

# 奥地利黑松引种造林试验初步分析\*

刘永红, 樊军锋, 杨培华, 周永学, 高建社

(西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100)

**[摘要]** 在陕西周至、永寿、黄陵及延安进行了奥地利黑松引种造林试验。初步结果表明, 奥地利黑松对引种地气候表现出较强的适应性, 造林平均成活率达到73.7%; 树高生长量与海拔、10℃积温和年降雨量密切相关; 选用2年生容器苗在阳坡造林可提高林木生长量; 4年生奥地利黑松最大平均树高和最大平均地径生长量分别超过当地对照油松15.16%和8.4%。初步认为, 奥地利黑松适于在陕西秦岭以北、延安以南生长, 特别在黄土高原区表现良好, 值得推广。

**[关键词]** 奥地利黑松; 引种试验; 造林

**[中图分类号]** S791.256.04

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-9387(2005)10-0033-04

奥地利黑松(*Pinus nigra* var. *austriaca*)是奥地利、德国等欧洲国家的主要造林树种, 其根系发达, 抗逆性强, 是荒山绿化、水土保持和防风固沙的优良树种<sup>[1,2]</sup>。我国引种奥地利黑松已有多, 在北京、庐山、浙江富阳等地均有少量引种, 但生长较慢<sup>[3]</sup>。陕西在20世纪80年代, 曾向陕北黄土高原区定植过奥地利黑松, 25年生平均树高和胸径超过同立地条件下生长的乡土树种油松, 且无冻害及病虫害发生, 长势良好。为了开发这一树种在黄土高原的发展潜力, 丰富黄土高原的树种资源, 作者从2001年开始, 系统开展了奥地利黑松的引种栽培研究。通过多年度、多立地育苗试验, 已掌握了育苗的关键技术<sup>[4]</sup>, 使苗木能安全地度过当地的寒冬和盛夏, 而且生长良好。为了进一步测试奥地利黑松造林后的生长状况, 作者从2003年开始, 连续2年向陕西秦岭以北的周至、扶风、永寿、陇县、黄陵、延安等10多个地方提供了近80万株苗木, 并且提供栽培方法和造林试验方

案, 全面开展了奥地利黑松引种造林试验。本研究对具有典型地域特征和气候特征的周至、永寿、黄陵和延安4个试验点的造林结果进行了分析, 以期初步确定奥地利黑松适于引种的范围, 为进一步扩大引种提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

造林所用苗木全部为德国种源的奥地利黑松, 参加试验的周至、永寿、黄陵和延安4个造林点, 均采用当地苗圃培育的2~3年生奥地利黑松塑料容器苗进行造林。

### 1.2 试验地点概况

参加试验的4个造林点均属于温带大陆性季风气候, 地理位置由南向北依次为周至、永寿、黄陵和延安, 涵盖关中平原、渭北旱塬和黄土高原3个典型地域范围。各试验点的自然概况详见表1。

表1 奥地利黑松4个引种试验点的自然概况

Table 1 Nature survey of four test areas of *P. nigra* introduced

造林地点 Sites	纬度 Lat	经度 Long	海拔/m Altitude	年均温/ Average temperature	10 积温/ Accumulate temperature	1月均温/ Average temperature of Jan	极端 低温/ Extreme temperature	无霜期/d No frost day	年降水量/ mm Annual precipitation
周至 Zhouzhi	34°05' N	108°18' E	800	13.1	4231	-1.4	-18.1	219	715
永寿 Yongshou	34°50' N	108°07' E	1080	10.8	3421	-3.0	-17.4	210	601
黄陵 Huangling	35°39' N	109°04' E	1100	9.4	3359	-4.7	-22.0	172	563
延安 Yan'an	36°30' N	109°19' E	950	9.3	3268	-6.7	-25.4	152	550

[收稿日期] 2005-02-25

[基金项目] 国家林业局“948”引进项目(2000-04-03)

[作者简介] 刘永红(1970-), 男, 陕西扶风人, 助理研究员, 主要从事林木遗传育种研究。

### 1.3 试验方法

奥地利黑松为阳性树种,本试验选用半阳坡、半阳坡或土层深厚的阳坡作为试验林地,海拔200~1500 m。缓坡地采用带状或反坡梯田整地,带宽度0.8~1.2 m。在坡度较大的地方采用坑穴整地,规格为60 cm × 60 cm × 40 cm,株行距为2.0 m × 2.0 m。起苗前灌水,栽植时去掉塑料容器袋,苗木立正扶端,踩实浮土。隔行栽植当地乡土树种油松,进行对比。每年采取除草、砍灌等抚育措施,以促进苗木生长。每年生长季结束时,在各试验点选取标准行,随机抽取50株,测量树高和地径,成活率采用随机抽样的方法进行调查统计。用方差分析法对生长量进行差异显著性检验,用LSD测验进行多重比较;对树高和地径生长量与气象地理因子间的关系进行简单相关性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 奥地利黑松对造林地气候条件的适应性

4个造林试验点均属温带大陆型季风气候,由表1可知,气温、降水量、无霜期和10℃积温均随纬度增加而逐渐降低或减少。

观察结果表明,4个试验点的奥地利黑松均未

发生明显的冻害现象,即使在最北边的延安,奥地利黑松仍然生长正常,未受冻害。

4个试验点年降水量均在550~750 mm,而原产地的年降水量为600~1000 mm,表明黄陵和延安点的年降水量稍低于原产地的最低降水量。2年的观察结果表明,降水量仅对苗木栽植的成活率稍有影响,但可通过提高造林技术、使用保水剂等措施来弥补因水分不足而造成的影响。表2为延安树木园25年生奥地利黑松与黄龙山区油松优势木的生长量。由表2可知,降水量并没有对奥地利黑松生长量造成影响,其胸径和单株材积均大于油松。据此初步断定,奥地利黑松对引种地的气候是适应的。

### 2.2 奥地利黑松在4个试验点的造林成活率

表3表明,奥地利黑松在4个试验点的造林平均成活率达到73.7%,与油松平均76.8%的造林成活率相近。周至点奥地利黑松造林成活率显著低于其他3个点,这与多种因素有关,原因之一是当地鼯鼠、野兔危害比较严重,使已经成活的幼树大量死亡;此外,造林技术、抚育措施、当年降雨量以及立地条件等都对造林成活率有很大影响。由表3可知,油松也因受上述因素影响,在周至点的造林成活率也是最低的。

表2 延安树木园25年生奥地利黑松与黄龙油松生长量的比较

Table 2 Comparison of increment of height & DBH with 25-year *P. tabulaeformis*

树种 Tree species	地点 Sites	树龄/年 Age	树高/m Height	胸径/cm DBH	单株材积/m <sup>3</sup> Volume
奥地利黑松 <i>P. nigra</i>	延安 Yan'an	25	8.7	22.9	0.19586
油松 <i>P. tabulaeformis</i>	黄龙山区 Huanglong	25	9.60	17.01	0.12571

表3 4个试验点奥地利黑松与油松造林成活率调查结果

Table 3 Results of survival rate of plantation of *P. nigra* and *P. tabulaeformis* in 4 test spots

地点 Sites	周至 Zhouzhi	永寿 Yongshou	黄陵 Huangling	延安 Yan'an	平均值 Average
奥地利黑松 <i>P. nigra</i>	45	85	75	90	73.7
油松 <i>P. tabulaeformis</i>	52	80	80	95	76.8

### 2.3 奥地利黑松造林后的生长量

#### 2.3.1 相同立地条件下黑松与油松生长量的比较

油松是4个试验点的乡土针叶树种,生长量大,适应性强,用油松作为对照,就是为了确定奥地利黑松在当地的表現,以评判其是否具有更大的生产力和经济价值。对周至、黄陵、延安和永寿4个试验点3~4年生奥地利黑松和油松生长量的比较结果(表4)表明,周至、黄陵和永寿3年生奥地利黑松地径大于油松,而树高却小于油松,与苗期试验结果一致<sup>[5]</sup>。周至和延安的4年生奥地利黑松树高和地径均大于油松,最大平均树高大于油松15.16%,最大

平均地径大于油松8.4%。总体上来讲,奥地利黑松生长量大于油松,据此可以初步判断,奥地利黑松在引种地生长表现较好,有较大的增产潜力。

2.3.2 奥地利黑松生长量与地理位置的关系 连续2年的造林试验表明,4个试验点奥地利黑松生长量有较大差异(表4)。周至、黄陵和永寿点3年生奥地利黑松树高以周至点最高,为18.97 cm,较最低的永寿点12.07 cm高57.17%;而黄陵点地径生长量最大,为6.48 mm,较最小的永寿点4.07 mm大59.21%。延安和周至两点4年生的奥地利黑松树高生长量以延安较大,而地径生长量以周至较大。

表4 奥地利黑松与油松在4个试验点的生长量比较

Table 4 Comparison of increment of *P. nigra* in different test areas with *P. tabulaeformis*

树种 Tree species	性状 Character	周至 Zhouzhi		黄陵, 3年生 Huangling Age of 3	延安, 4年生 Yan'an Age of 4	永寿, 3年生 Yongshou Age of 3
		3年生 Age of 3	4年生 Age of 4			
奥地利黑松 <i>P. nigra</i>	平均树高/cm Average height	18.97	30.27	14.5	30.84	12.07
	平均地径/mm Average diameter	5.63	9.23	6.48	7.79	4.07
油松 <i>P. tabulaeformis</i>	平均树高/cm Average height	19.77	28.13	19.75	26.78	15.67
	平均地径/mm Average diameter	5.11	8.51	4.73	7.61	4.03

为了确定对奥地利黑松生长影响较大的气象地理因子, 特进行了生长性状与气象地理因子的相关分析。表5表明, 树高与纬度、海拔呈负相关, 与年均温、10℃积温、年降水量和经度呈正相关, 其中与海拔、10℃积温和年降水量的相关系数较大, 说

明树高在低海拔、光照充足、降水相对丰富的地区生长较好。地径与经度的相关性较大, 与其他因子相关较小或几乎不相关, 表现出较强的适应性。地径生长量的大小, 可能主要决定于其遗传特性。

表5 地理气象因子与奥地利黑松生长性状的相关系数

Table 5 Correlative coefficients between growth characters of *P. nigra* and weather factors

性状 Character	纬度 Lat	经度 Long	海拔 Altitude	年均温 Average temperature	10℃积温 Accumulated temperature	年降水量 Annual precipitation
树高/Height	-0.619	0.014	-0.915	0.739	0.914	0.827
地径/Diameter	0.371	0.873	-0.109	-0.214	0.105	-0.074

2.3.3 奥地利黑松生长量与造林地地形的关系

奥地利黑松为阳性树种, 根系发达, 具有喜光耐旱的特点。延安点有2片试验林, 一块试验地坡向是东南阳坡, 另一块是北向阴坡。对2个坡向试验林4年生树高和地径的调查结果(表6)显示, 东南坡的平均生长量大于北坡, 其中树高大5.9%, 地径大3.5%, 但差异不显著( $P > 0.05$ )。虽然北坡地径平均值小于东南坡, 但北坡地径最大值却大于东南坡, 说明北坡个体之间地径分化明显, 变异较大, 而东南坡林相则相对较为整齐。通过以上分析可知, 地形虽不是影响奥地利黑松生长的主要因子, 但奥地利黑松造林地的选择还是以阳坡为好。

表6 地形对4年生奥地利黑松生长量的影响

Table 6 Influence of land form increment on 4-year *P. nigra*

性状 Character	东南坡 Southeast slope		北坡 North slope	
	最大值 Max	平均值 Average	最大值 Max	平均值 Average
树高/cm Height	49	31.73	39	29.95
地径/mm Diameter	10.27	7.93	11.44	7.66

2.3.4 奥地利黑松生长状况与苗龄的关系 为了解不同苗龄对造林成活率和林木生长量的影响, 对延安树木园2年生和3年生苗进行了造林对比试验。在幼林4年生时, 调查树高和地径, 对调查数据进行方差分析和LSD测验, 结果见表7。

表7 不同苗龄的奥地利黑松造林后生长量比较

Table 7 Comparison of increment with different ages of *P. nigra* seedling planting

苗龄 Seedling age	树高 Height			地径 Diameter		
	平均值/cm Average	F值 F value	LSD值 LSD value	平均值/cm Average	F值 F value	LSD值 LSD value
2年生 Age of 2	29.25	78.05**	11.613**	7.665	32.27**	1.809**
3年生 Age of 3	18.37	78.05**	11.613**	5.855	32.27**	1.809**

注: \*\*表示差异极显著。

Note: \*\* Express significant variation

由表7可知, 用2年生苗造林的苗木生长量比3年生的大, 其中树高大59.23%, 地径大30.74%, 且

差异均达极显著水平( $P < 0.01$ )。造成这种现象的原因, 可能是由于采用容器苗造林时容器袋规格较

小,加之奥地利黑松根系发达,2年生时,部分苗木根系已经穿透容器袋,如果留床3年,容器袋势必阻碍苗木根系的生长,加之苗床密度较大,所以进一步加大了对苗木生长的影响。造林时,因3年生苗根系较大而容易被破坏,造成苗木失水,使造林后缓苗期延长,从而影响奥地利黑松的生长,因此选用2年生容器苗造林更为合适。

### 3 结论与讨论

多点引种造林试验表明,奥地利黑松在陕西引种区,特别是在渭北旱塬、黄土高原区表现出较强的适应性,成活率高,生长良好。4年生树高和地径生长量分别超过当地对照油松15.16%和8.4%,是一个很有前途的国外树种。因此,应积极开展种源试验以及不同生态、立地类型的造林试验,选择生长快、抗性强的最适种源,扩大试验地域与规模,为进一步建立母树林、种子园等奠定基础。

对奥地利黑松生长量与各试验点气象地理因子的相关分析表明,树高与海拔、10℃积温和年降水量相关密切;而地径与经度相关性较大,与其他因

子几乎不相关,表现出较强的适应性。幼树生长量还与地形及栽植时的苗龄有关,表现为阳坡较阴坡生长量大,2年生苗较3年生苗造林后生长快且差异显著。因此选择合适的引种地是引种成功的关键。

奥地利黑松原产温凉的寒温带气候区,可耐-30℃的低温,适应于多种土壤类型和地形,可在贫瘠、钙质、沙质或石灰岩土壤上生长<sup>[1]</sup>。奥地利黑松在原产地的树高可达23~30m,胸径达1m以上。黄土高原区与原产地相比,除降水量偏少外,其他主要生态因子与原产地无明显差异。据作者调查,位于黄土高原腹地的延安树木园定植的几株奥地利黑松,25年生平均树高达8.7m,平均胸径22.9cm,超过同立地条件下的当地树种油松,本试验结果也得出同样的结论。黄土高原生态环境恶劣,用于荒山造林的树种很少,所以奥地利黑松能够在黄土高原区成功引种,对于丰富黄土高原树种资源,加速“三北”防护林体系建设步伐,治理水土流失,建设生态农(林)业将起到深远影响。

奥地利黑松引种时间毕竟较短,要全面、准确评价其引种效果,还有待于进一步试验观察。

### [参考文献]

- [1] 潘志刚,游应天. 中国主要外来树种引种栽培[M]. 北京:北京科学技术出版社,1994.
- [2] 周正,陈喜军,薛茂贤. 世界主要用材树种概论[M]. 北京:中国林业出版社,1997.
- [3] 吴中伦. 国外树种引种概论[M]. 北京:科学出版社,1983.
- [4] 樊军锋,杨培华,周永学,等. 奥地利黑松引种育苗试验[J]. 西北林学院学报,2004,19(1):52-54.
- [5] 周永学,樊军锋,杨培华,等. 奥地利黑松与油松1年生苗生长和生物量对比分析[J]. 浙江林学院学报,2003,20(4):438-441.

## Priliminary study on plantation test of *Pinus nigra* var. *austriaca* introduced into Shaanxi

L IU Yong-hong, FAN Jun-feng, YANG Pei-hua, ZHOU Yong-xue, GAO Jian-she

(College of Forestry, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** Plantation test of *Pinus nigra* var. *austriaca* was carried out in 4 sites of Shaanxi. The results showed that species demonstrated good adaptation to site conditions of this area, and the survival rate of plantation exceeded 73.7%. The height was closely correlated with altitude, 10℃ accumulate temperature and annual precipitation. To select south slope and vessel seedling of 2-year-old could improve growth increment of the *P. nigra*. The height and diameter of 4 year-old were more than those of local species *Pinus tabulaeformis* by 15.16% and 8.4% respectively. It is initially believed the areas from north of Qinling mountain to south of Yan'an city are suitable for the introduction especially in Loess Plateau. *Pinus nigra* deserves the introduction extension, especially on Loess Plateau.

**Key words:** *Pinus nigra* var. *austriaca*; introduction; plantation