

白榆种源的地理变异和 基因型稳定性

白榆种源研究协作组*

摘要 本文报道了在14个试验点所作46个种源的地理变异和生态稳定性研究结果。发现我国白榆种源间存在着极大的异质性。生长力随纬度方向呈渐变模式,分布区南部黄淮流域的种源生长快,分布区北部各种源生长慢。试验点生境的优劣,对白榆生长影响很大,并存在有一定的种源×地点的交互作用。因此,根据多点的综合分析,提出了各种源的生产力和生态稳定性参数,为各造林地区选用适宜种源提供了依据。

关键词 白榆; 种源试验; 林木遗传稳定性

白榆(*Ulmus pumila* L.)因材质好,在我国北方成为重要民用材造林树种之一。由于分布区辽阔,在长期的自然选择和种间基因渗入作用下,致使种源和个体间有很大的遗传变异性,因此,我们于1980年开始了白榆地理变异的协作研究。目的在于揭示种源遗传变异的性质和程度,了解主要性状的地理变异模式,以便为制定白榆遗传改良策略和种源区划提供科学依据。由于白榆地理变异的基本模式以前曾做过报道^[1],故本文着重多点综合分析和各种源的生态稳定性分析。

一、材料和方法

1980年春在我国境内,于北纬 $29^{\circ}30'$ — $48^{\circ}40'$,东经 $81^{\circ}19'$ — $127^{\circ}30'$,海拔2.3—2201.2 m的范围内,确定48个采种点采种(自由授粉种子)。多数种源的采种母树为20株,少数为10株,个别为混合采种。当年在12个省(区)的14个地点育苗。苗圃采用3—5行小区、4—6次重复的随机完全区组设计。

1982年春季在23个试验点用二年生苗造林。株行距 4×4 或 4×3 m,采用随机完全区组设计,每个小区9株,正方形栽植,5或6次重复。各试验点均以当地种源为对照。由于一些种源苗木不足,致使各试点种源数目不等,其中甘肃兰州、河南孟县、辽宁兴城、新疆呼图壁县四个地点拥有34个共同的种源,并具地理代表性,选定为本文进行多点综合分析的基本试点。

本文于1988年7月11日收到。

* 本文由中国林科院林研所马常耕和辽宁省林业科学研究所田志和执笔。

各试点每年生长停止后调查一次树高和胸径生长量。对生长节律、寒害和物候期也做了较详细的观察记载。

二、统计分析

(一) 采用多元线性回归模式 $\hat{Y} = b_0 + \sum b_i x_i$ 对各种源生长表现与其原产地地理位置各因子间的关系进行了分析, 以判断种源的地理变异趋势。

(二) 为揭示种源 \times 立地的交互作用, 和揭示白榆与环境互作的量, 按混合模式, 进行了多点综合方差分析^[2]。

$$Y_{jri} = M + L_j + P_i + R_{jr} + (LP)_{ji} + E_{jir}$$

Y_{jri} 为第 j 地点内, r 重复, i 种源生长表现值; M 为总平均数; L_j 为地点效应(固定的); P_i 为种源效应(固定的); R_{jr} 为 j 地点内 r 重复效应(随机的); $(LP)_{ji}$ 为地点 \times 种源交互作用效应(固定的); E_{jir} 为误差项(随机的)。

(三) 为揭示各种源生长的生态稳定性和适应性, 试用了三种统计方法。

1. Tai, G.C.C.^[3] 提出的方法 参数 \hat{a}_i 是互作效应值与环境效应的回归; 参数 $\hat{\lambda}_i$ 是离回归方差与机误方差的比值; 认为完全稳定型品种的 $\hat{a}_i = -1$, $\hat{\lambda}_i = 1$ 。

2. Wricke, G.^[4] 提出的生态价(E_i)和生产力指数(PQI)公式 生态价是种源 \times 环境的交互作用的一种数量化表达形式。生态价越小, 适应性越广。生产力指数代表各种源的生产能力, 是供试品种生长量与试点环境效应的商。此值越大, 该品种的生产力愈高。

3. Eberhart, S.A. 和 W.A. Russell^[5] 提出的品种生产力对试点环境指数的回归(b_i)和线性回归的离差($\bar{s}^2 d$)方法 把 $b_i = 1$ 和 $\bar{s}^2 d = 0$ 作为品种生态稳定性的标准值。 b_i 值大于 1, 表明该品种对环境反应越敏感, 适应性越差。

以上各公式的计算均见参考文献。

三、结果与讨论

(一) 回归分析

对拥有 34 个共同种源的 4 个试点的生长数据进行了计算(表 1)。从表 1 的树高和胸径与产地地理座标各因子的偏回归系数可以看出, 对生长影响最大的是原产地的纬度和海拔, 其偏回归系数 t 检验多数达显著或极显著水平, 并成负相关。从简单相关系数来看, 生长力与原产地纬度和海拔也成显著的负相关, 而与经度成正相关。可以认为, 随纬度单向渐变是白榆生长性状地理变异的主要方向, 其次为沿经度和垂直高度方向的变异。

(二) 按单一试点的方差分析

本文共计算了 14 个试点 7 年生白榆的生长表现(表 2)。种源间树高生长除内蒙呼和浩特、宁夏青铜峡 2 个试点差异不显著, 青海化隆点差异显著外, 其余 11 个点差异均极显著, 方差分量 15.09—64.64%; 胸径生长除宁夏青铜峡 1 个点差异不显著, 青海化隆 1 个点差异显著外, 其余 12 个点差异都极显著, 方差分量 8.93—55.64%。

表1 种源生长与种源地理位置的关系

性状	试验地点	系数	地理位置			回归F值
			纬度	经度	海拔	
树	甘肃 肃州	偏回归 相关	-0.0698**	0.0051	-0.0002	11.28**
			-0.6728**	0.2220	-0.3544**	
高	河南 孟县	偏回归 相关	-0.0651*	0.0349*	-0.0005*	11.12**
			-0.4574**	0.5409**	-0.4833**	
高	辽宁 兴城	偏回归 相关	-0.0377*	0.0178	-0.0004	5.26**
			-0.4140*	0.4603**	0.3736*	
高	新疆 呼图壁	偏回归 相关	-0.0609*	0.0127	-0.0003	6.301**
			-0.5044**	0.2079	-0.3779*	
胸	甘肃 肃州	偏回归 相关	-0.0851**	0.0147	-0.0004*	12.37**
			-0.6195**	0.3111	-0.4150**	
径	河南 孟县	偏回归 相关	-0.0042	0.0194	-0.0006*	3.01*
			-0.1182	0.3417*	-0.356*	
径	辽宁 兴城	偏回归 相关	-0.0328	0.0225	-0.0006*	6.09**
			-0.2933	0.5480**	-0.4696	
径	新疆 呼图壁	偏回归 相关	-0.0550*	0.0137	-0.0004	3.78*
			-0.4238**	0.1379	-0.3164	

注: **示0.01水平上显著, *示0.05水平上显著。

表2 按地点的方差分析

试验地点	性状	方差来源的F值			方差分量(%)		
		重复	种源	机误	重复	种源	机误
陕西合阳	树高	13.705 (4)	5.261 (36)	(144)	15.60	38.80	45.60
	胸径	11.973 (4)	3.472 (36)	(144)	16.56	27.61	55.83
陕西西安	树高	25.461 (4)	7.284 (34)	(136)	23.66	42.51	33.83
	胸径	12.341 (4)	2.216 (35)	(140)	20.24	15.58	64.18
陕西大荔	树高	23.073 (4)	3.209 (35)	(140)	29.81	21.51	48.68
	胸径	25.151 (4)	2.589 (34)	(136)	34.37	15.83	49.80
山西怀仁	树高	10.099 (5)	6.153 (37)	(185)	11.48	40.93	47.59
	胸径	5.156 (5)	4.412 (34)	(170)	7.07	33.68	59.25
青海化隆	树高	10.183 (5)	1.660* (37)	(185)	10.43	64.64	24.88
	胸径	9.112 (5)	1.715* (37)	(185)	16.01	8.93	75.06
内蒙呼和浩特	树高	5.815 (5)	1.007 ^{NS} (29)	(145)	0.00	25.40	74.60
	胸径	0.831 ^{NS} (5)	1.114 (29)	(145)	0.00	14.20	85.20

续表 2

试验地点	性 状	方差来源的 F 值			方差分量 (%)		
		重 复	种 源	机 误	重 复	种 源	机 误
甘 肃 兰 州	树 高	9.448 (5)	10.128 (39)	(195)	45.47	49.12	5.41
	胸 径	4.208 (5)	8.390 (39)	(195)	3.50	53.33	43.17
新 疆 呼 图 壁	树 高	48.637 (6)	3.958 (40)	(240)	40.34	15.95	43.71
	胸 径	19.993 (6)	2.495 (42)	(252)	26.69	12.92	60.39
河 南 孟 县	树 高	7.856 (5)	7.445 (37)	(185)	8.06	47.66	44.30
	胸 径	6.313 (5)	1.818 (37)	(185)	10.95	10.68	78.37
宁 夏 青 铜 峡	树 高	6.547 (3)	1.555 ^{NS} (35)	(105)	11.90	10.72	77.38
	胸 径	3.667* (3)	1.047 ^{NS} (35)	(105)	6.82	1.09	92.08
辽 宁 新 民	树 高	2.913* (4)	3.587 (45)	(180)	55.71	15.09	29.20
	胸 径	2.586 (4)	3.096 (45)	(180)	2.33	28.82	68.85
辽 宁 兴 城	树 高	3.188* (5)	9.052 (35)	(175)	2.50	56.00	41.50
	胸 径	5.462 (5)	5.386 (35)	(175)	6.67	39.43	53.90
辽 宁 庄 河	树 高	29.071 (6)	13.330 (35)	(210)	22.04	49.74	28.22
	胸 径	24.387 (6)	6.783 (35)	(210)	26.24	33.36	40.40
山 东 兖 州	胸 径	14.597 (5)	11.359 (35)	(175)	12.14	55.64	32.22

注: 表中 NS 表示差异不显著, * 为 0.05 水平显著, 其余为极显著; 圆括号内数字为自由度。

对各试点种源生长的差异做了 Bonferoni-T 检验。表 3 仅列出了各试点前六位的种源生长量 and 对照种源的平均生长量。表明: ① 相同种源在不同试点生长量不同。各种源在山东兖州、河南孟县、陕西西安市等试验点生长最好; 而在青海化隆、陕西合阳、陕西大荔等试验点生长最差, 原因是它们之间的气候或土壤因子区别较大。反应了白榆的生态反应敏感性和适应幅度。② 不同种源在不同试点生长表现也不同。它反映出白榆各种源有不同的生态适应性。吐鲁番、赤峰和乌鲁木齐种源仅在宁夏青铜峡试点生长较好, 在其余 13 个点均远远落在后边。在多数试验点上生长表现好的种源有舞阳、乐陵、焦作、济宁、杞县、孟县、故城和邓县种源, 它们均来自黄淮种源亚区^[1]。

(三) 多点方差分析

对含 34 个共有种源 4 个试点的材料作统计分析。表 4 表明种源之间在树高和胸径生长上的差异均达极显著水平, 方差分量分别为 57.5 % 和 33.4 %。说明进行白榆种源选择具有很大潜力。种源 × 试点的交互作用方差分量虽占总方差的百分数较小, 但从 F 值看, 种源 × 试点的交互作用, 树高性状达 5 % 显著水平, 胸径达 10 % 显著水平。表示出不同种源对不同环境有不同的反应。

表3 各试点生长量等级顺序和 Bonferroni-T 检验

(单位: 树高(m)、胸径(cm))

位次	陕西合阳		陕西西安		陕西大荔		山西怀仁		青海化隆		甘肃兰州		新疆呼图壁							
	项目	种源	树高	胸径	种源	树高	胸径	种源	树高	胸径	种源	树高	胸径	种源	树高	胸径				
1	运城	5.20*	5.75*	9.28*	11.69*	乐陵	4.28**	5.50*	焦作	6.04*	7.31*	4.42**	4.57*	焦作	8.73**	10.91*				
2	焦作	5.08*	6.06*	9.26*	12.19*	襄阳	3.97*	5.03*	故城	5.98*	7.62*	4.08*	3.92*	华县	5.62*	6.20*				
3	邓县	5.06*	5.88*	8.90*	12.20*	舞阳	3.85*	4.71*	魏县	5.90*	7.54*	3.98*	4.33*	孟县	5.60*	6.41*				
4	济宁	5.18*	5.65	8.89*	11.93*	邓县	3.64*	4.49	文登	5.77*	7.43*	3.93*	4.93*	济宁	5.52*	6.26*				
5	魏县	5.08*	5.65	8.61*	12.52*	济宁	3.61	4.53*	获嘉	5.92*	7.16	3.83	3.69	杞县	5.55*	6.01				
6	盐城	4.90	5.93*	8.02	12.19*	杞县	3.60	4.32	获嘉	5.73*	7.19*	3.76	3.83	兖州	5.43	6.25*				
CK	大荔	4.60	5.47	7.72	10.72	大荔	3.29	4.17	清水河	4.50	5.39	3.67	3.50	兰州	4.10	5.39				
平均		4.38	4.96	7.82	10.49		2.97	3.49		5.18	6.43	3.47	3.23		4.96	5.38				
S.D±		0.61	0.79	0.79	0.64		0.65	1.01		0.52	0.76	0.41	0.67		0.48	0.68				
—————																				
位次	河南孟县		宁夏青铜峡		内蒙呼和浩特		辽宁新民		辽宁兴城		辽宁庄河		山东兖州							
项目	种源	树高	胸径	种源	树高	胸径	种源	树高	胸径	种源	树高	胸径	种源	树高	胸径	种源	树高	胸径		
1	邓县	8.11*	12.12**	盐城	6.56*	8.49*	文登	6.47*	7.55*	孟县	7.72*	9.51*	8.06*	9.48*	乐陵	7.38*	9.04*	孟县	10.16*	13.1*
2	焦作	7.90*	11.49*	吐鲁番	6.23*	7.53*	舞阳	6.38*	7.49*	舞阳	7.71*	9.63*	7.84*	9.14*	故城	7.28*	9.28*	濮阳	9.64*	12.0
3	魏县	7.63*	11.74*	乌鲁木齐	6.12*	7.40*	获嘉	6.37*	7.36	济宁	7.69*	9.83*	7.53*	8.88	北京	7.01*	9.05*	舞阳	9.44	13.10*
4	杞县	7.57*	10.86	杞县	5.87	7.85*	乐陵	6.30*	7.36	故城	7.68*	9.88*	7.47	9.34*	杞县	7.40*	8.56	焦作	9.44	13.0*
5	获嘉	7.53*	10.16	获嘉	5.67	7.41*	大荔	6.05	7.48*	五原	7.63*	9.50*	7.43	8.90	孟县	7.21*	8.22	襄阳	9.41	12.7
6	五原	6.99	11.14*	赤峰	5.58	7.63*	北京	5.79	7.50*	北京	7.52*	9.94*	7.30	8.89	魏县	6.50	9.40*	杞县	9.39	12.2
CK	孟县	7.55	10.88	固原	5.37	6.94	清水河	4.79	5.71	新民	6.70	8.50	6.83	8.37	兴城	6.17	7.81	兖州	8.83	12.6
平均		6.63	10.07		5.36	6.58		5.49	6.53		7.05	8.72	6.86	8.25		6.28	7.71		8.56	11.8
S.D±		0.84	0.90		0.53	0.76		0.77	0.89		0.46	0.67	0.64	0.79		0.73	0.93		0.97	1.15

注: 此表中仅列了各试验点6个表现最好种源和对照种源的平均生长量。
 * 为大于林分平均数一个标准差, Bonferroni-T 检验水平为5%, ** 为大于林分平均数二个标准差的种源。

表 4 多点方差分析

方差来源	期望均方	树 高			胸 径		
		自由度	方差(%)	F 值	自由度	方差(%)	F 值
地点 (L)	$\delta^2 + PS^2_R + \frac{PR\sum Li^2}{L-1}$	3	36.3	103.2**	3	58.9	237.5**
种源 (P)	$\delta^2 + \frac{RL}{P-1} \sum P^2_R$	33	57.5	15.17**	32	33.4	7.12**
地点 × 种源 (L × P)	$\delta^2 + \frac{R}{(P-1)(L-1)} \sum LP^2_K$	99	0.1	1.25*	96	0.1	1.18△
地点内区组	$\delta^2 + PS^2_R$	20	0.5	4.33**	20	0.3	2.26**
种源 × 地点内重复	δ^2	660	5.6		640	7.3	

注：**在0.01水平上显著；*在0.05水平上显著；△在0.10水平上显著。

(四) 各种源生态稳定性和生产力评价

尽管多点统计的互作效应较小，但同一种源在各试点的生长量位次仍有较大波动，所以有必要从生态稳定性方面对各种源加以评价(表 5、6)，供各地选用种源时参考。

由于种源试验尚处在幼林期，此时以树高生长最能代表个体生长潜力。据此，列出以树高生长量为基础用不同统计方法计算出的生态稳定性名列较前的几个种源(表 7)。

表 7 所列的种源都是生产力高、生态稳定性较强或在平均稳定性以上的种源。其中河南杞县、舞阳、获嘉，山东济宁、兖州，河北魏县，湖北襄阳的种源生态稳定性要比河北故城和山东乐陵种源更强。河南孟县和焦作两种源，在不少点上生长表现良好，但计算出的各种生态稳定性参数都低于平均稳定性值，表明它们在优良栽培条件下才能发挥其生产潜能。如在内蒙呼和浩特市、宁夏青铜峡县、青海化隆县和陕西大荔的沙地上，它们的树高生长量都退居六位之后。陕西榆林、山东广饶、宁夏固原种源虽有很高的生态稳定性，但在各试点生产力均低，没有广泛利用的价值。生长至中龄后，胸径对材积的影响更为重要，此时，再以胸径计算出的生态稳定性参数对各种源加以论述。结果表明，按胸径计算出的稳定性参数孟县种源亦属稳定性种源，预示有广泛栽植的可能性。为有助于选用适宜种源，我们分别以树高和胸径的生产力指数为横坐标，以 Wricke 氏生态价为纵坐标，在二维坐标图上给出了各种源的坐落点(图 1、2)。图右下方的点是生产力高、生态稳定的种源，右上方的点属生产力高但对造林地生态条件反应敏感的种源，即在不同生态环境中产量变异大，更适宜在优良立地上发挥生产潜力的种源。当然，选用什么样的种源，应从自己的栽培水平出发。如栽培水平高，也可以选用生产力高、生态稳定性较低的种源。

表5 七年生树高生长计算的生态稳定性和生产力指数

种源代号	种源	平均树高 (m)	泰氏 (A_i)	泰氏 (λ_i)	劳埃克生态价 (E_i)	回归系数 (b_i)	回归离差均方 ($\bar{S}^2 d_i$)	生产力 (PQI)
1	焦作	7.78	0.25	1.19	0.5446	1.0356	0.0547	1.592
2	孟县	7.25	-0.06	1.77	0.4891	1.1452	0.1341	0.901
3	杞县	7.06	-0.03	0.73	0.1993	0.9480	0.0310	0.655
4	舞阳	7.06	0.07	0.64	0.1902	0.8700	0.0643	0.662
5	故城	7.05	0.17	0.59	0.2602	1.0190	-0.0284	0.650
6	霍邱	7.04	-0.08	1.44	0.4116	0.9160	0.0500	0.629
7	邓县	7.03	-0.03	4.70	1.2723	0.8670	0.5315	0.619
8	乐陵	7.01	0.29	0.45	0.4184	0.9132	-0.0218	0.597
9	获嘉	6.98	-0.05	1.04	0.2878	0.8320	0.1010	0.551
10	济宁	6.95	-0.04	0.29	0.0847	0.9420	-0.0365	0.516
11	襄阳	6.94	-0.09	0.17	0.0736	0.9600	-0.0839	0.501
12	泗阳	6.89	0.26	1.69	0.6998	1.0577	0.2320	0.438
13	华县	6.89	-0.15	0.16	0.1224	0.9800	-0.1039	0.438
14	兖州	6.85	0.05	0.07	0.0274	0.9050	-0.1041	0.385
15	文登	6.84	-0.05	1.31	0.3636	0.9880	0.1394	0.371
16	魏县	6.81	-0.07	0.16	0.0613	0.820	-0.0520	0.334
17	盐城	6.70	-0.05	1.35	0.3733	1.0366	0.1602	0.189
18	五原	6.67	0.11	0.74	0.2452	0.9080	0.0131	0.152
19	北京	6.67	0.25	0.13	0.2547	0.873	-0.0763	0.154
20	大荔	6.65	0.05	0.66	0.1860	0.9174	-0.0642	0.123
21	承德	6.60	0.13	1.55	0.4797	1.0210	0.1077	0.065
22	固原	6.46	-0.19	0.10	0.1583	0.9370	-0.0697	-0.121
23	兴城	6.44	0.24	0.50	0.3387	1.0690	-0.0043	-0.140
24	西宁	6.33	-0.15	1.39	0.4531	0.8572	0.0162	-0.288
25	广饶	6.28	-0.08	0.11	0.0510	1.0130	-0.0913	-0.351
26	眉县	6.15	0.03	1.18	0.3206	0.9295	0.0441	-0.510
27	赤峰	6.10	-0.16	0.66	0.2681	1.0230	-0.0005	-0.577
28	伊犁	5.95	-0.08	0.82	0.2459	0.9620	0.0493	-0.780
29	榆林	5.87	0.07	0.28	0.0935	1.1070	-0.0743	-0.884
30	庆阳	5.71	0.02	1.43	0.3877	0.9427	0.0735	-1.079
31	清水河	5.54	-0.05	1.08	0.3007	0.9180	0.1587	-1.299
32	大安	5.45	-0.15	0.49	0.2109	1.0030	-0.0723	-1.414
33	拉萨	5.38	-0.31	2.31	0.9708	0.8267	0.2036	-1.505
34	乌鲁木齐	5.33	-0.12	1.74	0.5221	1.0410	0.1308	-1.597

表 6 七年生胸径生长量计算的生态稳定性和生产力指数

种源代号	种源	平均胸径 (cm)	泰氏 (\hat{A}_i)	泰氏 ($\hat{\lambda}_i$)	劳埃克生态价 (E_i)	回归系数 (b_i)	回归离差均方 ($\bar{S}^2 d_i$)	生产力 (PQI)
6	霍邱	9.38	0.06	0.59	0.5655	1.0615	-0.0398	0.642
1	焦作	9.16	0.13	3.78	3.5575	1.1404	1.3414	0.503
19	北京	9.07	0.26	0.15	1.1107	1.2718	-0.2570	0.445
2	孟县	9.05	-0.1	0.97	0.9872	1.0425	0.1243	0.433
12	泗阳	9.04	0.21	2.31	2.6572	1.2192	0.6928	0.43
5	故城	9.00	0.03	1.44	1.2719	1.0266	0.3302	0.403
7	邓县	8.87	0.24	1.86	2.4686	1.2616	0.4165	0.318
14	兖州	8.86	-0.03	0.21	0.1972	0.9656	-0.2083	0.316
10	济宁	8.83	-0.14	2.06	2.0879	0.8515	0.5915	0.298
8	乐陵	8.82	0.09	0.27	0.3508	1.0910	-0.1812	0.288
4	舞阳	8.80	-0.01	0.52	0.4567	0.9868	-0.0690	0.279
22	固原	8.71	0.17	0.57	0.9229	1.1781	-0.0558	0.22
18	五原	8.70	0.15	0.67	0.9029	1.1522	-0.0057	0.215
3	杞县	8.69	-0.04	0.58	0.5280	0.9592	-0.0436	0.205
17	盐城	8.65	0.14	1.24	1.3844	1.1461	0.2485	0.182
20	大荔	8.59	0	1.11	0.5397	0.9992	-0.0280	0.145
21	广饶	8.58	0.11	0.14	0.2179	1.1167	-0.2834	0.136
9	获嘉	8.48	-0.16	0.06	0.423	0.8325	0.2797	0.074
13	华县	8.45	0.15	0.67	0.6734	0.7854	-0.2791	0.056
16	魏县	8.43	-0.21	1.02	1.5354	0.7788	0.1291	0.041
15	文登	8.39	-0.08	0.83	0.8172	0.9173	0.0659	0.015
23	兴城	8.28	0.14	3.25	3.1346	1.1510	1.1150	-0.057
24	西宁	8.24	-0.06	0.34	0.3524	0.9351	-0.1503	-0.081
25	广饶	8.21	-0.09	0.12	0.2221	0.9029	-0.2524	-0.099
11	襄阳	8.17	-0.21	0.14	0.7593	0.7825	-0.2461	-0.121
26	眉县	8.16	-0.03	0.62	0.5536	0.9714	-0.0284	-0.129
28	伊犁	7.71	0.07	0.14	0.1932	1.0751	-0.2411	-0.416
27	赤峰	7.45	-0.17	0.32	0.7032	0.8213	-0.1660	-0.582
34	乌鲁木齐	7.39	0.23	0.56	1.2703	1.2449	-0.0782	-0.616
33	拉萨	7.14	-0.15	0.62	0.8770	0.8381	-0.0422	-0.775
31	清水河	6.99	-0.1	0.74	0.7819	0.8995	0.0215	-0.874
29	榆林	6.92	-0.04	1.11	0.9946	0.9606	0.1866	-0.919
30	庆阳	6.83	-0.21	0.12	0.7528	0.7778	-0.2626	-0.973

表 7 以树高生长量为依据的生态稳定型种源

不同方法	种源								
Wricke 氏 (E_i)	杞县	舞阳	故城	获嘉	济宁	襄阳	华县	兖州	魏县
Tai 氏 (\hat{A}_i)	杞县	邓县	孟县	获嘉	济宁			兖州	文登
Tai 氏 ($\hat{\lambda}_i$)	杞县	舞阳	故城	乐陵	济宁	襄阳	华县	兖州	魏县
回归系数	杞县	舞阳	邓县	获嘉	济宁	襄阳	霍邱	兖州	魏县
回归离差	杞县	舞阳	故城	乐陵	济宁	襄阳	霍邱	兖州	魏县

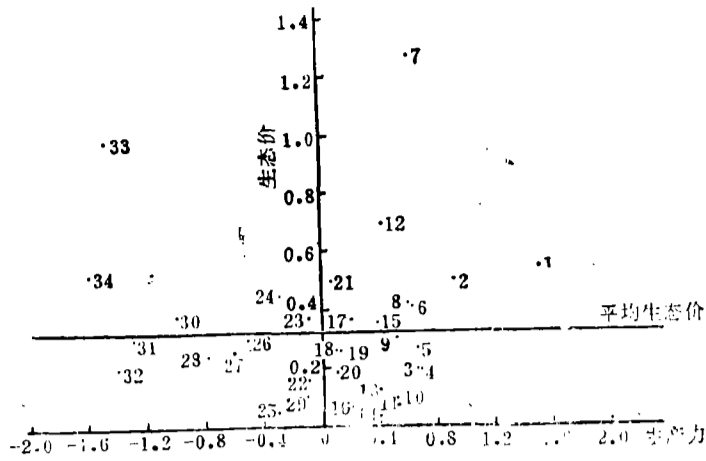


图1 以树高生长量为依据各种源的坐落示意
(图内数字代表的产地见表5—6)

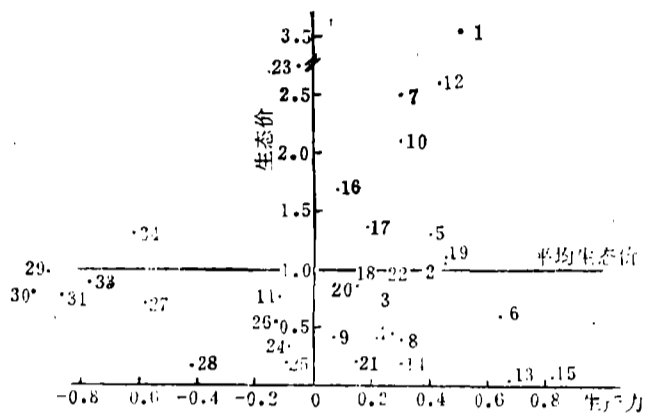


图2 以胸径生长量为依据各种源的坐落示意
(图注同图1)

四、结 论

1. 白榆生长量随原产地纬度升高而降低，呈单向渐变模式。在14个试验地点，低纬度的黄淮流域种源生长普遍好于高纬度的东北和西北各省种源。

2. 在多点方差分析中，种源方差分量占总方差分量的33.4—57.5%。表明在我国白榆自然分布区内，不同种源的生长性状存在极大的遗传异质性。

3. 白榆各种源生长量，受造林地生态因素影响大，地点方差分量占总方差分量的36.3—58.9%。如邓县种源七年生树高在陕西合阳为5.06 m，在西安为9.28 m。这是因为西安点的土壤条件优越，致使白榆生长量成倍地增加。

4. 白榆表现出一定程度的种源×立地的交互作用，根据树高、胸径的生产力和生态稳定性综合评定，杞县、舞阳、济宁、兖州和孟县种源表现最好，焦作、故城、霍丘和邓县种源次之。

参 考 文 献

- [1] Ma Changgeng, A provenance test of white-elm in China, *Silval Genetic* (in press).
- [2] Owino, F. and B. Zobel, 1977, Genotyp \times environment interaction and genotypic stability in Loblolly Pine: I. General introduction and description of the experiment, *Silvae Genetic*, 26, 18-21.
- [3] Tai, G. C. C., 1971, Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials, *Crop Sci.*, 11, 184-190.
- [4] Wricke, G., 1962, Uber eine methode Zur erfassung der okolgischen streubreite in feldversuchen, *Z. Phanzenzuechtung*, 47, 29-96.
- [5] Eberhart, S. A. and W. A. Russell, 1966, Stability parameters for comparing varieties, *Crop. Sci.*, 6, 36-40.

GEOGRAPHICAL VARIATION AND GENOTYPIC STABILITY OF *ULMUS PUMILA*

National Collaborative Research Group on Provenance Trial of White elm

Abstract This paper reported the results of a provenance trial of *Ulmus pumila* L., in which 46 seedlots and 14 locations were involved. It was found out that there were significant differences among provenances in height growth and *DBH* at age of 7-year-old. The geographic variation in growth showed a clinal pattern. The genotypic stability and productivity of each provenance were analysed. The variance components indicated that the provenance and site effect were highly significant. The provenance \times Location interaction effect was significant. The Ecovalence and *PQI* of Wricke were used as an index of stability and productivity of various provenances. The superior provenances located in the southeast part of the range.

Key words White elm; provenance trial; genotypic stability of tree