



周祥斌, 周 玮, 周 鹏, 等. 香椿种源间种子性状地理变异研究[J]. 华南农业大学学报, 2015, 36(5): 105-110.

香椿种源间种子性状地理变异研究

周祥斌, 周 玮, 周 鹏, 吴林璇, 林 玮, 陈晓阳

(华南农业大学 林学与风景园林学院/广东省森林植物种质资源创新与利用重点实验室, 广东 广州 510642)

摘要:【目的】研究香椿 *Toona sinensis* 种源间种子性状地理变异及其规律.【方法】对 11 省 35 县(市、区)的香椿种子 8 个表型性状进行了分析.【结果和结论】种子全长、种翅长、种子长、种子宽、种子厚、种子长宽比、种子宽厚比、百粒质量 8 个性状在种源间存在极显著差异.其中,种子长宽比变异系数最大,种子宽厚比变异系数最小,分别为 11.16% 和 5.60%.各性状的重复力以百粒质量最高,种子宽厚比最低,分别为 98.1% 和 75.5%.种子长与采种点经度呈极显著负相关,种子长、种子长宽比与纬度呈显著负相关,种子大小有从西南往东北方向减小的趋势.种子厚与海拔呈显著负相关,种子长宽比与海拔呈显著正相关.种子厚、百粒质量与年均温呈显著负相关,而与年均降水量呈显著正相关,种子长、种子长宽比与年均日照时间呈显著正相关,而种子厚与年均日照时间呈极显著负相关.百粒质量与种子宽厚比呈极显著负相关,而与种子长宽比相关不显著.种子宽与种子厚呈极显著正相关,而与种子全长、种翅长、种子长相关不显著.根据 8 个性状的聚类分析,可以把 35 个种源分为 5 类.

关键词:香椿; 种子; 种源; 地理变异

中图分类号:S718.46

文献标志码:A

文章编号:1001-411X(2015)05-0105-06

A study of geographic variations in seed traits of *Toona sinensis*

ZHOU Xiangbin, ZHOU Wei, ZHOU Peng, WU Linying, LIN Wei, CHEN Xiaoyang

(College of Forestry and Landscape Architecture, South China Agricultural University/Guangdong Key Laboratory for Innovative Development and Utilization of Forest Plant Germplasm, Guangzhou 510642, China)

Abstract:【Objective】The purpose of this study was to investigate the geographic variation among different provenances of *Toona sinensis* seed traits.【Method】Eight phenotypic traits of seeds from different provenances collected from 35 counties in 11 provinces were analyzed.【Result and conclusion】The results showed there were significant differences among the different provenances in the traits of seed full length, seed wing length, seed length, seed width, seed thickness, ratio of seed length/width, ratio of seed width/thickness and 100-seed mass. The variation coefficients of ratio of seed length/width was the biggest, and the ratio of seed width/thickness was the smallest, which was 11.16% and 5.64% respectively. The repeatability of 100-seed mass was the biggest, and the seed width/thickness ratio was the smallest, which was 98.1% and 75.5% respectively. Seed length was significantly positively correlated with longitude; seed length and ratio of seed length/width were significantly negatively correlated with latitude. The trend of geographic variation showed that seed sizes decreased from southwest to northeast. Seed thickness was significantly negatively correlated with altitude, but positively correlated with ratio of seed length/width. Seed thickness and 100-seed mass were significantly negatively correlated with average annual temperature, but positively correlated with average annual precipitation, respectively. Seed length and ratio of seed length/width were significantly positively correlated with average annual sunshine

收稿日期:2014-07-01 优先出版时间:2015-07-27

优先出版网址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/44.1110.s.20150727.1432.014.html>

作者简介:周祥斌(1989—),男,硕士研究生,E-mail:zxiangbin@foxmail.com;通信作者:陈晓阳(1958—),男,教授,博士,
E-mail:xychen@scau.edu.cn

基金项目:广东省林业科技创新专项(2011KJCX002, 2012KJCX002, 2013KJCX002)

time, but seed thickness was significantly negatively correlated with average annual sunshine time. 100-seed mass was negatively correlated with ratio of seed width/thickness, but not significantly correlated with ratio of seed length/width. Seed width was significantly positively correlated with seed thickness, but not significantly correlated with seed full length, seed wing length, and seed length. According to the cluster analyses of the 8 traits of *Toona sinensis*, the 35 provenances can be divided into 5 types.

Key words: *Toona sinensis*; seed; provenance; geographic variation

香椿 *Toona sinensis* 又名红香椿、椿芽树、香椿头、椿甜树、香椿树等^[1],为楝科香椿属落叶大乔木,原产于我国.香椿主要分布于长江两岸及黄河以南,北纬 22°~42°,东经 100°~125°^[2],北至辽宁省辽阳县,西至甘肃省兰州市,南至广西壮族自治区和广东省的南部地区,东至我国东部沿海及台湾省.香椿芽有较高的食用价值,其嫩芽、嫩叶营养丰富,清香宜人,生拌、熟炒、腌制皆可^[3-4];《本草纲目》中指出,香椿的叶、芽、根、皮和果实均可入药,香椿子正丁醇提取物可降低脑缺血再灌注大鼠血脑屏障通透性,香椿叶提取物还具有调节脂质代谢、缓解高血糖症、提高机体免疫力、抗疲劳、调节微循环等作用^[5],香椿茶叶加工主要是用于保健、医药等用途^[6-7];香椿树干通直,节少疤小,木材具有美丽花纹和广泛用途,在国际市场上享有“中国桃花心木”(Chinese Mahogany)之美称^[8].由于香椿分布范围广,了解种子性状地理变异及其模式,对于香椿遗传多样性评价和遗传改良是很有必要的.

1 材料与方法

1.1 供试种源

2012—2013年,从11个省35个县(市、区)采集香椿种子,采种母树20~30株,对母树的要求是:生长健壮、树型圆满、无病虫害,树高10m以上.采种母树间直线距离要求大于100m.果实收集后放室内风干,种子自然脱落,平均取各采种点母树种子均匀混合组成种源材料.各种源编号、采种点地理位置、主要气候因子状况见表1.

1.2 种子性状测定

随机抽取各种源种子30粒(要求种翅完整),使用游标卡尺测量种子全长(带种翅)、种子长(不带种翅)、种子宽(种子最宽处)、种子厚(种子最厚处),精确到0.01mm.随机抽取各种源种子100粒(要求种翅完整),用电子天平称量种子质量,重复抽取5次,精确到0.01g.

1.3 数据统计分析

数据采用 Excel 2007 整理,SPSS 19.0 进行方差

分析、相关分析、偏相关与聚类分析.方差分析采用随机模型,聚类分析采用 Ward 法,度量标准采用平方 Euclidean 距离.聚类分析和偏相关分析数据使用种源平均值,聚类分析采用“全局-1~1”标准化处理,并采用欧氏距离离差平方和进行聚类.为了解各性状在种源间的差异和遗传稳定性,计算变异系数和重复力:

$$\text{变异系数} = \text{标准误} / \text{最小值} \times 100\%$$

$$\text{重复力} = 1 - 1/F$$

其中, F 为方差分析中种源间与误差的方差比.

2 结果与分析

2.1 不同种源种子性状变异分析

香椿种源种子性状变异结果如表2所示.香椿种子的各个性状在种源间存在变异,各性状的变异幅度也存在差异,8个种子性状间变异系数为5.60%~11.16%.其中,种子长宽比变异系数最大(11.16%),变异幅度1.36~2.13,说明香椿种子形状在种源间的差异是明显的.而种子宽厚比变异系数最小(5.60%),变异幅度2.85~3.63,说明该性状在种源间的差异较小.

方差分析(表3)表明,香椿种子的种子全长、种翅长、种子长、种子宽、种子厚、种子长宽比、种子宽厚比、百粒质量在种源间都存在极显著差异,说明香椿种子性状在种源间存在丰富的变异与多样性. F 值大小顺序为百粒质量(52.216) > 种子全长(17.809) > 种翅长(14.528) > 种子长宽比(11.167) > 种子长(10.517) > 种子厚(9.306) > 种子宽(8.522) > 种子宽厚比(4.081).8个性状的重复力为75.5%~98.1%.其中,百粒质量重复力最高(98.1%),其次是种子全长、种翅长和种子长,高达90%以上.种子宽厚比重复力最低,但也达到75.5%.由此说明种子的8个性状差异主要由遗传因子控制,可作为香椿性状遗传多样性评价和地理变异研究的主要性状.

表1 香椿种源采种点地理位置和气候因子状况

Tab.1 Environmental information for seedlots of *Toona sinensis* provenances

编码	种源	经度(E)/(°)	纬度(N)/(°)	海拔/m	年均温/°C	年降水量/mm	无霜期/d	年均日照/h
XN	安徽休宁	118.18	29.78	142	16.2	1 614	231	1 931
ZZ	福建漳州	117.63	24.50	19	21.0	1 600	330	2 060
LCS	广东乐昌	113.33	25.12	98	19.6	1 522	300	1 500
JX	广西靖西	106.42	23.13	746	19.3	1 636	336	1 501
LY	广西乐业	106.55	24.77	970	16.3	1 300	270	1 000
LC	广西灵川	110.32	25.40	176	18.0	1 926	320	1 615
NP	广西那坡	105.82	23.38	794	18.0	1 422	332	1 754
NN	广西南宁	108.35	22.82	100	21.6	1 304	365	1 537
WZ	广西梧州	111.27	23.47	31	21.1	1 504	350	1 915
XA	广西兴安	110.67	25.60	226	17.8	1 842	293	1 281
YS	广西雁山	110.28	25.10	152	17.8	1 950	309	1 670
CH	贵州册亨	105.80	24.98	582	19.2	1 035	345	1 514
DJ	贵州德江	108.12	28.25	605	16.1	1 231	295	1 045
DS	贵州独山	107.53	25.82	1 000	15.0	1 346	294	1 200
PT	贵州平塘	107.32	25.82	800	17.0	1 259	312	1 361
WM	贵州望谟	106.08	25.17	636	19.0	1 223	339	1 400
XY	贵州兴义	104.88	25.08	1 250	16.8	1 512	315	1 612
YP	贵州玉屏	108.90	27.23	382	13.4	1 174	297	1 228
ZF	贵州贞丰	105.63	25.38	1 145	16.6	1 412	340	1 447
JS	湖北建始	109.72	30.60	1 152	15.5	1 480	260	1 332
XF	湖北咸丰	109.13	29.65	847	14.0	1 500	265	1 214
XE	湖北宣恩	109.47	29.98	547	15.8	1 491	294	1 136
CD	湖南常德	111.68	29.02	234	9.2	1 899	272	1 510
FH	湖南凤凰	109.58	27.93	343	15.9	1 308	277	1 266
HNYS	湖南永顺	109.85	29.00	254	16.4	1 357	286	1 306
BZ	山东滨州	117.97	37.37	9	12.7	565	205	2 632
QD	山东青岛	120.37	36.07	6	12.7	662	251	2 541
AK	陕西安康	109.02	32.68	370	16.0	1 050	253	1 610
FN	云南富宁	105.63	23.62	679	19.3	1 200	338	1 764
GN	云南广南	105.05	24.03	1 227	17.1	1 042	305	1 651
YNJS	云南建水	102.82	23.63	1 323	18.7	800	307	2 302
MLP	云南麻栗坡	104.70	23.12	1 057	18.0	1 054	349	1 762
XC	云南西畴	104.67	23.43	1 472	15.9	1 294	355	1 550
PS	重庆彭水	108.15	29.28	422	17.5	1 104	312	1 035
QJ	重庆黔江	108.77	29.53	591	15.4	1 295	274	1 167

表2 香椿种源间种子性状变异统计

Tab.2 A summary of trait variation data of *Toona sinensis* provenances

性状	平均值 ± 标准误	变异系数	最小值	最大值
全长/mm	17.77 ± 0.25	0.08	13.77	23.08
种翅长/mm	11.56 ± 0.2	0.10	8.68	15.01
种子长/mm	6.21 ± 0.09	0.08	5.09	8.06
种子宽/mm	3.89 ± 0.04	0.05	3.44	4.33
种子厚/mm	1.24 ± 0.02	0.07	0.99	1.45
种子长宽比	1.60 ± 0.03	0.11	1.36	2.13
种子宽厚比	3.14 ± 0.03	0.05	2.85	3.63
百粒质量/g	1.30 ± 0.02	0.09	0.85	1.59

2.2 香椿种子性状与地理因子的偏相关分析

种子性状和采种点地理因子的偏相关分析(表4)表明,种子全长、种子长宽比与经度呈显著负相关,种子长与经度呈极显著负相关,种子长、种子长宽比与纬度呈显著负相关,种子厚与海拔呈负相关,种子长宽比与海拔呈正相关.这说明种子长在经度上从西到东、纬度上从低到高逐渐变短,出现明显的从西南往东北方向减小的趋势.种子的厚度随海拔的升高而变小,种子形状变得细长.

表3 香椿不同种源种子表型性状方差分析

Tab.3 Analyses of variance of seed phenotypic traits among different *Toona sinensis* provenances

性状	变异来源	平方和	自由度	均方	F	显著性 ¹⁾	重复力/%
种子全长	种源间	2 232.800	34	65.671	17.809	**	94.4
	误差	3 742.804	1 015	3.687			
	合计	5 975.605	1 049				
种翅长	种源间	1 377.508	34	40.515	14.528	**	93.1
	误差	2 830.669	1 015	2.789			
	合计	4 208.177	1 049				
种子长	种源间	312.133	34	9.180	10.517	**	90.5
	误差	885.994	1 015	0.873			
	合计	1 198.127	1 049				
种子宽	种源间	49.162	34	1.446	8.522	**	88.3
	误差	172.217	1 015	0.170			
	合计	221.379	1 049				
种子厚	种源间	9.405	34	0.277	9.306	**	89.3
	误差	30.171	1 015	0.030			
	合计	39.576	1 049				
种子长宽比	种源间	32.780	34	0.964	11.167	**	91.0
	误差	87.630	1 015	0.086			
	合计	120.411	1 049				
种子宽厚比	种源间	35.197	34	1.035	4.081	**	75.5
	误差	257.500	1 015	0.254			
	合计	292.697	1 049				
百粒质量	种源间	2.782	34	0.082	52.216	**	98.1
	误差	0.216	140	0.002			
	合计	2.998	174				

1) *表示0.05水平差异显著,**表示0.01水平差异极显著.

表4 香椿不同种源种子表型性状与采种点地理因子的偏相关系数¹⁾

Tab.4 Partial correlation coefficients between geographic factors of collection sites and seed traits among different *Toona sinensis* provenances

性状	经度	纬度	海拔
种子全长	-0.387 *	-0.180	0.240
种翅长	-0.273	-0.024	0.139
种子长	-0.461 **	-0.442 *	0.352
种子宽	-0.013	0.067	-0.179
种子厚	0.278	0.140	-0.366 *
种子长宽比	-0.367 *	-0.397 *	0.368 *
种子宽厚比	-0.349	-0.110	0.248
百粒质量	-0.036	-0.019	0.026

1) *表示在0.05水平显著相关,**表示在0.01水平显著相关.

2.3 香椿种子性状与气候因子的偏相关分析

为研究香椿种子性状变异的气候生态学基础,对种子的8个性状和4个气候因子(年均温、年降水量、无霜期、年均日照)作了偏相关分析,结果如表5所示.种子厚、种子百粒质量与年均温呈显著负相关,种子厚、种子百粒质量与年降水量呈显著正相

关,种子长、种子长宽比与年均日照呈显著正相关,种子厚与年均日照呈极显著负相关,种子宽厚比与年均日照呈极显著正相关.结果显示年均温越高,种子越薄,百粒质量越小;降水越多,种子越厚,百粒质量越大;年均日照越多,种子长、种子长宽比、种子宽厚比越大,种子越薄,即种子变得越扁平.

表5 香椿不同种源种子表型性状与采种点气候因子的偏相关系数¹⁾

Tab.5 Partial correlation coefficients between climate factors of collection sites and seed traits among different *Toona sinensis* provenances

性状	年均温	年降水量	无霜期	年均日照
种子全长	0.081	-0.057	0.005	0.191
种翅长	0.096	0.012	0.051	0.079
种子长	0.007	-0.184	-0.100	0.350 *
种子宽	-0.282	0.346	0.095	-0.199
种子厚	-0.398 *	0.439 *	0.060	-0.475 **
种子长宽比	0.135	-0.298	-0.135	0.353 *
种子宽厚比	0.243	-0.274	-0.013	0.474 **
百粒质量	-0.409 *	0.395 *	0.068	-0.345

1) *表示在0.05水平显著相关,**表示在0.01水平显著相关.

2.4 香椿种子各性状相关性分析

为了探讨香椿种源种子各性状之间的相关程度,特此做了相关性分析,结果见表6。种子全长与种翅长、种子长、种子长宽比、百粒质量呈显著、极显著正相关,相关系数分别为0.940、0.699、0.546、0.495;种翅长与种子长、种子百粒质量分别呈显著、

极显著正相关;种子长与种子长宽比呈极显著正相关,相关系数达0.859,种子长与百粒质量呈显著正相关;种子宽与种子厚呈极显著正相关,与种子长宽比呈极显著负相关,与百粒质量呈显著正相关;种子厚与种子长宽比、种子宽厚比呈极显著负相关,与百粒质量呈极显著正相关;种子百粒质量与种子全

表6 香椿种子表型性状相关系数¹⁾

Tab.6 The correlation analyses of seed phenotypic traits of *Toona sinensis*

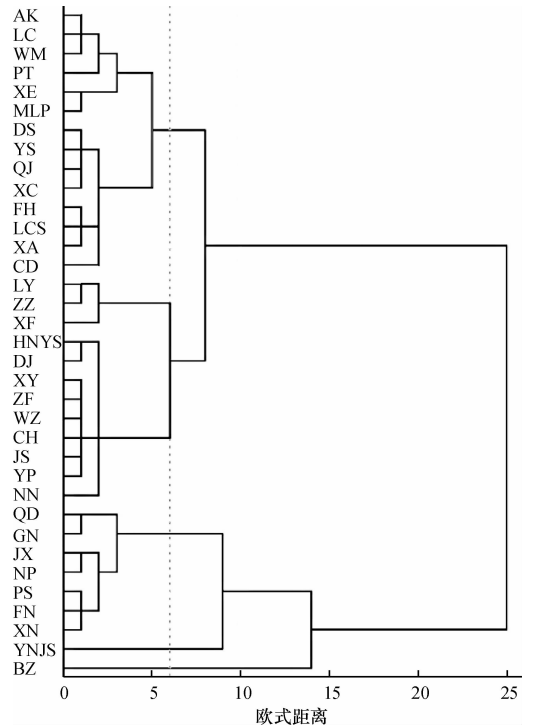
性状	种子全长	种翅长	种子长	种子宽	种子厚	种子长宽比	种子宽厚比	百粒质量
种子全长								
种翅长	0.940**							
种子长	0.699**	0.414*						
种子宽	0.044	0.102	-0.096					
种子厚	0.100	0.228	-0.210	0.714**				
种子长宽比	0.546**	0.286	0.859**	-0.589**	-0.538**			
种子宽厚比	-0.116	-0.236	0.187	0.005	-0.692**	0.150		
百粒质量	0.495**	0.469**	0.338*	0.336*	0.528**	0.109	-0.435**	

1) *表示在0.05水平(双侧)显著相关,**表示在0.01水平(双侧)显著相关。

长、种翅长、种子厚呈极显著正相关,与种子长、种子宽呈显著正相关,与种子宽厚比呈极显著负相关。

2.5 香椿种源种子性状聚类分析

对香椿种子的8个性状数据标准化处理,采用欧氏距离平方和进行聚类,结果见图1。当欧氏距离为6.0时,35个种源可以分为5类,第1类为AK、LC、WM、PT、XE、MLP、DS、YS、QJ、XC、FH、LCS、XA、CD,该类主要是重庆、贵州、湖南3省交界附近种源,混有陕西、云南、广东、广西种源,这类种子大小、百粒质量居中;第2类为LY、ZZ、XF、HNYS、DJ、XY、ZF、WZ、CH、JS、YP、NN,该类主要是贵州、广西的种源混有湖南、湖北、福建种源,种子较厚,种子长宽比、种子宽厚比居中;第3类为QD、GN、JX、NP、PS、FN、XN,这一类主要是广西、云南种源,混有山东、安徽、重庆的种源,种子主要表现为种子全长、百粒质量中等,但种子较长;第4类为YNJS,这个种源种子全长、种翅长、种子长、种子宽厚比、种子长宽比明显较平均值大,种子厚度小,百粒质量中等。第5类为BZ,这个种源与YNJS种源相反,种子全长、种翅长、种子长、种子宽、种子厚、种子长宽比、百粒质量明显较平均值小,种子宽厚比大。分类结果出现明显的从西南往东北方向种子变小变圆的趋势,但分类中出现了部分种源地理相隔很近却不属于同一类的情况。



AK:陕西安康;LC:广西灵川;WM:贵州望谟;PT:贵州平塘;XE:湖北宣恩;MLP:云南麻栗坡;DS:贵州独山;YS:广西雁山;QJ:重庆黔江;XC:云南西畴;FH:湖南凤凰;LCS:广东乐昌;XA:广西兴安;CD:湖南常德;LY:广西乐业;ZZ:福建漳州;XF:湖北咸丰;HNYS:湖南永顺;DJ:贵州德江;XY:贵州兴义;ZF:贵州贞丰;WZ:广西梧州;CH:贵州册亨;JS:湖北建始;YP:贵州玉屏;NN:广西南宁;QD:山东青岛;GN:云南广南;JX:广西靖西;NP:广西那坡;PS:重庆彭水;FN:云南富宁;XN:安徽休宁;YNJS:云南建水;BZ:山东滨州。

图1 香椿种源种子表型性状的系统树图

Fig.1 A dendrogram of *Toona sinensis* provenances based on seed phenotypic traits

3 讨论与结论

树木种子的形态具有较高的稳定性^[9],也是分类的重要依据,对树种遗传多样性研究具有重要价值.香椿作为我国原产树种,在我国的分布范围很广,从亚热带到温带的低纬度地区都有分布,由于不同地理种源长期在不同气候区域生长繁育,加上地理隔离,有可能种源之间在某些性状上存在遗传分化.本研究共收集11省35个种源,对8个性状观测与分析的结果也表明,8个种子性状间变异系数变动幅度为5.60%~11.16%,且在种源间都存在极显著差异,说明香椿种子性状在种源间存在丰富的变异与多样性.8个性状的重复力为75.5%~98.1%.其中,7个性状高于88%.由此说明种子的8个性状差异主要由遗传因子控制,可作为香椿性状遗传多样性评价和地理变异研究的主要性状.

香椿种子变异与地理相关研究已有报道.种子长在经度上从西到东、纬度上从低到高变短,出现明显的从西南往东北方向减小的趋势.种子的厚度随海拔的升高变小,种子形状变得细长.梁有旺^[10]的研究结果表明,无霜期越长种子越长,种子大小与经、纬度负相关,百粒质量与海拔正相关,并与年均温、经度负相关,本研究结果中百粒质量与纬度、年均降雨量、无霜期的相关性与之相反.陈德根^[11]的研究结果表明,南方、西南地区的种子长宽比大,偏向椭圆形,而稍北方的长宽比小,偏向圆形.郝明灼等^[12]的研究结果也说明香椿种子大小有明显的纬度变异.孙鸿有等^[13]的研究结果发现,香椿种源生长性状的地理变异基本上是与纬度相平行的南北倾斜的连续变异型,过多的日照时间并不利于其生长,这与本研究中种子的大小、生长情况也相符.

根据香椿8个性状的聚类分析,可将35个种源分为5类,第1类种子大小、百粒质量适中,第2类种子较厚,种子长宽比、种子宽厚比居中,第3类种子主要表现为种子全长、百粒质量中等,但种子较长,

第4类种子长条形,百粒质量中等,第5类种子大小、百粒质量都最小.类群种子性状出现明显的从西南往东北方向种子变小变圆的趋势,由于加入了百粒质量进行聚类,类群中也出现了部分种源地理相隔很近但不属于一类的情况.

参考文献:

- [1] 杨玉珍. 不同种源香椿抗性机理及综合评价[D]. 南京: 南京林业大学, 2008.
- [2] 辛永萍, 马勤. 香椿种质资源分布及经济价值[J]. 陕西农业科学, 2008(3): 85-87.
- [3] 李传坤, 刘爱兵, 陈德根, 等. 6个种源香椿芽菜及其芽苗菜营养成分对比[J]. 林业科技开发, 2012, 26(3): 108-110.
- [4] 郝继伟. 浅谈香椿的资源价值与利用[J]. 江苏农业科学, 2003(5): 102-103.
- [5] 袁成, 陈超, 游艳, 等. 香椿子正丁醇提取物对脑缺血再灌注致多器官功能障碍综合征的保护作用[J]. 中草药, 2013, 44(3): 323-326.
- [6] 陈丛瑾, 王琪, 林翠梧. 香椿叶的药理作用研究进展[J]. 中国药房, 2011, 22(3): 277-280.
- [7] 李平, 王承南, 周晓瑜. 香椿茶叶不同制作工艺比较[J]. 湖南林业科技, 2014, 41(1): 87-89.
- [8] 胡薇, 刘艳如, 缪妙青, 等. 多用途树种香椿的研究综述[J]. 福建林业科技, 2008, 35(1): 244-250.
- [9] 张鹏, 沈海龙. 花曲柳优树种子性状变异及其子代苗期生长表现[J]. 林业科技开发, 2013, 27(2): 18-22.
- [10] 梁有旺. 不同种源香椿种子及苗木差异性分析[D]. 南京: 南京林业大学, 2006.
- [11] 陈德根. 菜用香椿优良种源评价与筛选[D]. 南京: 南京林业大学, 2011.
- [12] 郝明灼, 陈德根, 彭方仁, 等. 8个种源香椿种子性状及芽苗菜产量和品质比较[J]. 浙江农林大学学报, 2012, 29(2): 180-184.
- [13] 孙鸿有, 王鹏飞, 方炳法, 等. 香椿地理变异与种源选择[J]. 浙江林学院学报, 1992, 9(3): 237-245.

【责任编辑 李晓卉】