

灰楸不同流域种质变异与多样性研究

赵秋玲¹, 马建伟¹, 王军辉², 冯小芹¹, 马丽娜¹, 陈 静¹

(¹甘肃小陇山林业科学研究所, 天水 741022; ²中国林业科学研究院林业研究所/国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091)

摘要:通过对灰楸 4 个流域的 137 份种质资源的 1 年生嫁接苗 10 个表型性状的变异与多样性分析, 结果表明: 10 个表型性状在流域间、流域内均达极显著差异。流域间 10 个表型性状平均变异系数、遗传变异系数分别为 15.81%、29.08%; 遗传方差分量都约在 70% 及以上, 说明 10 个表型性状的差异主要为遗传因素, 从流域内变异看, 叶部指标和皮孔数在泾河流域和汾河流域变异较大, 生长指标和比叶重、含水量、在渭河流域和嘉陵江流域变异较大。总的 Shannon-Weaver 指数为 6.995, 趋势是嘉陵江流域 > 泾河流域 > 汾河流域 > 渭河流域。基于表型性状的聚类分析把 4 个流域的种质在遗传距离为 3.65 处分为 3 类。第 1 类包含来自渭河流域的 28 份种质和嘉陵江流域的 46 份种质, 第 2 类是汾河流域的 24 份种质, 第 3 类是来自泾河流域的 39 份种质, 叶长、叶宽、叶柄长、叶面积、生长量 5 个表型性状变异随海拔的升高具有一定的连续性。

关键词: 灰楸; 种质变异; 多样性; 聚类分析

Blastation and Diversities of *Catalpa Fargesii* Genetic Resources among Basins

ZHAO Qiu-ling¹, MA Jian-wei¹, WANG Jun-hui², FENG Xiao-qin¹, MA Li-na¹, CHEN Jing¹

(¹Research Institute of Forestry of Xiaolongshan, Tianshui, Gansu 741022; ²Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration/Research Institute of Forestry of Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091)

Abstract: The variation and diversity of ten phenotypic traits of 137 germplasm *Catalpa fargesii* Bur. collected from 4 basins were analyzed. The result showed that the 10 phenotypic exhibited significant differences between and within the basins. The mean variation coefficient and genetic variation coefficient of the ten phenotypic traits between the basins were 15.81% and 29.08%. Genetic variance components were more than 70%, which mean the genetic factors led the difference of the 10 phenotypic traits. The variation of the leaves traits and skin aperture counts were higher within the Jing basin and Fen basin. The variation of the growth index, specific leaf weight and moisture content were higher within the Weihe basin and Jialing River basin. The total Shannon-Weaver index was 6.995 and its trend was showed as follows: the Jialing River Basin > Jing River Basin > Fen River Basin > Weihe Basin. Based on the phenotypic traits, The germplasm of four drainage basins were clusted into 3 groups at 3.65 genetic distance. The first group included 28 germplasm from Weihe River basin and 46 germplasm from Jialing River basin, the second group included 24 germplasm from Fenhe basin, the third group included 39 germplasm from Jinghe basin. The variation of leaf length, leaf width, petiole length, leaf area and biomass presented a elevation-dependent distribution.

Key words: *Catalpa fargesii*; Germplasm variation; Diversity; Cluster analysis

灰楸 (*Catalpa fargesii* Bur.) 为紫薇科, 梓树属落叶大乔木, 材质优良, 坚韧致密、细腻、纹理直, 具

有不翘不裂、耐腐、耐湿、耐磨、不易虫蛀等优点。根系发达, 固土能力强, 抗风力强, 耐旱耐寒, 是我国生

收稿日期: 2011-08-10 修回日期: 2011-10-11

基金项目: 林业公益性行业科研专项经费项目 (201104001)

作者简介: 赵秋玲, 高级工程师, 主要从事楸树遗传育种研究。E-mail: zhao6046@163.com

通讯作者: 王军辉, 研究员, 从事楸树和云杉遗传育种研究。E-mail: wangjh@caf.ac.cn

态幅度较大的优良乡土树种,遍及暖温带及亚热带。灰楸的分布现状是在长期的历史演变过程中形成的,主要分布于甘肃省、陕西省、山西省、河南省境内,这些地区涵盖我国西部的汾河、泾河、渭河、嘉陵江流域4个流域。其分布特点是渭河流域、汾河流域天然分布和人工栽培混合;泾河流域天然野生较少,以人工栽培为主,多分布在房前屋后和道路两旁;嘉陵江流域天然野生较多,次生林区常见,人工栽培较少。各分布区的自然地理分布范围大致为:渭河流域 34°36′~35°39′N、105°22′~112°47′E,海拔 130~1769m;泾河流域 35°18′~35°44′N、107°09′~108°14′E,海拔 1007~1356m;汾河流域 34°47′~36°14′N、110°20′~111°54′E,海拔 918~2041m;嘉陵江流域 33°41′~34°24′N、105°05′~106°22′E,海拔 840~2869m。

目前国内对于梓树属的楸树在资源调查、分类、良种选育、苗木繁殖、造林技术等方面进行了较为系统的研究^[1-7],如张新胜等^[1]对楸树枝重与枝长、枝径的相关性,施肥效应及营养诊断,叶绿素含量与生

长的关系作了分析;郭从俭等^[2]从气孔性状对楸树生长及早期选择等方面作了详细的研究。但目前对灰楸的研究相对较少,特别是关于灰楸种质变异与多样性研究尚未见报道。为开拓和发掘灰楸良种资源,选育适应不同生态区域的优良种质资源,为西部珍贵树材培育提供支撑,利用2007年采集的4个流域的137份灰楸种质资源材料,2008年通过嫁接繁殖,对10个表型性状指标进行研究,旨在揭示灰楸种质资源表型多样性状况,为灰楸良种选育、开发利用以及分子遗传学研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料来源

2007年,在汾河(Ⅰ)、泾河(Ⅱ)、渭河(Ⅲ)和嘉陵江流域(Ⅳ)4个生态区,选择干型通直、生长旺盛、病虫害轻的优良个体137个,分别采集1年生枝条,2008年4月通过嫁接繁殖培育种质资源苗木,以1年生苗木作为研究材料。各流域不同种质收集的种质资源数量及生态因子见表1。

表 1 各流域不同种质收集的种质资源数量及生态因子

Table 1 Germplasm resources quantity of every seed collecting basins and ecological factor

流域	无性系(个)	纬度	经度	海拔(m)	年均温度(℃)	年均降雨量(mm)
Basin	Clone	Latitude	Longitude	Altitude	Annual average temperature	Average annual rainfall
I	28	34°45′~35°04′	105°22′~106°21′	1263~1769	9.6~11.5	507~550
Ⅱ	39	35°18′~35°44′	107°09′~108°14′	1007~1356	8.7~9.9	450~600
Ⅲ	24	35°29′~36°14′	110°34′~111°54′	918~2041	10~13	483~600
Ⅳ	46	33°41′~34°24′	105°05′~106°22′	840~2869	9.9~12	488~881

I 为渭河流域、Ⅱ为泾河流域、Ⅲ为汾河流域、Ⅳ为嘉陵江流域。下同

I is Weihe basin, Ⅱ is Jing River basin, Ⅲ is Fen River basin and Ⅳ is Jialing River Basin. The same as below

1.2 试验设计

试验地位于甘肃天水麦积区崖湾村。位于秦岭北坡,渭河支流川台区,地理纬度 105°54′37″E、34°28′50″N,平均海拔 1160m。年均降雨量约 600~800mm,年均蒸发量 1290.0mm,年均气温 10.7℃,≥10℃积温 3359.0℃,极端高温 39℃,极端低温 -19.2℃。无霜期约 190d。

试验采用完全随机设计,3次重复,每个重复每份种质嫁接9株,砧木选用1年生梓树。所调查的主要性状及指标如下。

1.2.1 苗高、地径 苗高、地径在苗木高生长停止后进行调查,每份种质调查27株,取其平均值。

1.2.2 叶长、叶宽、叶柄长、节间距、叶面积 (1)苗木选择。2008年8月下旬,每份种质在1个重复内

选择大小一致、生长良好、没有遮阴的3株,在每株上选择倒数第5~6轮完全展开、无病虫害的成熟叶片,每株选3片叶。(2)叶片长度。从叶片基部到叶片顶端的长度。(3)叶片宽度。每片叶最宽处标记为该叶片的叶片宽。(4)叶柄长。从叶片基部到叶柄基部。(5)节间距。一轮叶痕到另一轮叶痕之间的距离,每株调查树干中部的3轮。(6)叶面积。用数码相机照相,用CAD软件测定其叶面积。

1.2.3 比叶重与含水量测定 叶长、叶宽、叶柄长、节间距、叶面积调查后的叶片,采用直径1.0cm的打孔器,取60个小圆片,立即在数码天平(精确到0.0001)上称其鲜重(M1),然后在烘干箱110℃条件下杀青10~15min,再用80℃烘干至恒重,测定干

重(M2)。样品叶面积(S) = 60 × (1/2)2 × π, 叶片含水量(Mc) = (M1 - M2)/M1 × 100%, 比叶重 = M2/S。

1.2.4 皮孔数调查 2008 年 9 月上旬,每份种质在 2 个重复内选择大小一致、生长良好、没有遮荫的 9 株,在树干距地 1m 的高度向上,每株取长 5cm、宽 1cm 的长方形条块 5 个,调查 5 个条块内的皮孔数,计算出每 1cm² 上皮孔数量,取其平均值(精确到 0.1 个)。

1.3 数据处理

试验数据用 dps10.15 统计软件进行方差分析、聚类分析和多样性指数分析。聚类分析采用系统聚类分析欧氏距离、最短距离法,多样性指数的计算采用 Shannon-Weaver 信息指数, $H' = - \sum P_i \ln P_i$, P_i 为某性状第 i 个代码出现的概率^[8-10]。

2 结果与分析

2.1 灰楸不同流域种质变异与多样性分析

灰楸 4 个流域 10 个性状的基本统计分析结果

表 2 灰楸不同流域各性状与多样性比较

Table 2 Comparison of quantitative traits and diversities of *Catalpa fargesii* genetic resources between basins

性状 Characters	平均值 Mean	变幅 Amplitude	变异系数 (%) CV	遗传变异系数(%) Genetic variation coefficient	遗传方差分量(%) Genetic variance component	多样性指数 Diversity index	F 值 F Value
苗高(cm)	154.29	107.3 ~ 206.1	11.87	20.11	91.65	6.84	22.96 **
地径(mm)	16.11	10.59 ~ 21.94	15.99	26.03	79.17	7.09	8.60 **
叶长(cm)	20.12	14.1 ~ 25.8	11.22	21.01	92.03	7.10	24.11 **
叶宽(cm)	19.51	14.8 ~ 25.9	10.61	20.94	77.80	7.10	8.01 **
叶柄长(cm)	18.77	9.1 ~ 26.3	15.87	25.56	76.36	7.09	7.46 **
节间距(cm)	27.72	19.1 ~ 40.1	13.01	20.45	69.93	7.10	5.65 **
叶面积(cm ²)	234.73	114.81 ~ 388.26	23.64	45.11	93.54	7.11	29.98 **
皮孔数(1cm ²)	2.89	0.6 ~ 7.2	39.98	63.74	73.65	6.89	6.59 **
含水量(%)	68.34	60.39 ~ 74.73	3.83	12.72	99.95	6.58	43.17 **
比叶重(g/cm ²)	0.73	0.489 ~ 0.952	12.05	15.17	96.28	7.05	52.76 **

** 表示在 P<0.001 水平的显著性。下同
** means significant at P<0.001 level. The same as below

2.2 流域内种质间的变异与多样性

4 个流域内 10 个性状的分析结果表明(表 3), 10 个表型指标在流域内均存在不同程度的变异,各性状在流域内的差异均达到了极显著的水平。苗高平均变异系数、遗传变异系数和遗传分量分别为

表明(表 2),不同流域种质间存在很大差异,表现出显著的表型多样性。方差分析 F 检验各性状的显著性值均大于 $F_{0.01} = 1.35$,表明各性状在流域间的差异均达到了极显著的水平。10 个性状均存在不同程度的变异,平均变异系数和遗传变异系数分别为 15.81% 和 29.08%;变异系数和遗传变异系数中皮孔数的系数最大,分别为 39.98% 和 63.74%,其次为叶面积、地径、叶柄长及节间距,含水量的变异系数和遗传变异系数最小,分别为 3.83% 和 12.72%。遗传方差分量平均为 85.04%,10 个性状的遗传方差分量都约在 70% 及以上,说明灰楸 10 个表型性状的差异主要为遗传因素。

通过对灰楸种质 4 个流域的 10 个表型数据进行多样性指数(Shannon-Weaver)的计算(表 2),总的 Shannon-Weaver 指数为 6.995,从不同性状看,叶长、叶宽、节间距和叶面积的 Shannon-Weaver 指数均较高,分别为 7.10、7.10、7.10 和 7.11,最低的为含水量(6.58),Shannon-Weaver 指数总体趋势是叶部指标如叶长、叶宽、叶柄长和叶面积等高于生长指标。

11.25%、19.12% 和 91.33%,其中嘉陵江流域(Ⅳ)的变异系数、遗传变异系数最高,遗传方差分量最高的为汾河流域(Ⅲ)。地径平均变异系数、遗传变异系数、遗传分量分别为 15.62%、25.41% 和 78.02%,其中渭河流域(Ⅰ)的变异系数、遗传变异

系数最高,遗传方差分量最高的为泾河流域(Ⅱ)。叶长平均变异系数、遗传变异系数、遗传分量分别为 9.85%、13.57%、91.17%,其中泾河流域(Ⅱ)的变异系数、遗传方差分量最高,遗传变异系数最高的为汾河流域(Ⅲ)。叶宽平均变异系数、遗传变异系数、遗传分量分别为 10.13%、20.48%、76.25%,其中汾河流域(Ⅲ)的变异系数、遗传变异系数、遗传方差分量最高。叶柄长平均变异系数、遗传变异系数、遗传分量分别为 14.29%、22.61%、71.06%,其中嘉陵江流域(Ⅳ)的变异系数、遗传变异系数、遗传方差分量最高。节间距平均变异系数、遗传变异系数、遗传分量分别为 12.76%、19.99%、68.01%,其中泾河流域(Ⅱ)的变异系数、遗传变异系数、遗传方差分量最高。叶面积平均变异系数、遗传变异系数、遗传分量分别为 20.60%、40.79%、92.19%,其中泾河流域(Ⅱ)的变异系数、遗传变异系数、遗传方差分量最高。皮孔数平均变异系数、遗传变异系数、遗传分量分别为 38.55%、60.90%、70.68%,其中汾河流域(Ⅲ)的变异系数最高,遗传变异系数、遗传方差分量最高的为嘉陵江流域(Ⅳ)。含水

量平均变异系数、遗传变异系数、遗传分量分别为 3.65%、45.26%、86.98%,其中汾河流域(Ⅲ)的变异系数、遗传变异系数最高,遗传方差分量最高的为嘉陵江流域(Ⅳ)。比叶重平均变异系数、遗传变异系数、遗传分量分别为 11.69%、18.67%、83.04%,其中嘉陵江流域(Ⅳ)的变异系数最高,泾河流域(Ⅱ)的遗传变异系数最高,遗传方差分量最高的为渭河流域(Ⅰ)。总的趋势为叶部指标和皮孔数在泾河流域(Ⅱ)和汾河流域(Ⅲ)变异较大,生长指标和比叶重、含水量、在渭河流域(Ⅰ)和嘉陵江流域(Ⅳ)变异较大。

通过对 4 个流域内 137 份灰楸种质的 10 个表型数据根据不同的流域进行多样性指数(Shannon-Weaver)的计算(表 3),苗高、地径、叶长、叶宽、叶柄长、节间距、叶面积、皮孔数、含水量、比叶重的 Shannon-Weaver 指数平均分别为 5.086、5.078、5.088、5.088、5.080、5.083、5.065、4.994、5.094、5.085,从不同性状看,10 个指标 Shannon-Weaver 指数趋势是嘉陵江流域>泾河流域>汾河流域>渭河流域,最高的都在嘉陵江流域(Ⅳ)。

表 3 灰楸 4 个流域内种质性状和多样性比较

Table 3 Comparison of quantitative traits and diversities of *Catalpa fargesii* genetic resources among basins

性状 Characters	流域 Basin	平均值 Mean	变幅 Amplitude	变异系数 (%) CV	遗传变异系数(%) Genetic variation coefficient	遗传方差分量(%) Genetic variance component	多样性指数 Diversity index	F 值 F value
苗高(cm)	I	151.5	120.7~177.3	10.12	17.38	90.35	4.8508	19.723**
	II	159.9	117.7~191.1	10.86	18.26	89.21	5.3137	17.543**
	III	161.2	122.7~206.1	11.73	20.11	95.89	4.6346	47.643**
	IV	147.7	107.3~200.3	12.29	20.71	89.88	5.5442	18.77**
地径(cm)	I	1.49	1.06~1.99	17.59	28.75	76.71	4.8366	7.585**
	II	1.61	1.10~2.11	15.15	24.69	79.57	5.3061	8.789**
	III	1.72	1.15~2.19	15.08	24.52	78.81	4.6284	8.435**
	IV	1.64	1.14~2.07	14.66	23.69	76.98	5.5396	7.686**
叶长(cm)	I	19.2	16.3~23.1	9.16	18.07	92.91	4.8525	27.196**
	II	18.9	14.6~24.1	10.31	19.67	94.19	5.3147	33.427**
	III	21.5	16.7~25.4	10.27	23.25	90.43	4.6367	19.89**
	IV	21.0	16.7~25.8	9.64	17.27	87.15	5.5482	14.566**
叶宽(cm)	I	19.4	15.3~22.6	8.55	19.99	79.38	4.8530	8.686**
	II	19.3	15.3~22.9	8.84	16.26	71.01	5.3166	5.899**
	III	18.3	14.8~22.8	12.21	27.86	87.38	4.6340	14.849**
	IV	20.4	16.5~25.9	10.53	17.81	67.23	5.5470	5.103**

续表								
性状 Characters	流域 Basin	平均值 Mean	变幅 Amplitude	变异系数 (%) CV	遗传变异系数(%) Genetic variation coefficient	遗传方差分量(%) Genetic variance component	多样性指数 Diversity index	F 值 F value
叶柄长(cm)	I	19.8	9.1 ~ 24.4	14.03	22.29	69.12	4.8426	5.477 **
	II	16.8	13.1 ~ 23.4	14.31	23.01	75.87	5.3082	7.29 **
	III	19.5	15.4 ~ 25.5	13.8	20.88	62.03	4.6313	4.267 **
	IV	19.4	12.1 ~ 26.3	15.04	24.23	77.22	5.5388	7.779 **
节间距(cm)	I	27.6	22.3 ~ 34.3	10.51	16.09	60.33	4.8503	4.041 **
	II	26.8	20.5 ~ 39.8	14.66	24.06	81.46	5.3076	9.787 **
	III	28.8	22.1 ~ 40.1	13.72	21.21	66.3	4.6316	4.934 **
	IV	28.0	19.1 ~ 34.7	12.16	18.61	63.91	5.5442	4.541 **
叶面积(cm ²)	I	230.31	153.75 ~ 345.01	20.09	40.56	93.98	4.8309	32.243 **
	II	193.21	114.81 ~ 301.91	25.31	45.35	95.37	5.2789	42.175 **
	III	259.74	133.87 ~ 330.02	18.37	38.75	87.79	4.6201	15.383 **
	IV	259.57	161.51 ~ 388.23	18.64	38.51	91.62	5.5308	22.874 **
皮孔数(个/cm ²)	I	2.9	1.7 ~ 5.4	32.13	47.41	56.28	4.7934	3.575 **
	II	3.5	1.2 ~ 7.2	32.48	50.84	69.62	5.2543	5.582 **
	III	2.5	0.7 ~ 4.5	45.38	74.97	83.36	4.5071	11.019 **
	IV	2.6	0.6 ~ 5.4	44.21	70.39	73.45	5.4205	6.532 **
含水量(%)	I	68.96	65.03 ~ 73.34	3.05	30.86	81.56	4.8574	14.214 **
	II	67.92	64.83 ~ 72.07	2.87	45.62	86.25	5.3214	7.394 **
	III	69.37	62.51 ~ 74.73	4.1	54.22	89.65	4.6427	4.141 **
	IV	67.78	60.39 ~ 73.09	4.59	50.33	90.44	5.5531	16.563 **
比叶重(g/cm ²)	I	0.678	0.529 ~ 0.891	13.2	21.97	89.36	4.8469	12.756 **
	II	0.744	0.606 ~ 0.952	10.17	23.66	76.91	5.3149	7.662 **
	III	0.737	0.609 ~ 0.886	9.73	15.54	86.26	4.6380	13.56 **
	IV	0.735	0.489 ~ 0.931	13.64	13.51	79.61	5.5413	8.805 **

2.3 灰楸不同流域种质的聚类分析

对 4 个流域收集的 137 份种质的 10 个表型性状进行聚类分析,采用欧氏距离法。4 个流域 137 份种质在遗传距离为 3.65 处可分为三大类,每类的性状表型值分布情况见表 4。第 1 类包含来自渭河流域的 28 份种质和嘉陵江流域的 46 份种质,该类灰楸的叶宽、叶柄长最长,苗高、地径、比叶重最小,栽培形式为野生和人工混合栽培,海拔高度范围较广,在 130 ~ 2869m 的范围内。第 2 类是汾河流域

的 24 份种质,这类灰楸的苗高、地径、叶长、节间距、叶面积、含水量最大,平均值分别为 161.2cm、17.19mm、21.54cm、28.8cm、259.74cm²、69.57%,栽培形式为野生栽培,海拔高度中等,都在 1007 ~ 1356m 的范围内。第 3 类是来自泾河流域的 39 份种质,这类灰楸的皮孔数最多,比叶重最大,叶面积最小,栽培形式为人工栽培,地点为房前屋后和道路两旁,分布海拔相对较低。

表 4 灰楸种质资源不同性状与地理生态因子相关性分析

Table 4 Correlationship between quantitative traits and ecological factors of germplasm of *Catalpa fargesii*

性状	经度	纬度	海拔	年均温度	年降雨量
Characters	Longitude	Latitude	Altitude	Annual average temperature	Annual rainfall
苗高	0. 0101	0. 0101	0. 5775 **	0. 1839 *	0. 5678 **
地径	-0. 0179	-0. 0179	0. 5859 **	0. 1754 *	0. 4256 **
叶长	-0. 0662	-0. 0662	0. 4256 **	-0. 0036	-0. 1014
叶宽	-0. 1372	-0. 0372	0. 3658 **	-0. 0372	0. 1123
叶柄长	0. 0703	0. 0703	0. 3025 **	0. 0703	0. 1023
节间距	-0. 0739	-0. 0739	0. 0658	-0. 0739	0. 0236
叶面积	-0. 0239	-0. 0239	0. 2019 *	-0. 0239	0. 0105
皮孔数	-0. 1128	0. 0027	0. 1123	0. 1011	-0. 0142
含水量	-0. 0849	-0. 0756	0. 0906	-0. 0756	-0. 0021
比叶重	-0. 1023	-0. 0756	0. 1013	-0. 0056	0. 0129

* 表示在 $P < 0.01$ 水平的显著性。下同
* means significant at $P < 0.01$ level. The same as below

2.4 灰楸种质与生境的关系

对灰楸 10 个表型性状指标与采样地的地理生态因子相关分析和差异显著性检验结果显示,在所有性状中,苗高、地径与年均温、年均降水量、海拔呈显著正相关;叶长、叶宽、叶柄长、叶面积与海拔呈显著正相关;说明在灰楸分布区内,随着海拔的升高其叶部表型指标(叶长、叶宽、叶柄长、叶面积)有逐渐增大的趋势,生长量(苗高、地径)随年均温、降水量的增大有逐渐增大的趋势;种质越北、海拔越高,生长量越大。

3 结论与讨论

遗传多样性作为生物多样性的的重要组成部分,是物种多样性、生态系统多样性和景观多样性的基础,很多树种,如杨树(*Populus*)^[11]、云杉(*Picea*)^[12]、落叶松(*Larix*)^[13]、马尾松(*Pinus massoniana*)^[14]、火炬松(*Pinus taede*)^[15]等在种源、家系、无性系不同水平上均存在丰富的遗传变异,向志强等^[16-17]对海南粗榧,邓明文^[18]对岷江百合,邹学校等^[19]对湖南辣椒,赵香娜等^[20]对甜高粱研究发现,物种的分布区域通常是影响遗传多样性水平的主要因子,一般自然分布范围大的物种比分布范围小的物种包含较多的遗传多样性。本研究结果表明灰楸不同流域及流域内种质资源存在丰富的表型多样性($H' = 6.995$)。根据灰楸不同流域表型多样性分析的结果,嘉陵江流域和泾河流域的多样性指数较高,具有最大的表型多样性,可推断灰楸种质资源遗传多样性中心在 33°41′ ~ 35°44′N、105°05′ ~ 108°14′E,海

拔 840 ~ 2869m 范围内,同时发现灰楸遗传多样性最高的流域也是在材料数最多的嘉陵江流域和泾河流域,进一步证明了材料数多遗传多样性高的观点。

在育种研究工作中,表型性状是进行选优的直接性状,但不同的表型性状在种、种源、家系等水平上的变异不同,如蒙古栎(*Quercus*)^[21]、板栗(*Castanea mollissima*)^[22]等。对灰楸 10 个表型性状的研究表明,不同流域和流域内灰楸表型性状变异程度不同,苗高和地径在流域间的遗传变异系数分别为 11.87% 和 15.99%,而皮孔数的变异系数达到了 39.98%;渭河流域内苗高遗传变异系数为 10.12%,而叶面积的遗传变异系数达到了 20.09%。在流域间和流域内变异均较高的是地径、叶柄长、叶面积和皮孔数,而叶片含水量、叶长、叶宽的变异程度较低,苗高变异程度中等,因此灰楸种内存在较为丰富的遗传变异,并且 10 个表型性状的遗传方差分量约在 70% 及以上,说明灰楸的表型变异主要来源于遗传变异,这一结论与腊梅^[23]、中国沙棘^[24]、野生櫻桃李^[25]、野生苹果^[26]等蔷薇科植物相类似。目前国内对灰楸的遗传改良研究还处于起步阶段,生理和分子研究几乎空白,今后的研究还需要以表型选择与生理生化、抗性指标研究相结合,同时开展分子标记辅助育种,进行优良品种(无性系)的选育研究,以提高选择效率。

通过对 4 个流域灰楸 10 个表型性状的聚类分析表明,流域间的种质资源在聚类图中既有区别又有交叉,说明灰楸在由自然分布向长期栽培的演化

过程中,起源、地理生境和栽培条件造成了不同的类型,同时内在的遗传表现出了相似性。如渭河和嘉陵江这两个流域的种质在聚类图中距离较近,由于地理分布的连续,气候和生境相似,表现出亲缘关系的相近,与游明安等^[27]对长江下游大豆地方品种的聚类分析结论一致。

参考文献

- [1] 张新胜,郭从俭,张万钦,等. 楸树叶绿素含量与生长相关研究[J]. 河南林业科技,1996(1):22-23
- [2] 郭从俭,张新胜,张万钦,等. 气孔性状对楸树生长及早期选择的影响[J]. 河南农业大学学报,1996,30(1):65-71
- [3] 郭从俭,钱士金,王连卿,等. 楸树栽培[M]. 北京:中国林业出版社,1988
- [4] 焦云德,熊贵来,赵鲲. 楸树优良家系苗期选择研究[J]. 河南林业科技,1997(2):20-23
- [5] 郭从俭,张新胜,赵北林,等. 楸树自然变异与良种选择[J]. 河南农业大学学报,1994,28(3):292-297
- [6] 郭从俭,张新胜,王华荣,等. 楸树优良无性系选择初报[J]. 河南林业科技,1994(4):8-10
- [7] 吴春林,郝明灼,彭方仁,等. 不同品种楸树幼树生长及生理特性比较[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2008,32(6):123-127
- [8] 王俊娥,王赞,王运琦,等. 山羊豆种质资源形态多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2008,9(2):201-205
- [9] 张礼凤,李伟,王彩洁,等. 山东大豆种质资源形态多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2006,7(4):450-454
- [10] 刘长友,程须珍,王素华,等. 中国绿豆种质资源遗传多样性研究[J]. 植物遗传资源学报,2006,7(4):459-463
- [11] 王克胜,任建中. 杨树无性系生长和材性的遗传变异及多性状选择[J]. 林业科学,1996,32(2):111-117
- [12] 刘娇妹,王军辉,张守攻,等. 云杉种间和种源间苗期性状的遗传变异研究[J]. 河北农业大学学报,2003,26(z1):112-115
- [13] 孙晓梅,张守攻,周德义,等. 落叶松种间及种内和种间杂种

- 家系间的物候变异与早期选择[J]. 林业科学,2008,44(1):77-84
- [14] 李丹,彭少麟. 马尾松地理种源遗传变异规律研究的综述与分析[J]. 应用生态学报,2000,11(2):293-296
- [15] 孙晓霞,梁一池,阮少宁,等. 火炬松引种家系的遗传变异及速生稳定性综合评价[J]. 华南农业大学学报,2004,25(1):33-35
- [16] 向志强,刘玉成,杜道林. 不同种群海南粗榧(*Cephalotaxus hainanensis* Li)遗传多样性研究[J]. 广西植物,2002,22(3):209-213
- [17] 向志强,刘玉成,杜道林. 海南粗榧(*Cephalotaxus hainanensis* Li)5个种群遗传多样性及分化研究[J]. 武汉植物学研究,2001,19(3):220-224
- [18] 邓明文. 岷江百合种质资源遗传多样性研究[D]. 南京:南京林业大学林木遗传和基因工程林业部重点实验室,2008
- [19] 邹学校,马艳青,戴雄泽,等. 湖南辣椒地方品种资源的因子分析及数量分类[J]. 植物遗传资源学报,2005,6(1):37-42
- [20] 赵香娜,李桂英,刘洋,等. 国内外甜高粱种质资源主要性状遗传多样性及相关性分析[J]. 植物遗传资源学报,2008,9(3):302-307
- [21] 李文英,顾万春. 蒙古栎天然群体表型多样性研究[J]. 林业科学,2005(1):49-56
- [22] 周连第,兰彦平,曹庆昌,等. 板栗叶片性状表型多样性研究[J]. 中国农学通报,2005(9):136-139
- [23] 赵冰,张启翔. 腊梅种质资源表型多样性[J]. 东北林业大学学报,2007,35(5):10-13
- [24] 吴琼,孙坤,张辉,等. 山西省中国沙棘天然居群表型多样性研究[J]. 西北师范大学学报:自然科学版,2007,43(3):78-84
- [25] 丛桂芝,何琼,车风斌,等. 新疆伊犁野生樱桃李表型多样性的聚类分析及优良品系的形态特征[J]. 东北林业大学学报,2007,35(12):13-14
- [26] 刘静,周庆和,孙海伟,等. 新疆野生苹果表型多样性研究[J]. 果树学报,2004,21(4):285-288
- [27] 游明安,盖钧镒. 长江下游大豆地方品种的聚类分析[J]. 中国油料,1994,16(4):36-45

欢迎订阅 2013 年《中国生态农业学报》

《中国生态农业学报》由中国科学院遗传与发育生物研究所和中国生态经济学会主办,中国科学院主管,科学出版社出版。系中国期刊方阵双效期刊、中国科技精品期刊、中文核心期刊、RCCSE 中国权威学术期刊。

主要报道全球环境变化与农业、农业生态系统与生态农业理论基础、农田生态系统与农业资源、生态农业模式和技术体系、农业生态经济学、农业环境质量及环境保护、农业有害生物的综合防治等领域创新性研究成果。适于从事农业生态学、生态学、生态经济学以及环境保护等领域科技人员、高等院校有关专业师生、农业及环境管理工作者和基层从事生态农业建设的技术人员阅读与投稿。

国内外公开发行,国内刊号 CN13-1315/S,国际刊号 ISSN1671-3990。月刊,国际标准大 16 开本,128 页,每期定价 35 元,全年 420 元。邮发代号:82-973,全国各地邮局均可订阅。漏订者可直接汇款至编辑部补订(需另加邮资 50.00 元)。

地址:(050022) 河北省石家庄市槐中路 286 号 中科院遗传发育所农业资源中心《中国生态农业学报》编辑部

电话:(0311) 85818007

传真:(0311) 85815093

网址:<http://www.ecoagri.ac.cn>

E-mail:editor@sjziam.ac.cn