.8000	0.3941	15.6166
叶色	1.7895	4.0000	1.0000	0.6220	34.7596
叶身	2.5000	3.0000	1.0000	0.5575	22.3002
叶面隆起性	1.6579	3.0000	1.0000	0.8146	49.1349
叶片着生角度	2.5263	3.0000	1.0000	0.7255	28.7169
叶脉对数（对）	7.3158	9.0000	6.0000	0.7748	10.5908
平均值	21.0445	36.0000	13.3000	4.6986	26.3930

隆起性、叶片着生角度、叶脉对数）进行相关性分析，结果见表 4。从表 4 可以看出，叶长与叶宽、叶面积、叶形之间极显著相关，与叶脉对数显著相关；叶宽与叶面积极显著相关，与叶形、叶色及叶面隆起性显著负相关；叶面积与叶面隆起性极显著负相关；其他表型性状间相关性不显著。

2.5　陕西 38 份古茶树种质资源表型性状主成分分析

对陕西 38 份古茶树种质资源 9 个表型性状（叶长、叶宽、叶面积、叶形、叶色、叶身、叶面隆起性、叶片着生角度、叶脉对数）进行主成分

表 4　陕西 38 份古茶树种质资源表型性状相关性分析结果

表型性状	叶长	叶宽	叶面积	叶形	叶色	叶身	叶面	叶片	叶脉
叶长	1.000								
叶宽	0.628**	1.000							
叶面积	0.874**	0.918**	1.000						
叶形	0.422**	–0.417*	–0.036	1.000					
叶色	–0.208	–0.365*	–0.305	0.236	1.000				
叶身	–0.063	0.109	0.023	–0.253	–0.038	1.000			
叶面隆起性	–0.260	–0.523**	–0.460**	0.263	0.164	0.023	1.000		
叶片着生角度	–0.212	–0.086	–0.138	–0.089	0.134	–0.175	–0.158	1.000	
叶脉对数	0.344*	0.152	0.295	0.258	0.154	0.010	–0.305	0.026	1.000

注：* 表示不同表型性状间相关性显著；** 表示不同表型性状间相关性极显著。

分析，得到 4 个主成分表型性状的特征值及其累积贡献率（表 5）。

结果表明，按照累积贡献率约 80% 的提取原则，9 个表型性状被分为 4 个主成分（PC1、PC2、PC3、PC4），累积贡献率为 79.502%。PC1 特征值为 3.100，贡献率为 34.443%，对应的特征向量与叶长、叶宽和叶面积关系密切，为高度相关因子；PC2 特征值为 1.709，贡献率为 18.987%，对叶形和叶面积影响较大；PC3 特征值为 1.378，贡献率为 15.313%，影响叶面隆起性和叶身；PC4 特征值为 0.097，贡献率为 10.759%，影响叶身和叶色。综上可知，PC1 和 PC2 为叶面积高度相关因子，PC3 为叶面性状相关因子，PC4 为叶身性状相关因子。

2.6　陕西 38 份古茶树种质资源表型性状聚类分析

对陕西 38 份古茶树种质资源 9 个表型性状（叶长、叶宽、叶面积、叶形、叶色、叶身、叶面隆起性、叶片着生角度、叶脉对数）进行聚类分析，结果见图 2。由图 2 可知，在欧氏距离 10 时，可将陕西 38 份古茶树种质资源分为两大类群。第Ⅰ类群包括 33 个古茶树种质资源，又可分为 4 个亚群，占总体的 86.8%。第 1 亚群包括编号 17、19、26、6、7、5、28、36、4 共计 9 个古茶树种质资源，散布在西乡（大河镇、峡口镇）、镇巴（兴隆镇）、南郑（福成

表 5　陕西 38 份古茶树种质资源表型性状主成分分析

表型性状	主成分			
	PC1	PC2	PC3	PC4
叶长（cm）	0.812	0.470	0.256	–0.086
叶宽（cm）	0.923	–0.275	–0.010	–0.002
叶面积（cm^2）	0.964	0.082	0.094	–0.035
叶形	–0.124	0.895	0.250	–0.111
叶色	–0.428	0.395	–0.242	0.468
叶身	0.056	–0.422	0.408	0.659
叶面隆起性	–0.584	0.119	0.612	–0.129
叶片着生角度	–0.164	–0.098	–0.662	–0.272
叶脉对数（对）	0.301	0.497	–0.451	0.451
特征值	3.100	1.709	1.378	0.097
贡献率 (%)	34.443	18.987	15.313	10.759
累积贡献率 (%)	34.443	53.430	68.743	79.502

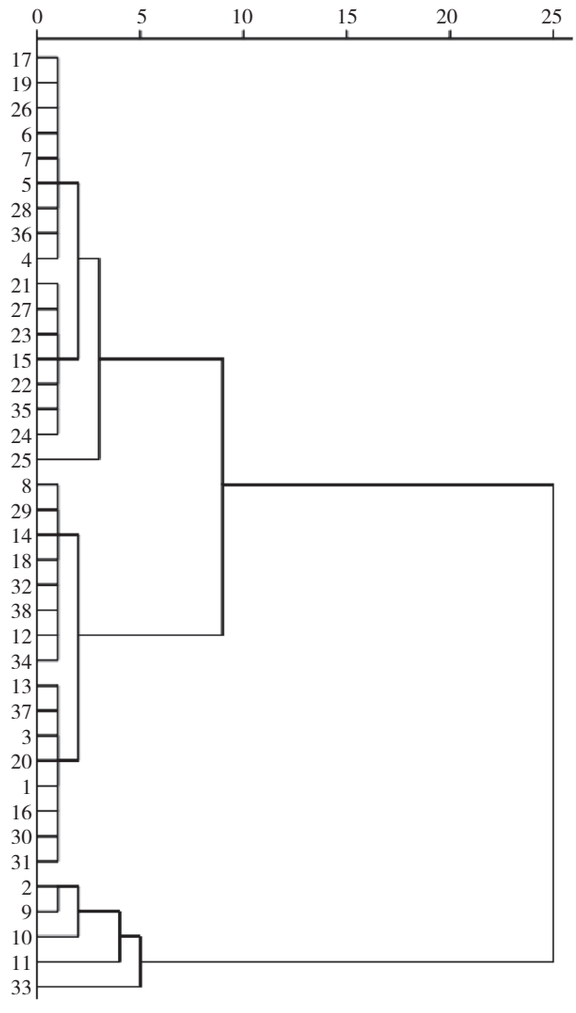


图 2　陕西 38 份古茶树种质资源表型性状聚类分析

镇）等地，第 2 亚群包括编号 21、27、23、15、22、35、24 共计 7 个古茶树种质资源，散布在镇巴（兴隆镇）、宁强（青木川镇）、南郑（福成镇），25（镇巴兴隆镇）单独聚类后又和第 1、第 2 亚群聚类到一个群；第 3 亚群包括编号 8、29、14、18、32、38、12、34 共计 8 个古茶树种质资源，散布在紫阳（向阳镇、焕古镇）、城固（二里镇）、镇巴（兴隆镇）、南郑（福成镇）等地，第 4 亚群包括编号 13、37、3、20、1、16、30、31 共计 8 个古茶树种质资源，散布在西乡（大河镇）、城固（二里镇）、镇巴（兴隆镇）、南郑（福成镇）等地。第Ⅱ类群包括编号 2、9、10、11、33 共 5 个古茶树种质资源，散布在西乡（大河镇）、紫阳（红椿镇、向阳镇）、南郑（福成镇）等地，占总体的 13.2%。

综上可知，陕西 38 份古茶树种质资源地域差别不明显，并没有严格按照地域聚类，而是按照表型性状遗传多样性进行聚类，南郑福成镇古茶树种质资源在各个类群中均有分布，镇巴兴隆镇古茶树种质资源主要分布在第Ⅰ类群，在一定程度上表明南郑福成镇和镇巴兴隆镇古茶树种质资源种类较丰富，茶树栽种历史较悠久。

3　结论与讨论

蒋会兵等[18]对云南 10 个地区 830 份茶树种质资源主要表型性状进行遗传多样性分析，结果表明云南茶树种质资源具有丰富的表型遗传多样性，14 个数值型性状的变异系数在 10.27%～48.14%、平均为 26.43%，13 个描述型性状遗传多样性指数在 0.64～1.40、平均为 1.04，不同地区茶树种质资源遗传多样性指数在 0.76～0.99，初步推断东南部为云南茶树资源表型遗传多样性分布中心。田甜等[19]研究发现，广西 35 份茶树种质资源的农艺性状遗传多样性较丰富，叶面积变异系数最大（47.03%），叶面隆起性和叶片着生角度变异系数分别为 42.54%、40.80%。黄海涛等[20]研究表明，杭州淳安鸠坑乡和余杭区瓶窑镇的 39 份鸠坑茶树资源的 16 个芽叶表型性状多样性丰富，数量表型性状叶长、叶宽、叶面积、叶形、芽长差异均极显著，变异系数在 10.97%～34.46%，其中叶面积变异系数最大 34.46%，平均遗传多样性指数 1.06，后代遗传变异水平较高，具有较高的育种潜力。俞文生等[21]对苏州东山镇 17 份茶树种质资源表型性状进行遗传多样性分析，结果表明 7 个主要表型性状的变异系数在 13.30%～31.49%，叶面积变异系数最大（31.49%）。李瑞等[22]研究发现，西北农林科技大学茶叶试验站 50 份茶树种质资源存在极显著遗传差异和丰富多样性，20 个表型性状的变异系数在 10.72%～50.29%，基于农艺性状的聚类分析，在阈值 9 时可将这 50 个茶树种质资源聚类为 5 大类群。

李华锋等[23]研究结果表明，广东连南 66 份栽培型古茶树资源 24 个叶片表型性状平

均变异系数为 31.86%，平均遗传多样性指数 1.10，在欧氏距离 20 时聚类为 5 大类群。刘福桥等[24]研究结果表明，云南双江县 168 份古茶树种质资源 19 个质量表型性状遗传多样性指数在 0.04 ~ 1.03，平均值为 0.72；各数量表型性状变异系数在 10% ~ 59%，遗传多样性指数总体较高（1.57 ~ 2.09），平均值为 1.89，表现出丰富的遗传多样性。本研究对陕西汉中、安康两地六县 38 份古茶树种质资源表型性状进行调查和遗传多样性分析，结果表明 6 个主要表型性状（叶面积、叶形、叶色、叶身、叶面隆起性、叶片着生角度）遗传多样性指数在 0.7934 ~ 0.9969，平均为 0.8811，叶身遗传多样性指数最大（0.9969）；9 个表型性状（叶长、叶宽、叶面积、叶形、叶色、叶身、叶面隆起性、叶片着生角度和叶脉对数）变异系数在 10.5908% ~ 49.1349%，平均为 26.3930%，叶面隆起性变异系数最大（49.1349%），与蒋会兵等[18]、田甜等[19]、黄海涛等[20]、俞文生等[21]、李瑞等[22]、李华锋等[23]、刘福桥等[18]研究结果存在一定差异，这可能与茶树种质资源来源、品种、采样日期及表型性状的不同选择有关；但也有一定的相似性，叶面积、叶面隆起性等变异系数均较大。在欧氏距离 10 时，可将陕西 38 份古茶树种质资源分为两大类群，第Ⅰ类群包括 33 个古茶树种质资源，又可分为 4 个亚群、占 86.8%，第Ⅱ类群包括 5 个古茶树种质资源、占 13.2%，其中南郑福成镇古茶树种质资源在各个类群中均有分布，镇巴兴隆镇古茶树种质资源主要分布在第Ⅰ类群。这与李瑞等[22]研究结果不同，并没有严格按照地域聚类，而是按照表型性状遗传多样性进行聚类，这在一定程度上表明陕西古茶树种质资源与西北农林科技大学茶树种质资源圃内的种质资源具有明显差异。

陕西不同古茶树种质资源表型性状在各表型级别的分布呈现一定集中性，不同表型性状各表型级别分布差异较大。研究结果在一定程度上表明陕西古茶树种质资源表型变异极其丰富，古茶树种质资源种类较丰富，地域性差异较明显，筛选优异茶树种质资源潜力较大，为筛选和利用陕西古茶树种质资源提供了理论依据和试验材料。外业调查还发现，陕西汉中西乡、镇巴、城固、南郑和安康紫阳、岚皋、平利、汉阴等生产性茶园较普遍，古茶树种质资源均有发现，商洛商南、山阳等茶叶发展较为迅速，古茶树种质资源尚未被发现。调查还发现西乡峡口镇江榜茗苑古茶树种质资源保护较为完善，与生产性茶园明显区别；镇巴兴隆镇青狮沟寸古茶树多被修剪成生产性茶树；紫阳向阳镇、红椿镇及南郑福成镇等其他地方古茶树基本处于散养或荒芜状态，多栽种于陡峭山坡或深山密林中，极少数部分古茶树已被严重砍伐或移栽，各类损坏古茶树的行为亟需予以制止，同时还需要学习贵州[25]、云南[26]等地，加快保护和利用陕西古茶树种质资源，为陕西优异茶树种质资源的选育提供潜在育种资源。

参考文献：

[1] 骆耀平. 茶树栽培学[M]. 北京：中国农业出版社，2007.

[2] 肖永绥. 陕西茶树品种资源[J]. 作物品种资源，1986(4)：13–15.

[3] 程良斌. 陕西省茶树品种资源调查[J]. 中国茶业，1992，14(6)：32–33.

[4] 胡歆. 陕西茶树种质资源研究进展[J]. 安徽农业科学，2012，40(1)：51–52.

[5] 潘庆. 陕西茶树种质RAPD分析及珍稀茶树种质紫阳1号的研究[D]. 杨凌：西北农林科技大学，2007.

[6] 李剑. 陕西茶树种质资源鉴定与评价[D]. 杨凌：西北农林科技大学，2008.

[7] 蒋堃. 陕西省高EGCG茶树种质资源筛选的研究[D]. 杨凌：西北农林科技大学，2010.

[8] 李瑞. 陕南茶区茶树种质资源的鉴定与评价[D]. 杨凌：西北农林科技大学，2011.

[9] 蒋国庆. 陕南茶区引种茶树抗寒性比较分析[D]. 杨凌：西北农林科技大学，2011.

[10] 武艳. 陕西茶树种质资源抗寒性评价及冷胁迫基因差异表达研究[D]. 西安：陕西师范大学，2012.

[11] 陈熙. 陕西茶树种质资源DNA指纹图谱构建

［D］. 汉中：陕西理工大学，2016.
［12］ 汉中市茶叶学会. 汉中茶业［M］. 西安：三秦出版社，2002.
［13］ 梁月荣，郑新强，陆建良，等. 茶树遗传育种研究动态［J］. 茶叶，2016，42（1）：1–5.
［14］ 梁月荣，乔如颖，郑新强，等. 2014年度茶树育种技术发展报告［J］. 茶叶，2015，41（1）：1–3.
［15］ 江昌俊. 茶树育种学［M］. 北京：中国农业出版社，2005.
［16］ 陈亮，杨亚军，虞富莲，等. 茶树种质资源描述规范和数据标准［M］. 北京：中国农业出版社，2005.
［17］ Shannon C E，Weaver W. The mathem atical theory of communication［M］. Urbana：University of Illinois Press，1994（9）：3–14.
［18］ 蒋会兵，宋维希，矣兵，等. 云南茶树种质资源的表型遗传多样性［J］. 作物学报，2013，39（11）：2000–2008.
［19］ 田甜，韦锦坚，韦持章，等. 35份茶树种质资源农艺性状及生化成分多样性分析［J］. 西北农业学报，2017，26（5）：797–804.
［20］ 黄海涛，王风雷，王贤波，等. 鸠坑茶树资源芽叶表型性状的多样性分析［J］. 浙江农业科学，2013（3）：251–254.
［21］ 俞文生，倪佳成，陈慧，等. 茶树种质资源表型遗传多样性分析［J］. 安徽农业科学，2017，45（25）：40–42.
［22］ 李瑞，肖斌，宋红霞，等. 50份茶树种质资源农艺性状及其聚类分析［J］. 西北农业学报，2011，20（10）：107–111.
［23］ 李华锋，滕杰，杨家干，等. 连南栽培型古茶树资源叶片表型性状遗传多样性及聚类分析［J］. 中国农学通报，2016，32（36）：109–114.
［24］ 刘福桥，李强，戎玉廷，等. 云南双江县古茶树种质资源的表型多样性［J］. 中国茶叶，2017（4）：22–25.
［25］ 温顺位，徐代刚，刘学，等. 铜仁市古茶树和野生茶树资源调查与保护利用［J］. 贵州农业科学，2014，42（7）：145–149.
［26］ 仝佳音，录丽平，马玉清，等. 云南景迈山古茶资源现状的调查与分析［J］. 安徽农业科学，2015，43（5）：208–210.

（责任编辑　杨贤智）