

长白落叶松幼苗耗水速率与气象因子的关系

徐庆华¹, 刘 勇^{1*}, 马履一¹, 李友安²

(1. 北京林业大学 资源与环境学院 省部共建森林培育与保护教育部重点实验室, 北京 100083; 2. 和龙林业局, 吉林 和龙 133500)

摘 要:为研究苗木耗水速率与气象因子的关系,对长白落叶松幼苗进行室外瓶栽蒸馏水培试验,结合气象因子,利用瓶栽称重法分析幼苗昼夜耗水速率与气象因子的相关关系。结果表明:白天,长白落叶松幼苗耗水速率与距离地面 1 m 处空气湿度相关性显著,与其他气象因子相关性不显著,耗水速率与近地面 1 m 处空气湿度呈指数性负相关;夜间耗水速率与气象因子相关性均不显著。

关键词:长白落叶松; 耗水速率; 气象因子

中图分类号:S791.220.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2010)03-0012-03

Relationship between Transpiration Rate of *Larix olgensis* and Meteorologic Element

XU Qing-hua¹, LIU Yong¹, MA Lv-yi¹, LI You-an²

(1. Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, College of Resources and Environment, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. Helong Forestry Bureau, Helong, Jilin 133500, China)

Abstract: An experimental research on the transpiration rate of *Larix olgensis* and meteorologic element was conducted, and the seedlings were planted in bottles with distilled water. The result showed that the transpiration rate of the seedlings was negatively exponential related to the 1 m atmosphere humidity significantly, and not significantly relative to the other meteorological elements in the day; but the transpiration rate of seedlings is no significantly relative to all the meteorological elements at night.

Key words: *Larix olgensis*; transpiration rate; meteorologic element

植物耗水过程是土壤—植物—大气连续体水热传输过程中的重要环节^[1]。苗木耗水是苗木水分循环的重要组成部分,准确测算植物耗水量是环境水分定量研究的关键技术^[2],对于了解苗木的耗水规律及苗木培育具有重要的现实意义。

在植物耗水方面,许多专家和学者进行了研究。刘晓真等^[3]在测量肥料对苗木耗水量影响时发现,土壤中肥料浓度对苗木耗水量影响显著;黄玉清等^[4]利用 Granier 热消散树干液流技术测量了岩溶区青冈栎蒸腾耗水变化;齐化龙等^[5]利用快速称重法从土壤水分角度对毛乌素沙漠植物的蒸腾耗水进行了深入研究,对沙生植物的蒸腾耗水规律进行了总结。周海光等^[6]利用 PT 茎流仪等先进设备对黄土高原常见树种的蒸腾耗水特性进行了研究,并对

影响蒸腾耗水的气象因子进行了分析。任庆福等^[7]采用热扩散(TDP)技术对华北平原毛白杨蒸腾耗水规律及与气象因子的关系进行研究。为了更好地把研究结果与育苗工作结合起来,笔者从育苗角度入手,将苗木耗水与苗圃小环境气象因子的关系应用到育苗实践中,以便在育苗过程中采取合理的人工调节措施,调节苗床小环境的水分条件,为苗木培育提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

试验地位于吉林省吉林市龙潭区江密峰苗圃,属温带季风气候,春季干燥多风,夏季温暖多雨,秋季晴冷温差大,冬季漫长干寒。1 月均温 -20~

收稿日期:2009-06-12 修回日期:2009-10-15

基金项目:国家“十一五”科技支撑计划“速生丰产林良种壮苗规模化生产技术研究示范”(2006BAD24B01)

作者简介:徐庆华,男,博士,主要从事苗木节水培育技术研究。

* 通讯作者:刘勇,男,教授,博士生导师,主要研究方向是森林培育技术与理论。E-mail:lyong@bjfu.edu.cn。

−14 ℃,7 月均温 20 ~23 ℃,年≥10 ℃活动积温 2 400~3 000 ℃,年降水量 500~700 mm。苗圃土壤为农田黑土,土壤容重 1.24 g·cm⁻³,田间持水量 27.54%。土壤有机质含量 30.4 g·kg⁻¹,全氮 1.35 g·kg⁻¹,碱解氮 106.56 mg·kg⁻¹,速效磷 21.59 mg·kg⁻¹,速效钾 155.95 mg·kg⁻¹。

1.2 材料

试验苗木品种为长白落叶松(*Larix olgensis*),种子来源于吉林省林业厅种子站。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 于 7 月初随机挖取大田长白落叶松 1 a 生播种苗 20 株,将幼苗根部用水冲洗干净,在蒸馏水中浸泡 3~4 d(保持水平面与根茎结合处持平)。将处理后的幼苗移进装入蒸馏水的玻璃瓶中(瓶口加盖侧切橡皮塞,橡皮塞中部留有与幼苗茎部直径大小一致的圆孔,后用密封胶带封口,防止水分从瓶口损失),每瓶植入 1 株幼苗,再将培养瓶用塑料袋包缠后埋入室外大田苗床(保持瓶口处幼苗根茎结合部与苗床地面持平),每天更换一次瓶内蒸馏水。

1.3.2 幼苗耗水速率测定 每天 2 次(6:00 和 18:00)分别称量培养瓶重(称量并结合瓶内换水 1 次),差值即为幼苗昼夜耗水量。幼苗培养 10 d 后

进行地上部分面积(针叶面积)扫描,根据植株地上部分扫描面积与昼夜耗水量,即得出苗木的昼夜平均耗水速率(g·cm⁻²·h⁻¹)。

1.3.3 气象因子测定 用便携式自动气象仪(型号 HOBO-美)测定,气象因子包括地面温度(℃)、地面空气湿度(%)、地面露点(℃)、距离地面 1 m 处大气温度(℃)、距离地面 1 m 露点(℃)、距离地面 1 m 处空气湿度(%)、地面辐射(μmol·m⁻²·s⁻¹)、地面 1 m 处辐射(μmol·m⁻²·s⁻¹)、距离地面 2.4 m 处平均风速(m·s⁻¹)和阵风风速(m·s⁻¹)。

1.3.4 数据分析 试验测定数据用 Excel 和 SPSS 统计软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 苗木白天耗水速率与气象因子的关系

由表 1 可知,长白落叶松幼苗白天耗水速率与 1 m 处空气湿度呈显著负相关,与其他气象因子相关不显著。地面 1 m 处空气湿度与地面温度、地面空气湿度与 1 m 处温度呈极显著相关;气象因子与苗木耗水速率相关性排序为:1 m 空气湿度>地面湿度>1 m 辐射>气压>平均风速>1 m 气温>地面温度>1 m 露点>地面露点>阵风风速。

表 1 苗木白天耗水速率与气象因子的相关性分析^①

Table 1 The relativity of transpiration rate and meteorological elements in the day

相关性	地面温度	地面露点	地面空气湿度	1 m 温度	1 m 露点	1 m 湿度	1m 辐射 (光照)	气压	平均风速	阵风风速
地面露点	0.640									
地面空气湿度	-0.909**	-0.264								
1 m 温度	0.998**	0.651	-0.902**							
1 m 露点	0.392	0.946**	0.023	0.399						
1 m 湿度	-0.891**	-0.244	0.992**	-0.891**	0.059					
1 m 辐射(光照)	0.950**	0.508	-0.925**	0.950**	0.212	-0.931**				
气压	0.907**	0.464	-0.891**	0.913**	0.232	-0.881**	0.824*			
平均风速	0.254	-0.121	-0.414	0.284	-0.358	-0.504	0.496	0.210		
阵风风速	-0.043	-0.226	-0.097	-0.012	-0.360	-0.183	-0.186	-0.128	0.991**	
耗水速率	0.551	-0.269	-0.804	0.584	-0.511	-0.883*	0.733	0.701	0.634	0.257

①“*”表示相关显著($p<0.05$);“**”表示相关极显著($p<0.01$)。下表同。

图 1 表明,幼苗在白天的耗水速率(y)随离地面 1 m 处空气湿度(x)升高呈指数性降低。在近地面处的空气湿度较低时,苗木的耗水速率呈指数性升高。表明大田苗木生长过程中,在较为干旱条件下,由于空气湿度过低而使幼苗耗水速率增大,容易出现由于耗水速率过快而对幼苗正常生长产生影响。

2.2 苗木夜间耗水速率与气象因子的关系

由表 2 知,苗木夜间耗水速率与气象因子相关性不显著,即各气象因子在夜间对幼苗的耗水速率

影响不显著。幼苗在夜间的耗水速率相对较低(图 2),可能与苗木自身的生理活动有关。

2.3 苗木白天与夜间的耗水速率差异分析

由图 2 可以看出,耗水速率在白天变化较大,在夜间变化相对较小,主要是由于耗水速率与气象因子的变化相关,在晴天(图 2 中 07-07、07-13)空气湿度较小时,苗木耗水速率差异较大;在雨后或阴天(图 2 中 07-11、07-16)空气湿度较大时,耗水速率昼夜差异较小。

表 2 苗木夜间耗水速率与气象因子的相关性分析

Table 2 The relativity of transpiration rate and meteorological elements at night

相关性	地面温度	地面露点	地面空气湿度	1 m 温度	1 m 露点	1 m 湿度	1 m 辐射 (光照)	气压	平均风速	阵风风速
地面露点	0.917**									
地面空气湿度	-0.780	0.325								
1 m 温度	0.987**	0.945**	0.015							
1 m 露点	0.927**	0.988**	0.269	0.940**						
1 m 湿度	0.392	0.632	0.660	0.389	0.679					
1 m 辐射(光照)	-0.226	-0.500	-0.687	-0.344	-0.485	-0.517				
气压	0.208	-0.145	-0.833*	0.119	-0.153	-0.615	0.776*			
平均风速	-0.608	-0.699	-0.269	-0.710	-0.669	-0.240	0.723	0.215		
阵风风速	-0.652	-0.784*	-0.416	-0.714	-0.735	-0.449	0.559	0.095	0.815	
耗水速率	0.160	0.066	-0.234	0.158	0.033	-0.276	0.370	0.223	0.122	0.343

图 1 白天耗水速率与地面 1 m 高处空气湿度的关系

Fig. 1 Relationship between the transpiration rate and atmosphere humidity

图 2 苗木耗水速率昼夜比较

Fig. 2 Transpiration rate of seedlings in day and night

3 结论与讨论

长白落叶松幼苗白天的蒸腾速率与近地面的空气湿度呈显著相关,与其他气象因子相关性不显著,其他气象因子通过影响空气湿度间接影响苗木耗水速率。幼苗白天耗水速率与地面 1 m 处的空气湿度呈指数性负相关;夜间幼苗耗水速率与气象因子相关性不显著。白天空气湿度较低时,幼苗昼夜耗水速率差异较大;空气湿度较高(雨后或阴天)时,幼苗昼夜耗水速率差异较小。

在气象因子中,空气湿度对幼苗耗水速率产生显著影响,其他因子的影响没有达到显著程度。虽然各种气象因素间相互影响,但各种气象因子在小气候中的变化并非完全同步^[9]。在干旱天气条件下,空气湿度一般在午后最低,适当的喷水灌溉不仅能够有效地提高苗床近地层空气湿度,而且能够降低苗床近地处的空气温度,对于降低幼苗耗水速率、减少幼苗由于日灼等气象因子造成的伤害具有较好的效果。因此,在分析育苗过程中不同的灌溉方式对水分利用率的影响时,要进行综合考虑,既不能全面否定某灌溉方式,也不能全面肯定某种灌溉方式,只有在不同条件下采取不同的灌溉措施,才能达到

有效地促进苗木生长的目的。

参考文献:

[1] KOSTNER B,GRANIER A,CERMAK J. Sap flow measurements in forest stands;Methods and uncertainties[J]. Analysis of Forest Science,1998,55:l3-27.

[2] 周平,李吉跃,招礼军. 北方主要造林树种苗木蒸腾耗水特性研究[J]. 北京林业大学学报,2002,24(5):50-53.

ZHOU P, LI J Y, ZHAO L J. Study on water-consume of mostly trees in north of China[J]. Journal of Beijing Forestry University,2002,24(5):50-53.

[3] 刘晓真,蔡靖,姜在民,等. 干旱胁迫时施肥对 4 个树种耗水量的影响[J]. 西北林学院学报,2006,21(4):31-35.

LIU X Z, CAI J, JIANG Z M, *et al.* Effect on water-consume of 4 kind of trees by fertilization in drought[J]. Journal of Northwesr University,2006,21(4):31-35.

[4] 黄玉清,张中峰. 岩溶区青冈栎整树蒸腾的季节变化[J]. 应用生态学报,2009,20(2):256-264.

HANG Y Q, ZHANG Z F. The season variety of water-consume of *Quercus glauca* in rock dissolve area[J]. Chinese Journal of Applied Ecology,2009,20(2)20:256-264.

[5] 齐化龙,张维江. 毛乌素沙地沙生植物蒸腾规律探讨[J]. 农业科学研究,2008,29(1):61-64.

QI H L, ZHANG W J. Analysis on water-consume of vegeta-ble in Maowusu area[J]. Journal of Agricultural Sciences, 2008,29(1):61-64.

(下转第 19 页)

[2]

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.
LIU S M, CHEN H B, SUN C Z, *et al.* A study of the drought resistance of the main forestation trees in Loess Plateau[J]. Journal of Northwest University of Agricultural and Forestry: Nature Science Edition, 2003,31(4):149-153.

[3]

白洁冰,王志刚,陈飞,等. 食松、油松和樟子松抗旱水分生理比较研究[J]. 西北林学院学报,2008,23(1): 10-13.
BAI J B, WANG Z G, CHEN F, *et al.* Water physiology of *Pinus edulis* Engelm., *P. tabulaeformis* and *P. sylvestris* var. *mongolica* under drought stress[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2008,23(1): 10-13.

[4]

张道远,尹林克,潘伯荣. 桤柳属植物抗旱性能研究及其应用潜力评价[J]. 中国沙漠,2003,23(3):252-256.
ZHANG D Y, YIN L K, PAN B R. Study on drought-resisting mechanism of *Tamrix* L. and assessing of its potential application[J]. Journal of Desert Research, 2003,23(3):252-256.

[5]

孙志虎,王庆成. 应用 PV 技术对北方 4 种阔叶树抗旱性的研究[J]. 林业科学,2003,39(2):33-38.
SUN Z H, WANG Q C. The drought resistance of four broad-leaved species in the north of china with PV technique[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2003,39(2):33-38.

[6]

周朝彬,宋于洋,王炳举,等. 干旱胁迫对胡杨光合和叶绿素荧光参数的影响[J]. 西北林学院学报,2009,24(4): 5-9.
ZHOU C B, SONG Y Y, WANG B J, *et al.* Effects of drought stress on photosynthesis and chlorophyll fluorescence parameters of *Populus euphratica* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2009,24(4): 5-9.

[7]

李彦瑾,赵忠,孙德祥,等. 干旱胁迫下柠条锦鸡儿的水分生理特征[J]. 西北林学院学报,2008,23(3):1-4.
LI Y Y, ZHAO Z, SUN D X, *et al.* Hydrological physiological characteristics of *Caragana korshinskii* under water stress [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2008,23(3): 1-4.

[8]

郑国琦,胡正海. 宁夏枸杞的生物学和化学成分的研究进展[J]. 中草药,2008,39(5):796-800.
ZHENG G Q, HU Z H. The research progress of biology and chemical compounds in *Lycium barbarum* [J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2008,39(5):796-800.

[9]

党青,韩刚,孙德祥,等. 干旱胁迫下杨柴的抗氧化防御系统研究[J]. 西北林学院学,2008,23(4):1-4.
DANG Q, HAN G, SUN D X, *et al.* Antioxidation defence system of *Hedysarum mongolicum* Turcz. under drought stress[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2008,23(4):1-4.

[10]

李继文,王进鑫,张慕黎,等. 干旱及复水对刺槐叶水势的影响[J]. 西北林学院学,2009,24(3):33-36.
LI J W, WANG J X, ZHANG M L, *et al.* Effect of drought and rewater on leaf water potential of *Robinia pseudoacacia* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2009,24(3): 33-36.

(上接第 14 页)

[6]

周海光,刘广全. 黄土高原水蚀风蚀复合区几种树木蒸腾耗水特性[J]. 生态学报,2008,28(9):4568-4572.
ZHOU H G, LIU G Q. Characteristic of trees' water-consume in loess-altiplano water-erode area [J]. Acta Ecologica Sinica, 2008,28(9):4568-4572.

[7]

任庆福,孟平. 华北平原农田毛白杨防护林蒸腾变化规律及其与气象因子的关系[J]. 林业科学研究,2008,21(6):797-802.
REN Q F, MENG P. Analysis on water-consume and meteorologic elements of *Populous tomentosa* in the North plain of China[J]. Forest Research, 2008,21(6):797-802.

[8]

王得祥,康博文,刘建军,等. 主要城市绿化树种苗木耗水特性研究[J]. 西北林学院学报,2004,19(4):20-23.
WANG D X, KANG B W, LIU J J, *et al.* Study on characteristic water-consume of mostly garden-trees [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2004,19(4):20-23.

[9]

闫文德,田大伦. 樟树人工林小气候特征研究[J]. 西北林学院学报,2006,21(2):30-34.
YAN W D, TIAN D L. Study on characteristic of meteorologic element in man-made forest of camphor [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2006,21(2):30-34.