

造林穴大小对三倍体毛白杨纸浆林生长的影响

张平冬¹, 康向阳¹, 田书勇²

(1. 北京林业大学 林木育种国家工程实验室, 林木、花卉遗传育种教育部重点实验室, 北京 100083; 2. 国有冠县苗圃, 山东 冠县 252500)

摘 要:选用适宜的造林整地技术是改善土壤条件,提高人工造林成活率的重要方法。以5种造林穴大小,按照完全随机区组试验设计营建的三倍体毛白杨人工林为研究对象,经过5 a的田间试验,研究了造林穴大小对三倍体毛白杨生长的影响。结果表明,造林穴大小对1年生、3年生、4年生以及5年生三倍体毛白杨胸径生长量影响显著;对1年生以及3年生的三倍体毛白杨树高生长量影响显著;对1年生、3年生以及4年生的三倍体毛白杨材积生长量影响极显著。就生长量而言,如果选择三倍体毛白杨开展超短轮伐经营(轮伐期1~3 a),则很有必要考虑造林穴大小对三倍体毛白杨生长的影响。如果选择三倍体毛白杨开展短轮伐经营(轮伐期5 a以上),则可以不考虑造林穴大小对三倍体毛白杨生长的影响,建议选择60 cm×60 cm×60 cm大小的造林穴为宜。

关键词:三倍体毛白杨;造林整地技术;造林穴规格;生长量

中图分类号:S792.117 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2017)05-0104-05

Effects of Planting Hole Size on the Growth Traits of Pulpwood Plantation in Triploid Clones of *Populus tomentosa*

ZHANG Ping-dong¹, KANG Xiang-yang¹, TIANG Shu-yong²

(1. National Engineering Laboratory for Tree Breeding, Key Laboratory for Genetic and Breeding in Forest Trees and Ornamental Plants, Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. National Guan Country Nursery, Guanzhan, Shandong 252500, China)

Abstract: Selecting appropriate site preparation technique before establishing plantation is a good way to improve soil condition and seedling survival. An experiment was conducted to determine the effects of planting hole size on the growth of triploid clones of *Populus tomentosa* based on a five-year-old trial established in a randomized block design with three block replicates. The results indicated that the effects of planting hole size were significant on the diameter at breast height of 1-, 3-, 4-, and 5-year-old trees. It was significant on the tree height of 1- and 3-year-old trees. The effects were most significant on the stem volume of 1-, 3-, and 4-year-old trees, indicating that if an intensive short-rotation plantation was built the effects of the hole size must be taken into account to obtain higher yield, on the contrary, if a conventional short-rotation (such as 5 years) plantation was built, the effect could be ignored. Planting hole with a size of 60 cm×60 cm×60 cm was suggested to use in planting practice.

Key words: triploid clone of *Populus tomentosa*; site preparation technique; planting hole size; growth

三倍体毛白杨(triploid *Populus tomentosa*)是20世纪末由北京林业大学朱之悌院士领导的毛白杨遗传改良课题组成功培育的白杨新品种。其具有

生长快、纤维长、综纤维素含量高、木素含量低的特点,是一个优良的纤维工业用材新品种,尤其适宜于纸浆材培育^[1]。受到造纸企业的青睐,已在我国北

方平原纸浆林基地建设中发挥着重要作用。

在三倍体毛白杨新品种产业化推广过程中,由于栽培技术研究的滞后,造林技术与林分经营管理技术运用不当,致使三倍体毛白杨种质退化,限制了其增产潜力的发挥^[2]。此时,森林培育学家土壤立地类型^[3]、造林密度^[4-5]、造林后水肥管理措施^[6-8]以及叶片养分含量^[9]等对三倍体毛白杨纸浆林以及土壤营养学家开始意识到开发三倍体毛白杨纸浆林适宜栽培与可持续经营技术的重要性。有关林生长的影响已有报道。而造林穴大小等整地技术措施对三倍体毛白杨生长的影响还未见报道。本研究通过对不同造林穴大小营造的三倍体毛白杨纸浆林生长量进行连续5 a观测,旨在揭示造林穴大小对三倍体毛白杨人工林生长的影响规律,为后期纸浆林营林实践提供理论和技术指导。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验点位于山东省高唐县(36°58'N,116°14'E),平均海拔27 m。其属暖温带半干旱季风区域大陆性气候,大陆度为65.7%,具有显著的季节变化和季风气候特性,光照充足,热量丰富,春旱多风,夏热多雨,秋爽易旱,冬寒少雪。年平均降雨量550~950 mm,降水期一般集中在7—8月份,年平均蒸发量1 880 mm;年平均气温12.0~14.1℃,极端最高气温达41.2℃,极端最低气温达-20.8℃;年日照总时数4 433.5 h,无霜期204 d。土壤类型为潮土。

1.2 试验材料与试验林营造

以三倍体毛白杨优良无性系B301的1年生根萌苗为材料,以2m×4 m为密度,按照造林穴规格为40 cm×40 cm×40 cm(k1)、50 cm×50 cm×50 cm(k2)、60 cm×60 cm×60 cm(k3)、80 cm×80 cm×80 cm(k4)以及100 cm×100 cm×80 cm(k5)的完全随机区组设计进行试验林营造。试验重复3次,每小区72株,面积约1.34 hm²。每年浇水1~2次,分别5月中下旬、8月上旬各进行1次除草作业。造林第2年,由于雨水过多,试验地排水不畅通,试验林被雨水浸泡近2个月(6月中旬至8月中旬)。

1.3 数据收集与分析

每年冬季落叶后,分别造林定植穴规格随机抽取不受相邻处理影响的单株各30棵,分别测量其单株胸径和树高,并利用毛白杨二元材积表换算出材积生长量。胸径、树高以及材积生长量均以小区平均值为统计值,然后采用SPSS18.0进行差异显著性分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 造林穴大小对三倍体毛白杨胸径生长的影响

在不同造林穴大小条件下,三倍体毛白杨胸径生长量连续5 a的观测数据统计结果如图1。

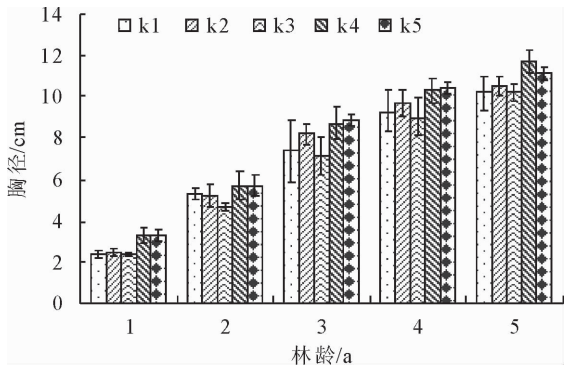


图1 造林穴大小对三倍体毛白杨胸径生长的影响

Fig.1 Effects of planting hole size on the diameter growth of triploid clones of *P. tomentosa*

从图1可以看出,在任何一种造林穴大小条件下,三倍体毛白杨胸径生长量随林龄的增大而快速增大,其中以k4和k5 2种大规格造林穴条件下营造的三倍体毛白杨试验林胸径增速最快。当林龄为5 a时,造林穴k4规格条件下的三倍体毛白杨试验林胸径生长量达到最大值,平均为11.7 cm。在相同林龄条件下,以不同造林穴大小营造的三倍体毛白杨试验林胸径生长量存在一定的差异。差异显著性分析结果表明,造林穴大小对1年生、3年生、4年生以及5年生时的三倍体毛白杨试验林胸径生长量影响显著或极显著,对2年生的三倍体毛白杨试验林胸径生长量影响不显著(表1),可能与生长季节被雨水长期浸泡有关。进一步多重比较结果显示,以造林穴k4、k5规格营造的三倍体毛白杨试验林胸径生长量显著大于其他规格造林穴营造的三倍体毛白杨试验林胸径生长量(表2)。

2.2 造林穴大小对三倍体毛白杨树高生长的影响

在不同造林穴大小条件下,三倍体毛白杨树高生长量连续5年观测数据统计结果如图2。

从图2可以看出,与胸径生长规律相似,在任何一种造林穴大小条件下,三倍体毛白杨树高生长量随林龄的增大而快速增大,其中以k4和k5 2种大规格造林穴条件下营造的三倍体毛白杨试验林树高增速稍快。当林龄为5 a时,造林穴k4规格条件下的三倍体毛白杨试验林树高生长量达到最大值,平均为11.8 m。在相同林龄条件下,以不同造林穴规格营造的三倍体毛白杨试验林树高生长量存在一定的差异。差异显著性分析结果表明,造林穴大小对

1 年生以及 3 年生的三倍体毛白杨树高生长量影响显著或极显著,对 2 年生、4 年生以及 5 年生的三倍体毛白杨树高生长量影响不显著(表 1),其中第 2 年的树高生长量可能与长期被雨水浸泡有关。进一步多重比较结果显示,以造林穴 k4 规格营造的三倍体毛白杨试验林树高生长量显著大于除造林穴 k5 以外的其他规格造林穴营造的三倍体毛白杨试验林树高生长量(表 2)。

表 1 不同造林穴大小条件下三倍体毛白杨胸径、树高以及材积生长量的方差分析

Table 1 Variance analysis of diameter,height and volume growth of triploid clones of *P. tomentosa* planted in the holes with different sizes

林龄	变异来源	自由度	MS			F		
			胸径	树高	材积	胸径	树高	材积
1 年生	区组	2	0.041	0.117	0.061	0.48	4.67	0.52
	造林穴规格	4	0.689	0.159	1.096	8.20**	6.36*	9.37**
	机误	8	0.084	0.025	0.117			
	合计	14	0.814	0.301	1.274			
2 年生	区组	2	0.504	0.593	8.72	2.84	5.38	3.25
	造林穴规格	4	0.568	0.113	6.388	3.21	1.02	2.38
	机误	8	0.177	0.11	2.683			
	合计	14	1.249	0.816	17.791			
3 年生	区组	2	2.786	0.953	140.415	9.69	13.11	13.27
	造林穴规格	4	1.788	0.806	100.374	6.21**	11.09**	9.49**
	机误	8	0.288	0.073	10.582			
	合计	14	4.862	1.832	251.371			
4 年生	区组	2	1.608	0.489	81.89	7.49	2.87	6.28
	造林穴规格	4	1.156	0.562	130.227	5.38*	3.30	9.98**
	机误	8	0.215	0.17	13.049			
	合计	14	2.979	1.221	225.166			
5 年生	区组	2	1.633	0.889	389.7	7.22	4.2	9.19
	造林穴规格	4	0.904	0.508	158.2	4.00*	2.4	3.73
	机误	8	0.226	0.211	42.389			
	合计	14						

表 2 不同造林穴大小条件下三倍体毛白杨胸径、树高以及材积生长量的多重比较

Talbe 2 Multiple comparison of diameter,height and volume growth of triploid clones of *P. tomentosa* planted in the holes with different sizes

造林穴大小	平均胸径/cm				平均树高/m		平均材积/(m ³ ·hm ⁻²)		
	1 年生	3 年生	4 年生	5 年生	1 年生	3 年生	1 年生	3 年生	4 年生
k1	2.4bB	7.4cB	9.3bcB	10.2cC	3.4bB	8.5cB	1.08bB	21.69cBC	37.67bcBC
k2	2.5bB	8.2bAB	9.7bAB	10.5cBC	3.5bB	8.8bcAB	1.14bB	26.64bAB	40.96bB
k3	2.4bB	7.1cB	9.0cB	10.2cC	3.4bB	7.9dC	1.04bB	18.49cC	33.60cC
k4	3.3aA	8.7abA	10.3aA	11.7aA	3.8aA	9.2aA	2.16aA	31.27aA	48.99aA
k5	3.3aA	8.9aA	10.4aA	11.1bAB	3.9aA	9.1abA	2.21aA	31.54aA	47.88aA

注:同列中不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著,不同大写字母表示在 0.01 水平显著。

2.3 造林穴大小对三倍体毛白杨材积生长的影响

在不同造林穴大小条件下,三倍体毛白杨连续 5 a 的材积生长量计算结果如图 3。

从图 3 可以看出,在任何一种造林穴大小条件下,三倍体毛白杨材积生长量随林龄的增大而快速增大,其中以 k4 和 k5 2 种大规格造林穴条件下营建的三倍体毛白杨试验林材积增速稍快。当林龄为 5 a 时,造林穴 k4 规格条件下的三倍体毛白杨试验林树高生长量达到最大值,平均为 63.95 m³/hm²。在相同林龄条件下,不同造林穴大小营造的三倍体

毛白杨试验林材积生长量存在一定的差异。差异显著性分析结果表明,造林穴大小对 1 年生、3 年生以及 4 年生的三倍体毛白杨材积生长量影响极显著,对 2 年生以及 5 年生的三倍体毛白杨纸浆林材积生长量影响不显著(表 1),其中第 2 年的材积生长量可能与试验林长期被雨水浸泡有关。进一步多重比较结果显示,以造林穴 k4、k5 规格营造的三倍体毛白杨试验林材积生长量显著大于其他规格造林穴营造的三倍体毛白杨试验林的材积生长量(表 2)。

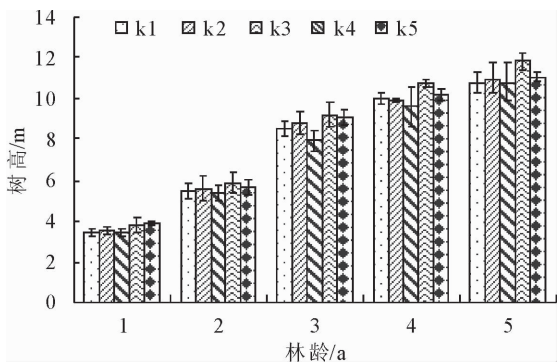


图2 造林穴大小对三倍体毛白杨树高生长的影响
Fig.2 Effects of planting hole size on height growth

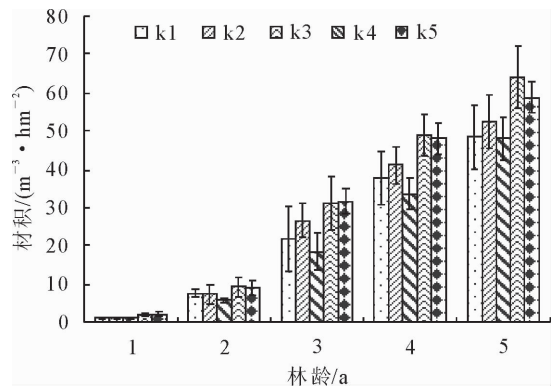


图3 造林穴大小对三倍体毛白杨纸浆林材积生长的影响
Fig.3 Effects of planting hole size on volume growth

3 结论与讨论

一般认为,影响人工林产量的因素很多,概括起来可分为2类:第一类是造林树种的遗传改良程度,也就是造林树种良种化水平;第二类为造林技术措施与林分经营管理技术措施,包括立地条件选择、整地方式、密度配置、水肥管理、杂草管理、抚育间伐以及病虫害管理等技术措施^[10]。由此可见,要实现人工林的丰产和可持续经营,务必做到良种与良法的配套运用。一旦造林树种选定后,人工林栽培和林分抚育管理技术措施就成为提高人工林产量的关键。

有关研究已证实,立地条件选择、适宜的密度配置、合理的水肥管理以及适度的间伐作业等不仅可以显著地提高杨树^[11]、花旗松^[12]、火炬松^[13-14]、辐射松^[15-16]以及挪威云杉^[15]等人工林的产量,甚至可以不同程度地影响木材品质^[14]。然而,有关造林穴大小等整地技术措施如何影响人工林产量的研究较为少见。M. Löf^[18]等认为选择适宜造林整地技术有利于改善土壤水分条件,提高造林成活率,对干旱半干旱地区森林生态系统恢复具有重要意义^[19]。U. K. Schuch^[20]等研究了造林穴大小对园林绿化树

种金合欢生长的影响,研究结果表明,造林穴大小对金合欢的树高和胸径生长均没有显著影响。然而,A. Vincent^[21]等认为造林穴大小对龙脑香幼树的早期生长具有显著影响。

三倍体毛白杨属于浅根性树种,其吸收根系主要分布在地表以下0~20 cm以及60~150 cm 2个区域。适宜于光照条件好,土壤肥沃,通透性好的立地类型栽培^[3]。在本研究中,通过设计不同大小规格的造林穴,试图从不同程度改善根系分布区的土壤通透性,促进吸收根系区营养物质的吸收^[21],从而促进幼龄三倍体毛白杨纸浆林的生长。试验结果表明,造林穴大小对1年生、3年生、4年生以及5年生时的三倍体毛白杨试验林胸径生长量影响显著;对1年生以及3年生的三倍体毛白杨树高生长量影响显著;对1年生、3年生以及4年生的三倍体毛白杨材积生长量影响极显著。研究结果与龙脑香幼树对造林穴大小响应规律相似。值得指出的是,本研究中造林穴大小对三倍体毛白杨人工林胸径、树高以及材积生长产生跳跃性影响,这可能与造林第2年试验林长期被雨水浸泡有关。就人工林产量来说,如果选择三倍体毛白杨开展超短轮伐经营(轮伐期1~3 a),则很有必要考虑造林穴大小对三倍体毛白杨生长的影响。相反,如果选择三倍体毛白杨开展短轮伐经营(轮伐期5 a以上),则没有必要考虑造林穴大小对三倍体毛白杨生长的影响,建议选择60 cm×60 cm×60 cm规格的造林穴为宜。

参考文献:

[1] 朱之梯. 毛白杨遗传改良[M]. 北京:中国林业出版社,2006.
[2] 胡晓丽. 三倍体毛白杨纸浆材新品种产业化应用关键技术研究[D]. 北京:北京林业大学,2006.
[3] 巩其亮,曹帮华,王玉刚. 三倍体毛白杨新无性系不同土壤条件下生长对比研究[J]. 山东林业科技,2004(1):1-2.
[4] 张平冬,康向阳,赵光荣,等. 三倍体毛白杨超短轮伐纸浆林生长量与密度关系研究[J]. 西北林学院学报,2009,24(4):121-124.
ZHANG P D,KANG X Y,ZHAO G R,et al. Relationship between growth and spacing of intensive short-rotation pulpwood stand of triploid Chinese white poplar[J]. Journal of Northwest Forestry University,2009,24(2):121-124. (in Chinese)
[5] 张平冬,姚胜,蒲俊文,等. 三倍体毛白杨超短轮伐纸浆林产量及其纤维形态分析[J]. 林业科学,2011,47(8):121-126.
ZHANG P D,YAO S,PU J W,et al. Timber yields and fiber morphology of intensive short-rotation pulpwood plantations for triploid hybrids of *Populus tomentosa* [J]. Scientia Silvae Sinicae,2011,47(8):121-126. (in Chinese)
[6] 席本野,贾黎明,刘寅,等. 宽窄行栽植模式下三倍体毛白杨吸水根系的分布与模拟[J]. 浙江林学院学报,2010,27(2):259-265.

XI B Y, JIA L M, LIU Y, *et al.* Spatial distribution and simulation for fine roots of triploid *Populus tomentosa* with wide and narrow row spacing[J]. Journal of Zhejiang Forestry College, 2010, 27(2): 259-265. (in Chinese)

[7] 李素艳. 三倍体毛白杨养分动态变化规律及施肥技术研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2008.

[8] 田赞, 王海燕, 孙向阳, 等. 三倍体毛白杨人工林施肥与营养诊断研究进展[J]. 西北林学院学报, 2009, 24(6): 83-87.

TIAN Y, WANG H Y, SUN X Y, *et al.* Advances in the study of fertilization and nutrient diagnosis of triploid *Populus tomentosa* plantation[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2009, 24(6): 83-87. (in Chinese)

[9] 张颖, 孙向阳, 吴京科, 等. 三倍体毛白杨幼龄林生长与叶片养分含量的相关性[J]. 西北林学院学报, 2010, 25(1): 15-19.

ZHANG Y, SUN X Y, WU J K, *et al.* Correlations between foliar nutrient content s and growth in a young triploid *Populus tomentosa* plantation[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2010, 25(1): 15-19. (in Chinese)

[10] 方升佐, 徐锡增, 吕士行. 杨树定向培育[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 2004.

[11] 柴修武. 不同肥料效应对 I-69 杨木材性质的影响[J]. 林业科学, 1993, 4(3): 143.

[12] WILLIAMi S, RODNEY M, RICHMARD L. Planting density and tree-size relations in coast douglas-fir[J]. Canadian Journal of Forest Research, 1998, 28: 74-78.

[13] COYLE D R, COLEMAN M D, AUBREY D P. Above- and below-ground biomass accumulation, production, and distribution of sweetgum and loblolly pine grown with irrigation and fertilization[J]. Canadian Journal of Forest Research, 2008, 38(6): 1335-1348.

[14] ROTH B E, LI X, HUBER D A. Effects of management intensity, genetics and planting density on wood stiffness in a plantation of juvenile loblolly pine in the southeastern USA [J]. Forest Ecology and Management, 2007, 246(2/3): 155-162.

[15] BENJAMIN W, ROBERT W, CRIS B. Fertiliser and irrigation effects on wood density at various heights for *Pinus radiate* [J]. European Journal of Forest Research, 2008, 127: 63-70.

[16] COWN D J. Effects of thinning and fertilizer application on wood properties of *Pinus radiate* [J]. New Zealand Journal of Forestry Science, 1981, 11(2): 79-91.

[17] CAO T J, VALSTA L, HARKONEN S *et al.* 2008. Effects of thinning and fertilization on wood properties and economic returns for Norway spruce [J]. Forest Ecology and Management, 256(6): 1280-1289.

[18] L6F M, DEY D C, NAVARRO R M, *et al.* Mechanical site preparation for forest restoration [J]. New Forests, 2012, 43: 825-848.

[19] BARBERÁ A G, MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ F, ÁLVAREZ-ROGEL J, *et al.* Short- and intermediate-term effects of site and plant preparation techniques on reforestation of a Mediterranean semiarid ecosystem with *Pinus halepensis* Mill [J]. New Forest, 2005, 29: 177-198.

[20] SCHUCH U K, KELLY J, STRYKER F. Effect of planting hole size and amendments on growth and establishment of *A-cacia farnesiana* [R]. Tucson: University of Arizona College of Agriculture, 2004.

[21] VINCENT A, DAVIES S J. Effects of nutrient addition, mulching and planting-hole size on early performance of *Dryobalanops aromatica* and *Shorea parvifolia* planted in secondary forest in Sarawak, Malaysia [J]. Forest Ecology and Management, 2003, 18(1/3): 261-271.

(上接第 68 页)

[12] 韩张雄, 李利, 徐新文, 等. NaCl 胁迫对 3 种荒漠植物幼苗叶绿素荧光参数的影响[J]. 西北植物学报, 2008, 28(9): 1843-1849.

HANG Z X, LI L, XU X W, *et al.* Characteristics of chlorophyll fluorescence parameters in three desert plants under NaCl stress [J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2008, 28(9): 1843-1849. (in Chinese)

[13] 何炎红, 郭连生, 田有亮. 7 种针阔叶树种不同光照强度下叶绿素荧光猝灭特征[J]. 林业科学, 2006, 42(2): 27-31.

HE Y H, GUO L S, TIAN Y L. Chlorophyll fluorescence quenching characteristics of seven gconiferous and broad-leaved species in different light intensities [J]. Scientia Silvae Sinicae, 2006, 42(2): 27-31. (in Chinese)

[14] GOVIDJ E E. A role for a light-harvesting antenna complex of photosystem II in photo protection [J]. The Plant Cell, 2002, 14(8): 1663-1667.

[15] 张卢水, 吴庆贵, 胡进耀, 等. 紫玉兰 (*Magnolia liliiflora*) 叶绿素荧光特性研究[J]. 绵阳师范学院学报, 2010, 29(11): 60-65.

[16] 白晶晶, 吴俊文, 李吉跃, 等. 干旱胁迫对 2 种速生树种叶绿素荧光特性的影响[J]. 华南农业大学学报, 2015, 36(1): 85-90.

BAI J J, WU J W, LI J Y. Effects of drought stress on chlorophyll fluorescence parameters of two fast-growing tree species [J]. Journal of South China Agricultural University, 2015, 36(1): 85-90. (in Chinese)