

东部沿海地区苦楝果实的性状变异

教忠意, 唐凌凌, 王保松, 隋德宗

(江苏省林业科学研究院, 江苏 南京 211153)

摘要: 对苏鲁两省沿海地区 10 个产地苦楝 *Melia azedarach* 果实长、果实宽、果实长宽比、果实千粒质量、核果长、核果宽、核果长宽比和核果千粒质量 8 个果实性状进行测定和分析。结果表明, 各性状在产地间和产地内家系间存在显著差异, 产地间变异系数为 2.15% ~ 18.53%, 均小于产地内家系间变异系数。产地间广义遗传力为 59.68% ~ 96.06%, 亦均小于产地内家系间的广义遗传力。说明苦楝产地间和产地内家系间存在丰富的遗传变异, 且产地内家系间变异 > 产地间变异。相关分析结果表明, 供试苦楝产地果实性状受经度和纬度双重影响, 主要呈现以纬度为主, 以经度为辅的变异模式, 聚类分析结果进一步验证了这一判断。苦楝产地内和产地间丰富的遗传变异为选育抗风耐盐等优良品种提供了资源基础。图 1 表 4 参 9

关键词: 林木育种学; 苦楝; 果实; 性状; 变异

中图分类号: S722.5; S792.33 文献标志码: A 文章编号: 1000-5692(2009)06-0792-05

Fruit characteristics of *Melia azedarach* in eastern coastal areas of China

JIAO Zhong-yi, TANG Ling-ling, WANG Bao-song, SUI De-zong

(Jiangsu Academy of Forestry, Nanjing 211153, Jiangsu, China)

Abstract: Eight characteristics (i.e. length, width, and length-width ratio of both drupes and stones along with weight per 1 000 drupes and 1 000 stones) for ten producing areas of *Melia azedarach* in coastal areas of Jiangsu and Shandong Provinces were measured and analyzed using correlation and cluster analyses. Results showed that each index differed significantly between families both for all producing areas ($P < 0.05$) and within each area ($P < 0.05$). In addition, the coefficient of variation for all producing areas was 2.1% - 18.5% which was less than between families within each producing area. The broad heritability for all producing areas was 60.0% - 96.1% which was also less than between families within each producing area. Correlation and cluster analyses showed that both latitude ($r = 0.632$) and longitude ($r = 0.549$) influenced fruit characteristics. Results suggested that there was abundant genetic variation between families for all producing areas as well as within each area. [Ch, 1 fig, 4 tab, 9 ref.]

Key words: forest tree breeding; *Melia azedarach*; fruit; character; variation

苦楝 *Melia azedarach* 为落叶乔木, 是中国优良的乡土树种, 分布范围为 $18^{\circ} \sim 40^{\circ} \text{N}$, $97^{\circ} \sim 124^{\circ} \text{E}$ ^[1]。它生长速度快, 材质优良, 驱虫耐腐, 其根、皮、花、果均可入药, 是高效低毒的广谱生物农药原料之一, 又是良好的蜜源植物和工业原料^[2-3]。中国盐碱土约有 $9.91 \times 10^7 \text{ hm}^2$, 其中, 现代盐碱土 $3.69 \times 10^7 \text{ hm}^2$, 残余盐碱土 $4.49 \times 10^7 \text{ hm}^2$, 潜在盐碱土 $1.73 \times 10^7 \text{ hm}^2$ ^[4]。抑制土壤盐渍化, 改良利用现有盐渍土地的一条重要途径是恢复植被。据相关资料报道, 苦楝能耐 $4.6 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐胁迫, 且分布和用途广泛, 是沿海地区盐碱土植被恢复的优良树种^[5]。因此, 了解苦楝果实性状的变异程度, 对苦楝良种选择与遗传改良, 以及开发利用盐碱土地资源, 都具有重要意义。为此, 笔者以江苏、山

收稿日期: 2008-11-08; 修回日期: 2009-06-08

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划项目(2006BAD09A04); 江苏省高技术研究计划项目(BG2003302)

作者简介: 教忠意, 助理研究员, 从事园林植物遗传育种和景观生态研究。E-mail: jiaoyi7884@163.com。通信作者: 王保松, 研究员, 从事林木遗传育种研究。E-mail: baosong66@sohu.com

东沿海地区 10 个产地苦楝的 8 个形态指标作为研究内容，研究其性状变异，旨在为苦楝选优和良种选育提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

在苦楝天然分布区内的江苏、山东两省沿海地区，选择 10 个有代表性的产地进行采样。10 个产地分别为江苏省东台、大丰、射阳、滨海、响水、赣榆；山东省胶南、诸城、平度、招远(表 1)。在每个产地随机选取 4 棵年龄基本一致的成年单株，在各单株树体不同方向采集健康成熟的果实，并从中随机选择 30 粒进行测定。

表 1 采样产地经纬度

Table 1 Latitude and longitude in sampling origin

经纬度	江苏省						山东省			
	东台	大丰	射阳	滨海	响水	赣榆	胶南	诸城	平度	招远
北纬	32°53′	32°59′	33°45′	33°59′	34°11′	35°03′	35°51′	36°01′	36°45′	37°27′
东经	120°37′	120°39′	120°10′	119°46′	119°35′	119°12′	119°57′	119°12′	119°59′	120°09′

1.2 测定方法

利用游标卡尺测定苦楝的果实长和宽、核果长和宽，并计算果实长宽比和核果长宽比，利用天平称量果实百粒质量和核果百粒质量，并换算成千粒质量。因果实呈不规则椭圆形，果实宽采用果实中部 2 个垂直方向的宽度平均值。

1.3 统计分析

性状差异用方差分析法分析^[6-9]，产地性状聚类用最短距离法聚类^[7]。产地和家系遗传力采用公式： $h^2 = 1 - 1/F$ ，其中 h^2 为性状广义遗传力， F 为方差分析中的 F 检验值^[8]。全部统计分析均在 SAS 和 Excel 软件的相关程序下完成。

2 结果与分析

2.1 果实性状的表型差异

由表 2 可见，10 个供试产地的 8 个果实性状均存在明显差异。果实长均值变幅为 1.39 ~ 1.48 cm，东台最大，较最小的平度产地高出 6.08%；果实宽均值变幅为 1.15 ~ 1.30 cm，东台最大，比最小的诸城产地高出 11.54%；果实长宽比均值变幅为 1.09 ~ 1.24，赣榆产地平均值最大，比最小的大丰高出 12.10%；核果长均值变幅为 1.14 ~ 1.26 cm，响水最大，较最小的平度产地高出 9.52%；核果宽均值变幅为 0.86 ~ 0.95 cm，东台最大，较最小的平度产地高出 9.47%；核果长宽比均值变幅为 1.25 ~ 1.47，响水最大，较最小的大丰产地高出 14.97%；果实千粒质量均值变幅为 775.00 ~ 1 325.00 g，最大为东台产地，比最小的胶南产地高出 41.51%；核果千粒质量均值变幅为 402.50 ~ 585.33 g，最大值产地为东台，比最小的平度产地高出 31.24%。

果实长等 8 个性状产地内的变异系数幅度分别为 9.79% ~ 15.46%，8.95% ~ 15.47%，7.03% ~ 11.10%，4.97% ~ 34.93%，9.87% ~ 15.41%，8.40% ~ 14.72%，8.32% ~ 86.47%，12.13% ~ 36.24%。而产地间的果实长等 8 个性状变异系数分别只有 2.15%，4.60%，4.36%，18.53%，3.23%，3.40%，4.38%，12.95%。产地内的性状变异 > 产地间的性状变异。

2.2 苦楝果实性状遗传变异特征

由表 3 可知，供试苦楝的果实长等 8 个性状的产地间差异均达显著或极显著水平，从其广义遗传力 h^2 来看，各性状传递给子代的能力较强。产地内家系间果实长等 8 个性状差异均达极显著水平，广义遗传力 h^2 分别达 94.25%，95.72%，97.00%，97.39%，93.38%，92.73%，71.35% 和 98.52%。供

表2 苦楝10个产地8个果实性状的表型差异

Table 2 Representational difference of 8 fruit traits from 10 *Melia azedarach* producing areas

产地	果实长/ cm	果实宽/ cm	果实 长宽比	果实千粒 质量 / g	核果长/ cm	核果宽/ cm	核果 长宽比	核果千粒 质量 / g
东台	1.48 (15.46)	1.30 (15.47)	1.14 7.03	1 325.00 (34.93)	1.25 (13.59)	0.95 (14.72)	1.32 (8.32)	585.33 (36.24)
大丰	1.41 (10.68)	1.30 (12.47)	1.09 (9.94)	1 187.50 (21.57)	1.16 (12.22)	0.93 (12.07)	1.25 (10.32)	529.80 (22.65)
射阳	1.43 (9.79)	1.24 (10.73)	1.16 (7.84)	962.50 (4.97)	1.21 (13.40)	0.90 (11.05)	1.35 (11.02)	474.60 (13.64)
滨海	1.39 (12.71)	1.22 (9.83)	1.13 (10.37)	1 050.00 (18.65)	1.17 (15.41)	0.88 (12.42)	1.33 (14.42)	461.05 (14.79)
响水	1.43 (10.47)	1.19 (12.22)	1.21 (8.89)	950.00 (17.72)	1.26 (11.07)	0.86 (11.74)	1.47 (12.42)	535.38 (12.13)
赣榆	1.43 (9.92)	1.16 (12.29)	1.24 (10.02)	862.50 (21.88)	1.23 (9.87)	0.92 (13.70)	1.34 (86.47)	490.68 (28.50)
胶南	1.43 (14.17)	1.16 (11.69)	1.24 (10.18)	775.00 (24.99)	1.21 (13.23)	0.88 (14.06)	1.39 (13.10)	477.25 (29.83)
诸城	1.41 (10.13)	1.15 (11.03)	1.22 (8.13)	850.00 (19.80)	1.21 (9.92)	0.86 (11.26)	1.40 (10.48)	406.75 (25.15)
平度	1.39 (9.86)	1.18 (12.28)	1.18 (11.10)	825.00 (28.21)	1.14 (11.04)	0.86 (11.44)	1.34 (13.86)	402.50 (19.67)
招远	1.47 (12.44)	1.20 (8.95)	1.23 (10.22)	825.00 (10.50)	1.25 (10.80)	0.88 (8.40)	1.42 (9.46)	403.33 (14.20)
产地间变异 系数/%	2.15	4.60	4.36	18.53	3.23	3.40	4.38	12.95

说明：括号内为产地内变异系数(%)。

试产地果实长等8个性状的遗传变异系数分别为10.77%，24.73%，23.70%，32.01%，16.99%，17.81%，20.75%和22.28%，不同产地间果实性状存在显著的遗传变异。果实各性状差异的F值均为

表3 苦楝产地间及产地内家系间果实性状方差分析结果

Table 3 Variance analysis results of fruit traits in different families

性状	均方		F值		h ² / %		遗传变异 系数/%
	产地间	产地内	产地间	产地内	产地间	产地内	
果实长	0.113 3	0.327 5	4.01**	17.39**	75.06	94.25	10.77
果实宽	0.371 8	0.315 5	17.96**	23.35**	94.43	95.72	24.73
果实长宽比	0.321 7	0.243 8	25.37**	33.38**	96.06	97.00	23.70
果实千粒质量	126 868.06	217 590.49	2.48*	38.37**	59.68	97.39	32.01
核果长	0.184 3	0.236 2	8.54*	15.10**	88.29	93.38	16.99
核果宽	0.110 0	0.123 6	9.19*	13.75**	89.12	92.73	17.81
核果长宽比	0.487 2	0.587 6	2.71**	3.49**	63.10	71.35	20.75
核果千粒质量	15 239.65	41 074.95	1.15	67.36**		98.52	22.28

说明：**表示0.01水平显著，*表示0.05水平显著。

产地内家系间>产地间；性状变异的广义遗传力为产地内家系间>产地间。由此说明，苦楝果实性状不仅产地间存在显著的变异，而且产地内家系间也有显著变异。果实各性状遗传力均较高，受环境影响小，能稳定遗传。

2.3 果实性状变异与产地的相关性

苦楝 8 个果实性状与经度、纬度的相关分析表明(表 4)，果实宽、果实长宽比、果实千粒质量、核果宽和核果千粒质量 5 个性状产地与纬度的相关系数分别为-0.780, 0.761, -0.863, -0.662, -0.838，而与经度的性状相关程度一般都较纬度弱。因此，可初步推断苦楝果实性状变异受纬度和经度双重影响，以纬向变异为主。选取上述 5 个性状用最短距离法对供试产地进行聚类分析，结果见图 1。可将供试产地明显地划分为 2 大组群，即组群 1，包括招远、平度、诸城、赣榆、胶南、响水、射阳、滨海；组群 2，包括大丰和东台。其中，组群 1 又可划分为招远、平度、诸城、赣榆、胶南组群和响水、射阳、滨海组群，可见地理纬度分布相近的种源聚在一起。由此可知，苦楝产地果实表型性状主要呈现以纬度为主，以经度为辅的变异模式。

表 4 苦楝果实性状与经纬度的相关分析

Table 4 Correlation analysis in fruit traits between latitude and longitude

相关系数	果实长	果实宽	果实长宽比	果实千粒质量	核果长	核果宽	核果长宽比	核果千粒质量
经度	0.471	0.870**	-0.623 [△]	0.631 [△]	-0.021	0.611 [△]	-0.480	0.385
纬度	-0.038	-0.780**	0.761*	-0.863*	0.033	-0.662*	0.540	-0.838**

说明：相关临界值 $|r_{0.01}| = 0.765^{**}$ ， $|r_{0.05}| = 0.632^*$ ， $|r_{0.10}| = 0.549^{\Delta}$ 。

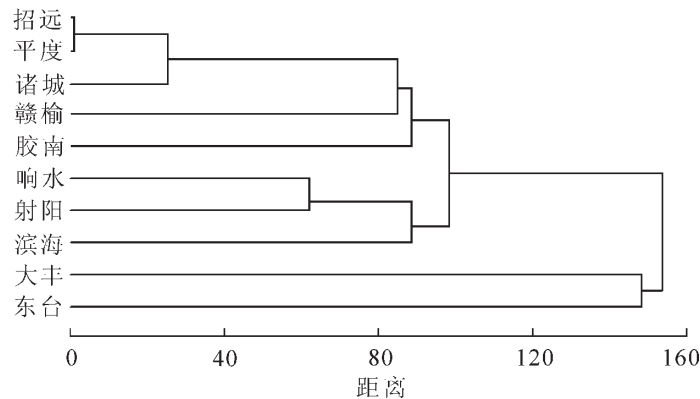


图 1 苦楝产地果实性状聚类分析

Figure 1 Cluster analysis of fruit traits of *Melia azedarach* producing areas

3 结论与讨论

在苦楝局部分布区江苏省与山东省取材条件下研究得出以下结果：①10 个供试产地的 8 个果实性状无论在产地间还是在产地内家系间都存在显著变异。表型变异幅度核果长宽比最大，果实长宽比最小。产地间果实千粒质量变异系数最大，果实长变异系数较小，产地内家系间变异高于产地间变异。②果实性状变异的广义遗传力为产地内家系间>产地间，遗传变异系数为 10.77% ~ 32.01%。苦楝果实各性状遗传力均较高，受环境影响小。苦楝优良品种选育时，应先在苦楝产地间优选，进而在优良家系中优选，能缩短选育时间。③苦楝果实性状与产地经纬度的相关分析结果表明，供试苦楝产地果实性状受经度和纬度双重影响，呈现以纬度为主，以经度为辅的变异模式。聚类分析结果进一步表明，供试苦楝产地可明显地依纬度划分为几大组群。

植物形态特征的变异往往具有适应意义，天然群体中保持丰富的变异储存对群体是有利的。苦楝产地内家系间多种基因所对应的表型变异范围很广，这种变异也为苦楝的抗风、耐盐、速生和丰产等

优良品种的遗传选择奠定了基础。而苦楝丰富的变异反映了地理、生殖隔离上的差异,也说明了苦楝不同产地间基因型的稳定性,这种稳定是在长期适应其所处生境并与之互动下形成的。沿海地区苦楝对盐碱土生境已有了较强的适应性,产地内家系间变异的丰富性也说明苦楝耐盐碱优良家系的选择具有较好的可操作性和可行性。

本试验仅限于东部沿海苏鲁两省苦楝局部分布区的试验结果,苦楝全体分布区试验资料尚待充实和完善。苦楝果实遗传改良需与生长性状改良紧密结合,至于苦楝果实性状与苗期、幼龄期速生性状的相关性,尚待进一步研究。

致谢: 论文撰写得到了江苏省林业科学研究院李晓储研究员和南京林业大学森林资源与环境学院季孔庶教授的指导,谨表谢意。

参考文献:

- [1] 程诗明. 苦楝聚合群体遗传多样性研究与核心种质构建[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2005.
CHENG Shiming. *Study on Genetic Diversity of Multitudinous Populations and Construction of Core Germplasm in Melia azedarach*[D]. Beijing: Chinese Academy of Forestry, 2005.
- [2] 余德新, 范秒仔. 阔叶材热板干燥技术初探[J]. 浙江林学院学报, 1991, 8(2): 141 - 146.
YU Dexin, FAN Mizi. Press drying of *Melia azedarach* hardwood [J]. *J Zhejiang For Coll*, 1991, 8(2): 141 - 146.
- [3] 蒋泽平, 梁珍海, 汪有良, 等. 苦楝优良无性系试管苗玻璃化的影响因素[J]. 浙江林学院学报, 2006, 23(4): 420 - 423.
JIANG Zeping, LIANG Zhenhai, WANG Youliang, et al. Factors influencing vitreous shoots of fine *Melia azedarach* clones in vitro [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2006, 23(4): 420 - 423.
- [4] 王遵亲, 祝寿泉, 俞仁培, 等. 中国盐渍土[M]. 北京: 科学出版社, 1993.
- [5] 苗海霞, 孙明高, 夏阳, 等. 盐胁迫对苦楝根系活力的影响[J]. 山东农业大学学报, 2005, 36(1): 9 - 12.
MIAO Haixia, SUN Minggao, XIA Yang, et al. Effects of salt stress on root activity of *Melia azedarach* L. seedlings [J]. *J Shandong Agric Univ*, 2005, 36(1): 9 - 12.
- [6] 朱仁海, 杨琪瑜, 沈文瑛. 统计分析方法[M]. 北京: 中国林业出版社, 1990.
- [7] 刘洪谔, 李晓储. 柳杉地理种源造林试验[J]. 浙江林学院学报, 1993, 10(4): 387 - 395.
LIU Honge, LI Xiaochu. Results of eight-year's planting test for *Cryptomeria fortunei* geographic provenance [J]. *J Zhejiang For Coll*, 1993, 10(4): 387 - 395.
- [8] 李晓储, 黄利斌, 王浩介, 等. 杉木的种源选择效果[J]. 亚热带林业科技, 1987, 15(3): 174 - 180.
LI Xiaochu, HUANG Libin, WANG Haojie, et al. A study on the selective effect of provenances of *Cunninghamia lanceolata* [J]. *Subtrop For Sci Technol*, 1987, 15(3): 174 - 180.
- [9] 续九如. 林木数量遗传学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.