

大青山油松人工林林分密度对其生长指标的影响

张海东¹, 卜玉强^{2*}, 于楠楠³, 王爱清⁴, 田有亮⁵, 季蒙¹

(1. 内蒙古自治区林业科学研究院, 内蒙古呼和浩特市 010010; 2. 内蒙古自治区林木种苗站, 内蒙古呼和浩特市 010051; 3. 内蒙古乌兰察布市林业技术推广站, 内蒙古乌兰察布 012000; 4. 内蒙古鄂尔多斯市乌审旗林草局, 内蒙古鄂尔多斯 017300; 5. 内蒙古农业大学, 内蒙古呼和浩特市 010010)

摘要 以大青山 30 年生油松人工林为研究对象, 研究 2 000~4 000 株/hm² 密度内不同林分密度对不同坡向油松人工林生长的影响。结果表明, 北坡和东坡的油松人工林生长规律对林分密度的响应趋势一致, 即平均胸径、平均树高、平均冠幅、平均冠长均随林分密度的增加而减小, 林分密度对高径比的影响无明显规律。大青山油松人工林北坡受林分密度的影响大于东坡, 建议在此地区进行抚育时, 北坡和东坡采取不同的抚育措施。

关键词 大青山; 油松人工林; 林分密度; 生长指标

中图分类号 S753.3 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2019)21-0115-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2019.21.034



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Stand Density on Growth Indexes of *Pinus tabulaeformis* Carr. Plantation in Daqing Mountain

ZHANG Hai-dong¹, BU Yu-qiang², YU Nan-nan³ et al (1. Inner Mongolia Academy of Forestry Science, Hohhot, Inner Mongolia 010010; 2. Inner Mongolia Forest Seeding Station, Hohhot, Inner Mongolia 010051; 3. Ulanqab Forestry Technology Extension Station, Ulanqab, Inner Mongolia 012000)

Abstract Taking the 30-year-old *Pinus tabulaeformis* plantation in Daqing Mountain as the research object, the effects of different forest densities in the range of 2 000-4 000 plants/hm² on the growth of different slopes of *P. tabulaeformis* plantation were studied. The results showed that the growth law of *P. tabulaeformis* plantation on the north slope and the east slope was basically consistent with the response to stand density. With the increment of stand densities, DBH, tree height, crown width and crown length decreased gradually. The effect of stand density on height-diameter ratio was not obvious. The influence of stand density on the north slope of *P. tabulaeformis* plantation was greater than that on the east slope. We suggest that different tending measures should be adopted for the north slope and the east slope.

Key words Daqing Mountain; *Pinus tabulaeformis* Carr. plantation; Stand density; Growth index

油松(*Pinus tabulaeformis* Carr.) 是中生乔木, 具有耐干旱、瘠薄, 生长迅速, 根系发达, 保持水土能力强, 涵养水源能力大, 改良土壤的作用强等特点, 也是暖温带湿润半湿润气候的地带性植被^[1-2], 是我国西部生态环境重建中退耕还林常见树种之一。油松为我国特有树种, 具有重要的生态和经济价值^[3], 自然分布极广, 是我国华北、西北及东北南部的造林树种之一, 也是大青山石质山区主要造林树种。

林分密度是指单位面积林地上林木的数量^[4]。密度是营林工作中能够控制的主要因子, 是形成合理空间结构的基础。不同密度人工林分的生长状况, 对于维持林地的生态作用以及实现可持续的森林经营战略具有重要意义^[5]。如何控制和调整林分密度一直是森林经营者和研究者共同关心的问题^[6]。不同学者从造林密度^[7-8]、抚育间伐^[5,9-10]、修枝强度^[11]、保留密度^[12]等方面研究了不同密度对油松生长的影响。笔者拟研究大青山油松人工林不同密度对平均胸径、平均树高、平均冠幅、平均冠长等的影响, 以期为大青山油松人工林抚育经营提供技术支撑。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况 内蒙古大青山位于阴山山脉中部, 是阴山山脉的主体组成部分, 大青山区是内蒙古自治区首府和内蒙古中部土默川的生态屏障, 降水稀少, 土壤瘠薄, 水土流失

严重, 生态环境恶劣。

试验区位于内蒙古自治区呼和浩特市新城区的奎素林场(111°54'E, 40°56'N) 和古路板林场境内水磨作业区(111°50'E, 40°58'N)。该区属中温带大陆性季风气候, 冬季寒冷干燥, 春季旱风频繁, 夏季温热多雨, 秋季晴朗无风, 季节交替明显, 昼夜温差大, 尤其是春秋两季。据气象资料统计, 该区年平均气温 5.6℃, 最低气温-35.6℃, 最高气温 39.3℃, 年平均风速 1.8 m/s, 全年主导风向是西北风, 冬春季节风力最强, 最大风速可达 28 m/s, 年日照时数 2 967 h, 全年降水量为 350~400 mm, 多集中于 7、8、9 月。试验区地处石质山区, 山体为南北走向, 试验区海拔为 1 204~1 248 m, 土壤质地多为砂壤和轻壤, 土层平均厚度为 40~60 cm。林下植物以菊科、蔷薇科、禾本科、豆科为主。

1.2 研究方法 在对试验地全面踏查的基础上, 在北坡和东坡分别选择 4 块有代表性的标准地作为样地(表 1)。标准地大小为 15 m×15 m、15 m×20 m、20 m×25 m、20 m×30 m, 所选标准地面积占林分总面积的 15% 以上。建立标准地后, 对标准地进行每木检尺, 测胸径、树高、冠幅、冠长等。

2 结果与分析

2.1 林分密度对平均胸径的影响 从图 1 可以看出, 林分密度对北、东坡 2 种立地条件的影响规律相近, 林分平均胸径与林分密度呈显著幂函数相关, 如图所示可表达为 $y = ax^{-b}$, 即在林龄相同的条件下, 林分密度越大, 林分平均胸径越小, 反之, 林分密度越小, 林分平均胸径越大。从图 1 可以看出, 在 2 000~4 000 株/hm² 内, 相同密度下, 北坡平均胸径

作者简介 张海东(1983—), 女, 内蒙古赤峰人, 工程师, 从事森林培育与技术研究。* 通信作者, 工程师, 硕士, 从事森林培育及技术研究。

收稿日期 2019-07-08; **修回日期** 2019-07-29

大于东坡,但北坡、东坡的回归系数检查无差异,平均胸径与密度的关系可回归为 $y = 334.38x^{-0.464}$, 其中 $R^2 = 0.8916$ 。

表1 试验地概况

Table 1 General situation of the sample plots

坡向 Slope direction	样地面积 Sample area m×m	林龄 Stand age 年	海拔 Altitude m	坡度 Slope gradient °	原造林密度 Primary afforestation density m×m	现存密度 Existing density 株/hm ²	平均胸径 Average DBH cm	平均树高 Average tree height/m
东坡 East slope	20×25	30	1 282	14.9	2.0×2.0	2 421	8.67	6.20
东坡 East slope	15×20	28	1 278	25.2	1.5×2.0	2 785	8.77	6.44
东坡 East slope	15×15	29	1 300	10.3	1.5×2.0	3 524	7.35	6.04
东坡 East slope	20×30	28	1 285	14.8	1.5×2.0	4 086	6.99	5.64
北坡 North slope	20×25	28	1 277	19.5	2.0×2.0	2 291	9.28	6.41
北坡 North slope	20×25	28	1 320	7.5	1.5×2.0	2 562	8.53	5.84
北坡 North slope	20×25	30	1 278	25.2	1.5×2.0	3 116	8.55	5.66
北坡 North slope	15×25	28	1 232	15.1	1.0×1.5	3 950	7.10	5.26

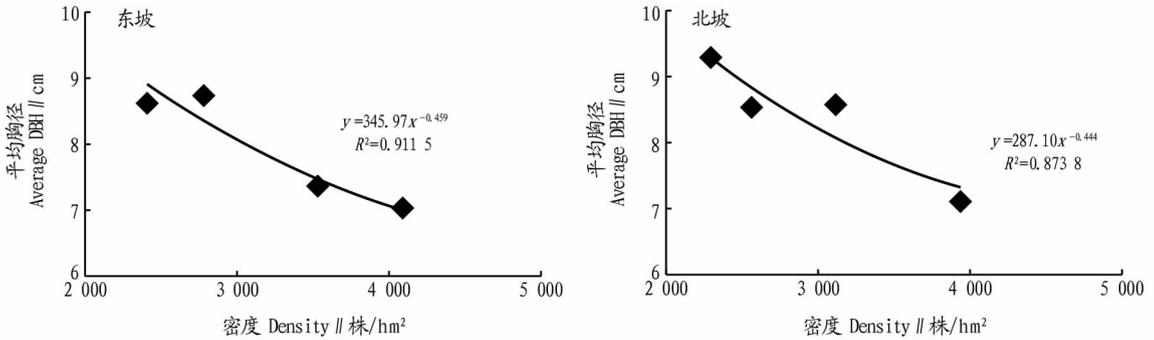


图1 林分密度与平均胸径的关系

Fig. 1 The relationship between stand density and average DBH of the forest

2.2 林分密度对平均树高和高径比的影响 林分密度对平均树高的影响,不同研究者在各自的试验条件下得到的结论有所不同:郭晓东等^[13]对平顺县和太原东山25年生油松调查得出,林分密度对树高无显著影响;王铁梅^[14]对黄土丘陵区46年生油松林调查得出,平均树高随着林分密度的增加而增大。该试验北坡、东坡均表现为平均树高随林分密度的

增加而降低(图2)。

高径比是林分平均高与平均胸径的比值 $dh = H/D$,它反映了树干的通直度和圆满状况,直接影响到木材的出材率和经济价值。该试验中,林分密度对高径比的影响无明显规律,但北坡的高径比明显较东坡小(图3)。

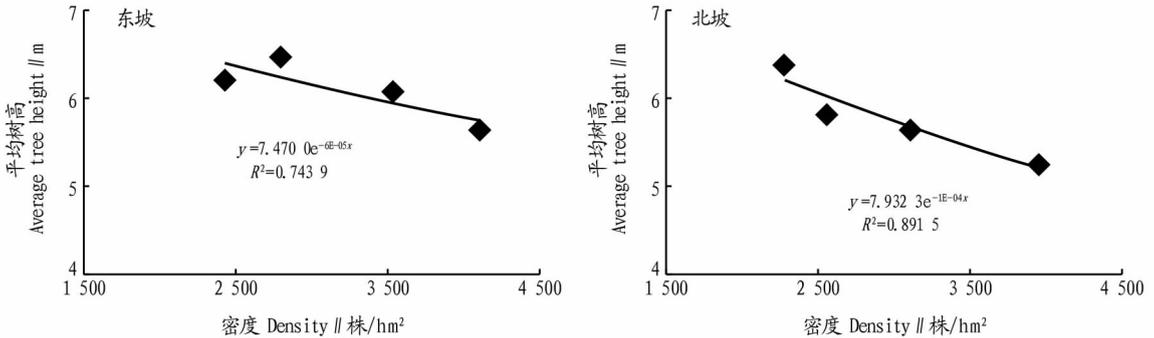


图2 林分密度与平均树高的关系

Fig. 2 The relationship between stand density and tree height of the forest

2.3 林分密度对冠幅的影响 北坡、东坡的平均冠幅均随林分密度的增加而减小(图4)。这主要是林木的生长竞争造成的,林木为了竞争营养空间,相互挤压抑制了冠幅生长,造成冠幅窄小。反之,密度小,林木的营养面积大,随之林木制造的营养物质多,冠幅较大。

2.4 林分密度对冠长的影响 冠长是指全树冠所占占树干的长度,即沿树干第一个活枝到树梢的长度,它是描述树冠

大小的指标^[15]。该研究表明冠长随林分密度的增加而减小(图5),北坡冠长与林分密度的关系较大,决定系数为0.90以上;东坡冠长与林分密度的决定系数为0.87。

3 结论与讨论

(1)大青山油松人工林平均胸径、平均树高均随林分密度的增加而减小。林分密度对树高的影响小于对胸径的影响。大青山油松人工林林分密度对高径比的影响无明显规

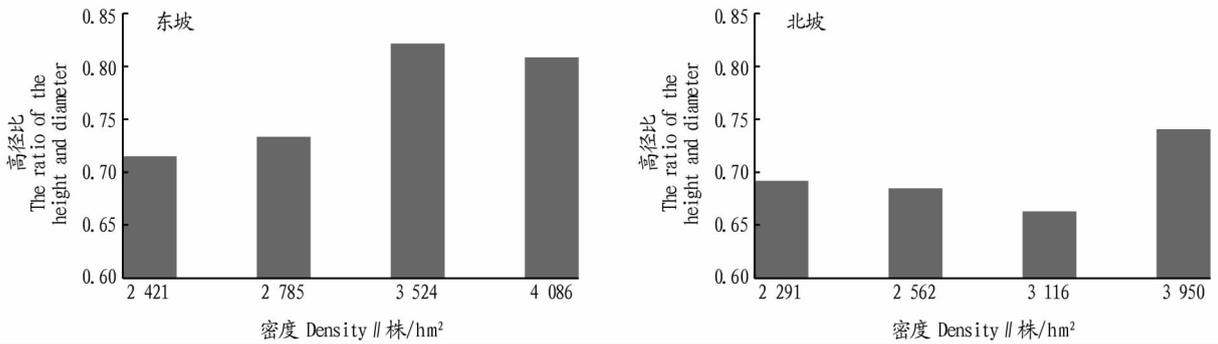


图3 林分密度与高径比的关系

Fig. 3 The relationship between stand density and the ratio of the height and diameter of the forest

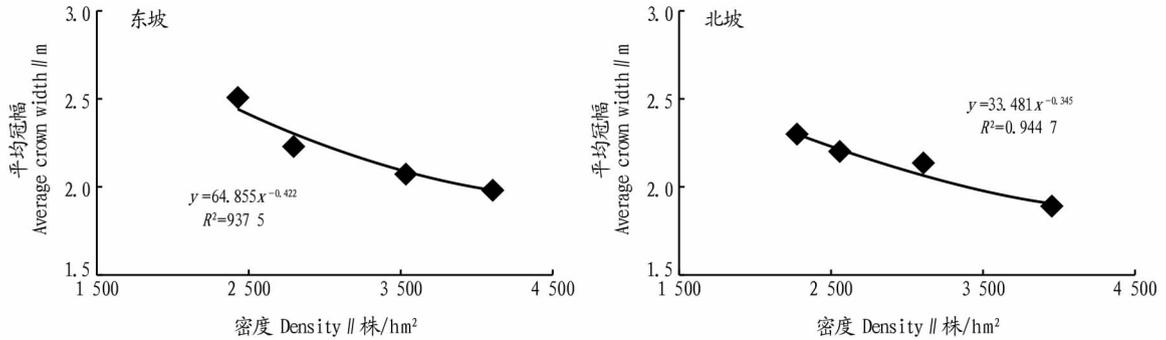


图4 林分密度与平均冠幅的关系

Fig. 4 The relationship between stand density and crown width of the forest

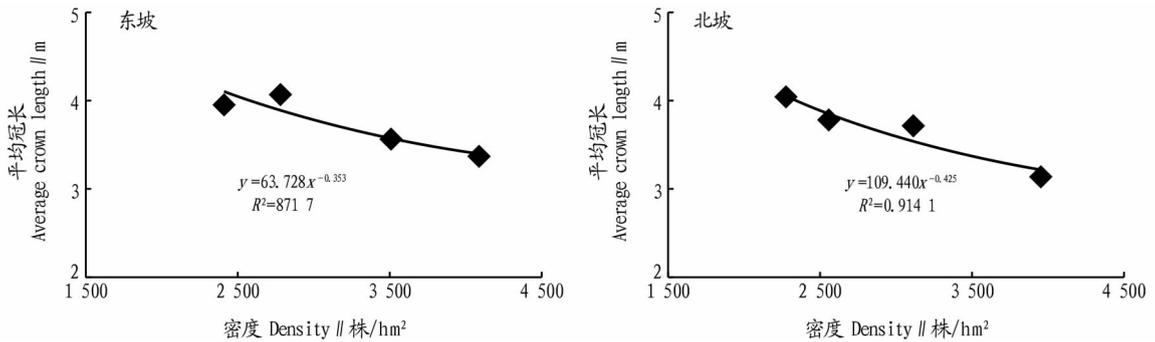


图5 林分密度与平均冠长的关系

Fig. 5 The relationship between stand density and crown length of the forest

律。大青山油松人工林平均冠幅随林分密度的增加而减小。密度大,林木轮枝生长速度下降,进一步说明调整林分密度对林木生长的重要性。

(2)大青山油松人工林冠长随林分密度的增加而减小。这与公宁宁等^[16]对北京山区油松人工林研究结果一致。修枝对促进树木生长、优化树木冠形、改善林分卫生状况、提高木材质量等方面具有重要的作用,也是人工林经营培育中的一项基础措施^[17]。考虑密度对冠长的影响,在不同密度下,采用不同的修枝强度以达到理想效果。

(3)大青山油松人工林北坡受林分密度的影响大于东坡,北坡和东坡应采取不同的抚育措施。

参考文献

[1] 郭永盛,白育英,周心澄.大青山油松人工林生态效应研究[J].水土保持研究,2008,15(3):204-206.
[2] 安慧,韦兰英,刘勇,等.黄土丘陵区油松人工林和白桦天然林细根垂

直分布及其与土壤养分的关系[J].植物营养与肥料学报,2007,13(4):611-619.

- [3] 陈光彩,郝士成,李怡,等.麻池背油松天然林林分生长结构的研究[J].山西林业科技,2004(4):10-13.
[4] 张晋昌.油松天然林合理密度初探[J].内蒙古林业调查设计,2004(2):25-27.
[5] 曹云,杨劼,宋炳煜,等.人工抚育措施对油松林生长及结构特征的影响[J].应用生态学报,2005,16(3):397-402.
[6] 孟宪宇.测树学[M].北京:中国林业出版社,2001:112-113.
[7] 贾春芳,臧志,谷鑫鑫,等.造林密度对西宁市油松人工林生长的影响[J].青海大学学报,2018,36(6):9-13,33.
[8] 栾宁.鞍山地区造林密度对林木生长的影响研究[J/OL].林业科技通讯,2018-09-18[2019-05-03].http://kns.cnki.net/kcms/detail/10.1258.S.20180914.1543.html.
[9] 莫日根,张秋良,吕竟斌,等.抚育间伐对油松及华北落叶松人工林生长量的影响[J].内蒙古林业科技,2013,39(2):28-31.
[10] 姬生锋,马志军,陶雯.不同抚育技术对油松低效林的影响[J].科技信息,2014(15):12,16.
[11] 凌继华.不同修枝强度对油松生长的影响[J].山东林业科技,2015(3):59-61.

对电导率和丙二醛含量可以较好地评价油用牡丹的抗旱性。

植物适应干旱环境的重要生理机制是细胞的渗透调节,植物通过渗透调节作用来维持细胞的正常膨压。在干旱条件下,植物主动积累细胞内的渗透调节物质,包括可溶性糖、游离脯氨酸等^[15]。许多研究表明,随着干旱胁迫强度的加剧和胁迫时间的持续,可溶性糖含量增加,其积累量与植物的抗旱性相关,积累量越大,植物的抗旱性就越强^[9]。而游离脯氨酸则是最主要的渗透调节物质,可以降低细胞的渗透势,提高细胞吸水能力,提高植物对干旱忍耐力或适应性,其含量高低与植物抗旱性呈正相关^[16]。该试验表明,在不同干旱胁迫程度下,油用牡丹游离脯氨酸含量和可溶性糖含量均随干旱胁迫时间的延长而呈逐渐升高的趋势,而且胁迫时间越长,植株受损伤程度越大,可溶性糖含量和游离脯氨酸含量越大,这与周雪洁等^[17]对甘草(*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.)的研究结果一致。因此,也可以用这2个指标评价油用牡丹的抗旱性。

该试验研究结果真实可靠,具有一定的科学指导价值。通过查阅大量文献发现,并没有研究者对这3个品种的油用牡丹进行过抗旱性研究,因而该研究具有一定的创新性,并且该试验采用大田试验能够真实地反映植物的抗旱性。该研究为干旱地区引种油用牡丹时的品种选择提供了科学依据。

4 结论

随着干旱时间的延长,干旱胁迫加剧,3个油用牡丹品种的叶片相对含水量和叶绿素含量均逐渐降低;相对电导率、MDA含量、可溶性糖含量、游离脯氨酸含量均呈逐渐升高的趋势。

通过综合比较各指标得出3个油用牡丹品种的耐旱性

由强到弱依次为凤丹、冰山雪莲、琉璃冠珠,在干旱地区引种时选择抗旱性较强的凤丹、冰山雪莲为宜。

参考文献

- [1] 李生荣. 我国水资源的现状与对策:水资源短缺制约着我国经济社会的发展[J]. 延安职业技术学院学报,2009,23(6):101-103,109.
- [2] 陈慧玲,杨彦伶,张新叶,等. 油用牡丹研究进展[J]. 湖北林业科技,2013,42(5):41-44.
- [3] 王青,刘超,郭淑,等. 牡丹籽油脂脂肪酸成分分析及其抗氧化性能研究[J]. 食品研究与开发,2017,38(2):166-169.
- [4] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2006:15-30.
- [5] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000:98-100.
- [6] 张治安,张美善,蔚荣海. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2004.
- [7] 郝建军,康宗利,于洋. 植物生理学实验技术[M]. 北京:化学工业出版社,2007.
- [8] 陈雅君,冯淑华,陈桂芬. 植物抗旱性鉴定指标的研究现状与进展[J]. 中国林副特产,2005(6):62-63.
- [9] 刘淑明,陈海滨,孙长忠,等. 黄土高原主要造林树种的抗旱性研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2003,31(4):149-153.
- [10] 陈洪国. 桂花幼苗对不同程度水分胁迫的生理响应[J]. 华中农业大学学报,2006,25(2):190-193.
- [11] 李田,孙景宽,田家怡,等. 干旱胁迫对红柳光合特性及抗氧化酶活性的影响[J]. 西北植物学报,2010,30(12):2466-2471.
- [12] 鞠乐,齐军仓,成禄艳,等. 大麦种子萌发期对干旱胁迫的生理响应及其抗旱性评价[J]. 西南农业学报,2013,26(1):93-98.
- [13] 卢琼琼,宋新山,严登华. 干旱胁迫对大豆苗期光合生理特性的影响[J]. 中国农学通报,2012,28(9):42-47.
- [14] 吴巧玉,何天久,夏锦慧. 干旱胁迫对甘薯生理特性的影响[J]. 贵州农业科学,2013,41(6):52-54.
- [15] 彭民贵. PEG-6000模拟干旱胁迫下紫斑牡丹的生理响应及其抗旱性研究[D]. 兰州:西北师范大学,2014:31-32.
- [16] 陈世幸,高玉葆,梁宇,等. 水分胁迫下内生真菌感染对黑麦草叶内游离脯氨酸和脱落酸含量的影响[J]. 生态学报,2001,21(12):1964-1972.
- [17] 周雪洁,王改利,梁宗锁,等. 干旱胁迫及复水对甘草幼苗生理特性和甘草酸积累的影响[J]. 西北农业学报,2011,20(7):64-70.

(上接第117页)

- [12] 尤健健,张文辉,邓磊. 油松中龄林间伐的密度效应[J]. 西北林学院学报,2015,30(1):172-177.
- [13] 郭晓东,常建国,孙向宁,等. 林分密度对油松中龄林生长特征的影响[J]. 山西林业科技,2015(1):8-10.
- [14] 王铁梅. 黄土丘陵区人工油松林密度效应研究[D]. 杨凌:西北农林科

技大学,2012.

- [15] 蒋雨航. 基于树冠特征的兴安落叶松树干形模拟[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2014.
- [16] 公宁宁,马履一,贾黎明,等. 不同密度和立地条件对北京山区油松人工林树冠的影响[J]. 东北林业大学学报,2010,38(5):9-12.
- [17] 毛斌,徐程扬,李翠翠,等. 不同修枝强度对侧柏、油松人工林林内景观美度的影响[J]. 西北林学院学报,2013,28(3):123-125.