

文章编号: 1001-1498(2010)03-0457-05

不同产地厚朴种子性状的变异分析

舒 泉^{1,2}, 杨志玲^{1*}, 杨 旭¹, 段红平², 于华会¹, 黄建昌³, 李树朝³

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400; 2. 云南农业大学资源与环境学院, 云南 昆明 650201; 3. 福建省泰宁国有林场, 福建 泰宁 354400)

关键词: 厚朴; 产地; 种源; 种子性状; 聚类分析

中图分类号: S722.3

文献标识码: A

Variation in Seed Characters of *Magnolia officinalis* from Different Locations

SHU Xiao^{1,2}, YANG Zhi-ling¹, YANG Xu¹, DUAN Hong-ping², YU Hua-hui¹, HUANG Jian-chang³, LI Shu-chao³

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400, Zhejiang, China;

2. Resource and Environment Institute, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, Yunnan, China;

3. Fujian Taining State Forest Farm, Taining 354400, Fujian, China)

Abstract: The length, width, thickness, length/width ratio and 100-seed weight of *Magnolia officinalis* seeds from 15 natural distribution regions in China were measured and their germination rates were tested. The results showed that there were significant differences among seeds from different region in seed characters and 100-seed weight. Correlation analysis between seed characters and geographical climatic factors showed that the main variation was of geographical locations. The annual mean temperature, annual precipitation and frost-free period were the leading ecological factors restricting the seed variation. The results of test showed that there were significant differences in germination rates among different seed sources. The seeds from Ningqiang had the highest germination rate, while that from Kaixian the minimum. The seeds from Jingning, Wuyishan and Longsheng had high germination potential. According to cluster analysis on 5 trait-location mean values including seed size and quality and geographical climatic factors, the *Magnolia officinalis* from 15 natural distribution regions could be divided into 2 provenance regions, i. e. south-east *M. officinalis* provenance region and north-west provenance region.

Key words: *Magnolia officinalis*; locations; provenance; seeds characters; cluster analysis

厚朴 (*Magnolia officinalis* Rehd. et Wils.) 为木兰科 (*Magnoliaceae*) 落叶乔木。正品药用厚朴为厚朴的根皮、干皮和枝皮, 其中的有效成分 (厚朴酚 (magnolol)、和厚朴酚 (honokiol) 及桉叶油醇等) 具有多方面的药理作用 (如燥湿消痰、下气除满), 用于湿滞伤中、脱痞吐泻、食积气滞、腹胀便秘、痰饮喘咳等^[1-4]。厚朴主要分布于 102 ~ 122 °E、

22 ~ 34 °N 之间, 分布区内的不同气候及土壤条件, 致使形成大量不同的遗传类型, 其中种子形态必然存在很大的差异。

林木种内地理变异是普遍的客观现象。前人的研究结果显示: 林木种源在种子性状方面存在一定的地理变异, 这种变异也许与分布地区的光照、温度、降雨量及海拔、纬度等多个环境因素有关, 这些

收稿日期: 2009-04-11

基金项目: 科技部林业公益性行业科研专项 (200704022)

作者简介: 舒泉 (1982—), 男, 安徽黄山人, 硕士研究生, 从事植物资源开发与环境生态学研究。

* 通讯作者: E-mail: zlyang0002@126.com

因素之间通常是相互作用相互影响的^[5-6]。种子性状的变异是对这种复杂环境的一种适应。近年来,国内对于厚朴的研究主要集中在厚朴中药效成分含量、分布、造林技术、播种密度、采收加工、生长发育规律等方面的研究^[4,7-9],而尚未见对该树种种子形态地理变异的研究报道。作为一种早期的测定手段,对厚朴种子地理变异研究可以在很短时间内取得关于该树种地理变异的格局、大小与趋势的一些重要资料,为厚朴的遗传改良及种子生产和调拨提

供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验测定的种子来源于全国厚朴自然分布区的 7 个省份 15 个产地(各产地的地理与气候因子见表 1),于 2008 年 10—11 月采集,每个产地选择 10 ~ 15 株壮龄母树(树间距 > 50 m),等量采集。采种后分产地混合家系种子。

表 1 厚朴采种点自然概况

产地	东经(E)	北纬(N)	海拔/m	年均气温/	年均日照/h	年降水量/mm	无霜期/d
1	119 38	27 58	653	17.6	1 774.4	1 542.7	241
2	119 15	27 45	1 266	17.4	2 169	1 760	245
3	119 12	28 21	1 038	16.8	1 755	1 510	251
4	119 10	27 24	851	17.5	2 800	1 600	320
5	118 37	28 03	336	17.2	1 893.5	1 782.2	255
6	118 01	27 47	1 123	17.7	1 884	1 881	273
7	110 04	26 05	1 050	18.1	1 408	1 932	314
8	106 17	29 28	635	13.5	1 695	1 153	237
9	107 25	32 54	610	14.4	1 623.8	923.5	253
10	107 26	33 03	1 136	14.1	1 657.2	857	245
11	106 17	32 49	776	12.9	1 569.7	1 121	247
12	107 30	33 19	1 387	14.7	1 543.8	935.3	201
13	106 19	33 16	1 372	13.2	1 522.3	860	203
14	105 41	33 03	740	12.6	1 433.7	742	207
15	102 35	30 34	751	16.3	1 125	1 652	291

注:1——浙江景宁,2——浙江庆元,3——浙江遂昌,4——福建政和,5——福建浦城,6——福建武夷山,7——广西龙胜,8——重庆开县,9——陕西西乡,10——陕西城固,11——陕西宁强,12——陕西洋县,13——陕西略阳,14——甘肃康县,15——四川宝兴,下同。

1.2 试验方法

每个产地随机选取 50 粒厚朴种子,用电子游标卡尺分别测定种子长度、宽度和厚度,以种子纵轴为其长度,以腹面横向最大距离为其宽度,以腹面与背面的最大距离为其厚度,测量单位精确到小数点后 2 位,计算种子长度/宽度比值,5 次重复。对 15 个产地的种子以十字对角线取样法,检测各产地的百粒质量。种子形态性状及百粒种产地变异按完全随机设计模型进行方差分析。

用十字对角线取样法对各产地分别抽取 3 × 100 粒厚朴种子,进行场圃发芽率试验。于 2008 年 11 月 24 日在浙江富阳中亚苗业公司苗圃(119°25'E, 29°44'N)播种,苗床宽 1 m,条状播种,条宽 15 cm,条间距 20 cm,采用随机区组设计,3 次重复;黄土为覆盖土,厚度 1 cm,每天进行水分管理。从 2009 年 3 月 10 日开始,每隔 10 d 调查 1 次出苗率,直到前后 2 次无变化为止,最终出苗率按随机区组模型进行方差分析。

1.3 数据处理

用 Excel 软件建立厚朴种子原始数据文档,运用 DPS 7.05 软件进行方差分析,并对不同产地的种子性状及地理气候因子采用欧氏距离离差平方和法聚类分析。

2 结果与分析

2.1 厚朴种子形态变异

2.1.1 种子形态的产地变异 种子地理变异研究涉及种子的颜色、大小、组成、休眠以及发芽习性各个方面。近年来,国内开展的马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.)、樟子松(*P. sylvestris* var. *mongolica* Litv.)、油松(*P. tabulaeformis* Carr.)种源试验表明,种子大小与产地有关^[5]。林木种子形态属一种较为稳定的性状,它比林木的根、茎、叶稳定性高^[10]。对厚朴种子形态性状的产地间方差分析(表 2)表明:厚朴种子的形态指标长度、宽度、厚度、长度/宽度及百粒质量均差异极显著($P < 0.01$),说明厚朴产地

间种子性状存在丰富的遗传变异。15个产地的种子形态和百粒质量的统计结果表明,厚朴的平均种子长9.58 mm,种子宽7.62 mm,种子厚4.36 mm,百粒质量15.77 g。

表2 厚朴种子产地形态性状方差分析

性状	均值	极差	变异系数/%	产地间自由度	F
长度/mm	9.58	1.94	5.85	14	26.92**
宽度/mm	7.62	1.43	5.74	14	11.95**
厚度/mm	4.36	0.99	7.22	14	28.28**
长度/宽度	1.22	0.26	6.58	14	8.63**
百粒质量/g	15.77	8.82	17.54	14	65.00**

注:*表示 $P < 0.05$ 的显著水平,**表示 $P < 0.01$ 的极显著水平,下同。

由表3可见:产于四川宝兴的厚朴种子最长10.78 mm,陕西洋县的最短8.84 mm;浙江庆元的种

子最宽8.68 mm,陕西城固和甘肃康县的最窄7.25 mm;福建浦城的种子最厚4.76 mm,陕西略阳的最薄3.77 mm;种子长度/宽度最大的是四川宝兴1.35,最小的是浙江遂昌1.09,即浙江遂昌的种子趋向圆形变异。产地间种子百粒质量的变异系数(17.54%)最大,这说明其产地间的遗传分化显著,优良种子选择的潜力很大。厚朴种子百粒质量最大的为广西龙胜,均值为20.37 g,其次是四川宝兴和福建武夷山,均值分别为18.62、17.75 g,百粒质量最小的是陕西洋县11.55 g。种子长度、宽度、厚度、长度/宽度及百粒质量最大值分别是最小值的1.22、1.20、1.26、1.24和1.76倍。为了比较15个产地两两间种子形态性状及质量,对15个厚朴产地进行LSD多重比较,结果见表3。

表3 种子形态产地变异及多重比较($\bar{x} \pm SD$)

种源	长度/mm	宽度/mm	厚度/mm	长度/宽度	百粒质量/g
1	9.73 ±0.63bc	8.11 ±0.82cd	4.66 ±0.49abc	1.21 ±0.15cde	17.57 ±0.43c
2	9.53 ±0.63cd	8.68 ±0.83a	4.25 ±0.32hi	1.11 ±0.13f	16.10 ±0.34d
3	9.16 ±0.54e	8.56 ±1.06ab	4.35 ±0.35fgh	1.09 ±0.19f	16.80 ±0.64cd
4	9.28 ±0.86de	8.26 ±0.90bc	4.42 ±0.30efg	1.14 ±0.18ef	16.94 ±0.63cd
5	9.95 ±1.13b	8.00 ±1.11cde	4.76 ±0.40a	1.28 ±0.30abcd	17.40 ±1.06c
6	9.29 ±0.68de	7.85 ±0.97def	4.73 ±0.41ab	1.20 ±0.19de	17.75 ±0.87bc
7	10.70 ±0.70a	8.33 ±0.83abc	4.60 ±0.32abcd	1.30 ±0.17ab	20.37 ±0.37a
8	9.96 ±0.92b	8.36 ±1.03abc	4.59 ±0.60bcd	1.21 ±0.16cde	16.95 ±0.81cd
9	9.22 ±0.65e	8.01 ±0.78cde	4.30 ±0.35ghi	1.16 ±0.17ef	16.21 ±0.33d
10	9.19 ±0.69e	7.25 ±0.70g	3.90 ±0.31j	1.28 ±0.17abc	12.12 ±0.50f
11	9.41 ±0.66de	7.54 ±0.92fg	4.16 ±0.25i	1.27 ±0.19bcd	14.47 ±0.14e
12	8.84 ±0.87f	7.74 ±0.92ef	4.55 ±0.51cde	1.15 ±0.15ef	11.55 ±0.23f
13	9.46 ±0.89cde	7.37 ±1.18g	3.77 ±0.62j	1.33 ±0.29ab	11.57 ±0.64f
14	9.17 ±0.66e	7.25 ±0.70g	3.90 ±0.31j	1.28 ±0.17abcd	12.11 ±0.46f
15	10.78 ±0.72a	8.13 ±1.09cd	4.49 ±0.48def	1.35 ±0.21a	18.62 ±0.66b

注:不同字母表示5%水平差异显著。

2.1.2 种子性状与地理气候因子的相关性 从厚朴种子性状与地理气候因子的相关系数(表4)可以看出:厚朴种子大小及质量(除种子长度外)与纬度的相关性均极显著负相关,随纬度的增加,种子似有减小的趋势,即北部种子往往较小,这是因为在北方,气温比南方低,植物为了避开寒冷和干燥等一些不利于繁殖后代的环境而产生大量的小种子,小种子较大种子在种子数量上占优势^[11],所以在北方植物进行有性繁殖时,由于受资源量的限制,在种子大小和数目间必然产生对抗,植物就会倾向于产生大量的小种子而不选择产生少量的大种子,以提高植物自身的生存适合度^[12]。经度与种子宽度呈显著正相关,与种子长度/宽度呈显著负相关,即越往东,种子越接近圆形。种子大小及质量与海拔高度

呈负相关,即海拔高度越高,种子越小,这与种子随纬度的变化趋势一致。从气候角度分析,种子宽度、厚度及质量与年均气温均极显著正相关,即年均气温越高,种子向形状、质量大的方向发展。种子长度/宽度与年均日照相关性显著,即年均日照越长,种子有向圆形变异的趋势,这与经度对种子的效应相同。种子大小及质量与年均降水量均显著或极显著正相关,说明随降水量的增加,种子有形状、质量增大的趋势。无霜期与种子长度、宽度显著正相关,与种子质量极显著正相关,即无霜期越长,种子越长、越宽且质量越大。总体上看,不同产地厚朴种子的大小和质量的变化趋势基本上呈以南-北为主的变异模式,产地年均气温、年均日照及无霜期是制约种子地理变异的主导生态因子。

表4 厚朴种子性状与地理气候因子相关性

地理气候因子	长度	宽度	厚度	长度/宽度	百粒质量
经度	-0.16	0.54*	0.44	-0.60*	0.40
纬度	-0.45	-0.78**	-0.68**	0.30	-0.84**
海拔高度	-0.33	-0.12	-0.36	-0.18	-0.42
年均气温	0.35	0.68**	0.68**	-0.30	0.75**
年均日照	-0.35	0.37	0.17	-0.62*	0.13
年降水量	0.55*	0.70**	0.71**	-0.13	0.85**
无霜期	0.53*	0.50*	0.45	0.01	0.79**

2.2 厚朴种子发芽率

15个产地厚朴种子的场圃发芽率试验结果表明:来源于浙江景宁、福建武夷山及广西龙胜的种子出苗最快且持续的时间最短,即该3个产地的种子发芽势高。对15个产地的场圃发芽率方差分析表明,厚朴种子发芽率产地间差异极显著($F = 639.34, P < 0.01$),产地间变幅为26.6%~91.2%。15个产地厚朴发芽率平均为59.4%,发芽率大于平均值的有来源于浙江景宁、福建武夷山、广西龙胜和陕西城固、宁强、洋县及四川宝兴7个产地的种子(图1),发芽率最高的是陕西宁强91.2%,发芽率最低的是重庆开县26.6%。

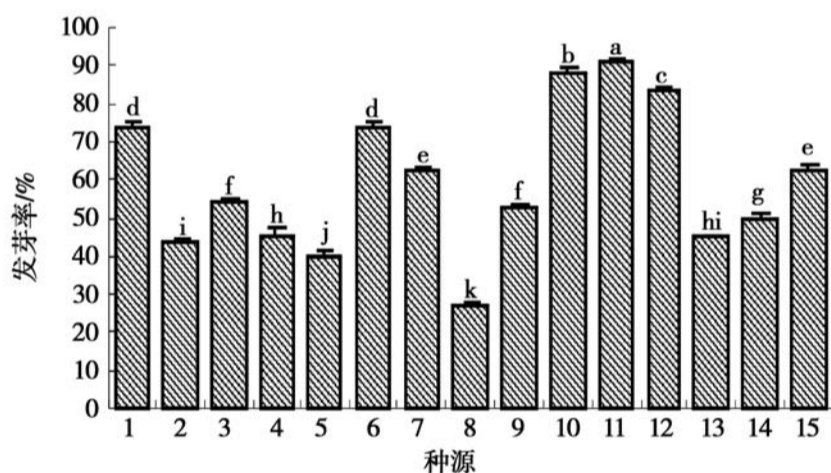


图1 厚朴种子发芽率

2.3 厚朴发芽率的广义遗传力

厚朴种子发芽率广义遗传力(H^2)按照续九如^[13]的方法计算($H^2 = 1 - 1/F$, F 为方差分析的 F 检验值),结果显示:场圃发芽率广义遗传力在0.90以上,因而,可以认为以厚朴场圃发芽率为主的种源选择改良潜力巨大,可望收到良好的群体(产地)选择效果。

2.4 厚朴种源的初步区划

由于厚朴分布广,各产地间又有差异,所以进行种源区划是必要的。有研究表明,以亲代特征为指标的地理变异模式与种源试验的结果基本相符^[14]。因此,对亲代种子性状进行聚类分析对于早期获得种源区划信息具有重要意义。现利用厚朴产地的地理及生态因子以及种子性状中差异显著的5项指标进行聚类(图2、3)。

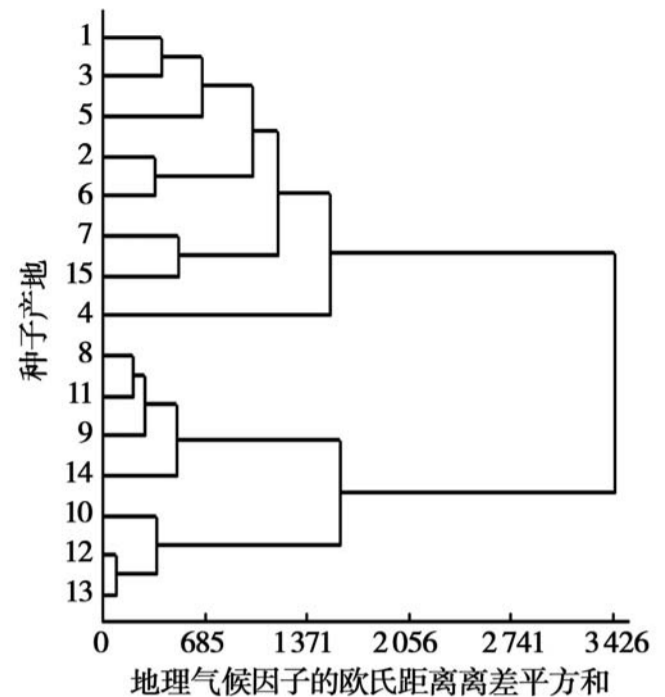


图2 厚朴种源地理气候因子的聚类分析

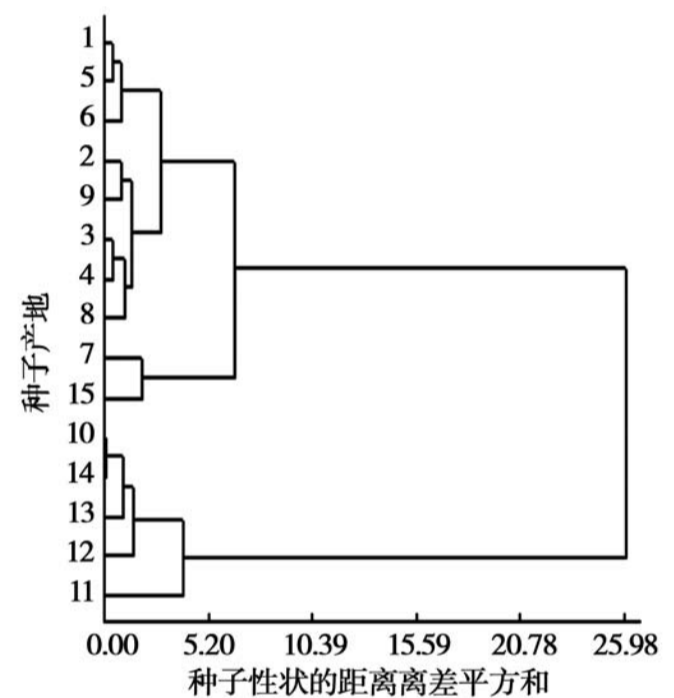


图3 厚朴种子性状聚类分析

从图2、3中可以看出:采用地理气候因子的区划结果与种子性状的区划结果基本吻合。15个厚朴产地被聚为两类,分别为东南厚朴种源区与西北厚朴种源区。东南种源区的厚朴种子长度、宽度、厚度及百粒质量均比西北种源区的厚朴种子形状、质量大,而种子长度/宽度则比西北种源区小,这可能与东南种源区的环境因子有关,因为该种源区具有年均气温较高、年均降水较大,气候稳定、天灾稀少的栖息地,植物密度很高,竞争激烈,在这样的环境下植物会采取K-对策^[12],即种子形状、质量大。

进一步分析可以看出:陕西西乡与重庆开县2个产地在地理及气候上属于西北种源区,但是在种子性状聚类分析中则属于东南种源区,这可能是由于厚朴在东南地区呈现连续分布,而在西北等地区呈现不连续分布。在西北,厚朴群体较小,这种小群体将会发生遗传漂变的结果,也可能由于这2个产地的种子性状分化不明显所致,仍需进一步分析才

能得出正确的结论。

3 结论与讨论

(1) 对我国 15 个产地厚朴种子的试验研究表明:厚朴种子形态特征在产地间差异极显著,产地效应较为明显,产于厚朴分布区南部(例如广西龙胜、福建武夷山等)的种子往往大于北部(例如陕西洋县、略阳等)的种子,这与我国厚朴产区的气候条件有关。从厚朴种子形态与产地的气候因子相关分析结果看,产地的纬度、年均气温、年降水量和无霜期是引起厚朴种子大小及质量差异的主要地理气候因子,这 4 个因子中纬度与种子大小及质量呈极显著负相关,年均气温、年降水量及无霜期与种子大小及质量分别呈极显著或显著正相关,这与研究木荷(*Schima superba* Gardn. et Champ.)种子质量的主导因素是年降水量^[15]一致;而经度与种子大小及质量呈正相关,但未达到显著水平,这一结论与苦楝(*Melia azedarace* L.)种子质量存在明显的经向变异^[10]不一样,而与甘草(*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.)种子的经向变异一致^[16]。海拔与种子大小及质量负相关不显著。总体上看,各产地种子大小、质量的这种以南-北地理变异为主是由于经纬度的改变伴随着环境条件改变的结果。由于经度的变化(主要反映在年降水量),从东到西相对湿度逐渐减少;由于纬度的变化(主要反映在年均气温等),从北到南热量因子逐渐增加,相对湿度逐渐增大。

(2) 百粒质量反映了种子的大小和饱满程度,百粒质量越大种子越饱满,其内含的营养物质越丰富,可以提供促发芽的物质越多,使发芽迅速整齐。百粒质量对幼苗的生长和生物量也有较大影响。种子质量越大,幼苗越高大,生物量越高^[11,17];所以可以根据种子的质量来选择厚朴不同产地的种子,对早期的厚朴育苗具有重要的意义。研究表明,厚朴种子百粒质量最大的为广西龙胜,均值为 20.37 g,百粒质量最小的是陕西洋县,均值为 11.55 g。

(3) 场圃发芽率分析结果显示,种源间发芽率差异极显著。来源于浙江景宁、福建武夷山、广西龙胜和陕西城固、宁强、洋县及四川宝兴 7 个产地的种子发芽率高于平均值,所以该 7 个产地的种子在浙江富阳育苗能取得比较理想的结果。分析还发现,在厚朴自然分布区内,来源于东南种源区的厚朴种子发芽势高,而来源于西北种源区内高于平均值的 7 个产地的种子发芽率有 4 个,即说明了北种南移

比南种北移容易成活。这对于今后的厚朴引种具有一定的指导意义。厚朴发芽率的广义遗传力较高,说明厚朴种子发芽率严格受自身内在的遗传因素控制。

(4) 通过聚类分析,厚朴种子性状聚类结果与产地地理气候的聚类结果基本吻合,可将厚朴所调查的 15 个产地明显的分为东南种源区和西北种源区,东南种源区的种子质量较西北种源区的大。由于引种的就近原则,即环境的相似性,所以在引种时,应按照引种地的实际地理气候情况,尽量选择同一种源区内地理气候因子相近的地区作为种源区进行引种,厚朴种源区划为后期的引种提供了基本依据。

参考文献:

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:化学工业出版社, 2005:176
- [2] 王立青,江荣高,陈蕙芳. 厚朴酚与和厚朴酚药理作用的研究进展[J]. 中草药, 2005, 36(10):1591-1594
- [3] 殷帅文,何旭梅,郎峰祥,等. 厚朴化学成分和药理作用研究概况[J]. 贵州农业科学, 2007, 35(6):133-135
- [4] 斯金平,张志松,潘心平. 厚朴研究综述[J]. 浙江林业科技, 1994, 14(1):51-54
- [5] 李晓洁,徐化成. 白皮松种子发芽习性及其种源变异的研究[J]. 林业科学, 1989, 25(2):97-104
- [6] 宋丽华,王娅丽. 几个臭椿种源种子的生物学特性变异研究[J]. 农业科学研究, 2005, 26(1):18-22
- [7] 郭丽冰,赵丽华. HPLC 测定不同来源姜制厚朴中厚朴酚及和厚朴酚的含量[J]. 中国现代中药, 2006, 8(9):17-19
- [8] 王承南,夏传格. 厚朴药理作用及综合利用研究进展[J]. 经济林研究, 2003, 21(3):80-81
- [9] 潘心平,斯金平,刘 饶,等. 厚朴播种育苗密度[J]. 浙江林学院学报, 1994, 11(3):253-257
- [10] 程诗明,顾万春. 苦楝表型性状梯度变异的研究[J]. 林业科学, 2006, 42(5):29-35
- [11] 马绍宾,姜汉侨,黄衡宇,等. 药物植物桃儿七不同种群种子产量初步研究[J]. 应用生态学报, 2001, 12(3):363-368
- [12] 于顺利,陈宏伟,李 晖. 种子重量的生态学研究进展[J]. 植物生态学报, 2007, 31(6):989-997
- [13] 续九如. 林木数量遗传学[M]. 北京:高等教育出版社, 2006:34-51
- [14] 徐化成,孙肇凤. 油松种群地理分化的多变量分析[J]. 林业科学, 1984, 20(1):9-17
- [15] 张 萍,金国庆,周志春,等. 木荷苗木性状的种源变异和地理模式[J]. 林业科学研究, 2004, 17(2):192-198
- [16] 魏胜利,王文全,秦淑英,等. 甘草种源种子形态与萌发特性的地理变异研究[J]. 中国中药杂志, 2008, 33(8):869-872
- [17] 武高林,杜国祯. 植物种子大小与幼苗生长策略研究进展[J]. 应用生态学报, 2008, 19(10):191-197