

郑鹏坤, 贺小妮, 胡喜巧, 等. 光照度对不同产地南方红豆杉幼苗生长发育的影响[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(15): 103–106.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.15.028

光照度对不同产地南方红豆杉幼苗生长发育的影响

郑鹏坤, 贺小妮, 胡喜巧, 孟 丽

(河南科技学院, 河南新乡 453003)

摘要: 试验以河南科技学院中药资源研究所引进的 3 年生南方红豆杉和太行红豆杉幼苗为 2 种材料, 研究 100% 光照度(100 000 ~ 140 000 lx)、50% 光照度(50 000 ~ 70 000 lx) 和 30% 光照度(30 000 ~ 40 000 lx) 等对 2 种产地红豆杉的生长特性、叶绿素含量和可溶性糖含量的影响。结果表明: 2 种产地红豆杉的株高增长量、主茎高增长量和一级分枝数均以 50% 光照度最高, 且太行红豆杉均高于南方红豆杉, 其中太行红豆杉株高增长量是南方红豆杉的 1.75 倍, 其主茎高增长量是南方红豆杉的 1.51 倍, 一级分枝数增长量是南方红豆杉的 1.54 倍; 2 种产地红豆杉基茎粗增长量均在全光照强度下最高, 其中南方红豆杉略高于太行红豆杉, 差异不显著; 南方红豆杉叶绿素 a、b 含量在 30% 光照度下最高, 分别为 1.19、0.48 mg/g, 而太行红豆杉叶绿素 a、b 含量在 50% 光照度下最高, 分别为 1.30、0.50 mg/g; 2 种产地红豆杉相对含水量均在 30% 光照度下最高, 且南方红豆杉相对含水量高于太行红豆杉; 2 种产地红豆杉可溶性糖含量随着光照度的减弱呈先上升后下降的趋势, 均在 50% 光照度下最高, 且北方红豆杉的可溶性糖含量是南方红豆杉的 1.36 倍。

关键词: 光照度; 红豆杉; 生长特性; 叶绿素; 可溶性糖

中图分类号: S791.490.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)15-0103-03

红豆杉属(*Taxus*) 植物为我国珍稀濒危药用植物, 属国家一级保护植物, 因其含有抗癌物质紫杉醇^[1] 被广泛熟知。随着人们对红豆杉认识的加深, 在园林绿化、盆景设计、工艺品加工及药用成分紫杉醇的提取等方面迅速展开^[2-3]。但红豆杉对生长环境要求较高, 且生长缓慢, 随着人们大量的开发利用, 红豆杉资源快速减少, 目前已被列为国家一级保护植物^[1]。因此, 研究适宜红豆杉生长发育的环境条件、加快红豆杉资源扩繁的速度是目前急需解决的事情。光照度与红豆杉的生长关系密切, 叶绿素含量能体现植株光合产物累积效果, 可溶性糖含量和相对含水量能表明植株抗性程度^[4]。红豆杉枝叶中多糖研究多集中在提取方法、成分结构以及药用效果等方面^[5-6], 对红豆杉枝叶中多糖含量的影响因子以及多糖含量对植物生长发育影响的研究非常少。因此, 本研究探索了不同光照度对不同产地南方红豆杉和太行红豆杉的生长规律, 检测其幼苗生长特性、叶绿素和可溶性糖等, 为红豆杉幼苗培育、品种推广以及红豆杉资源快速扩繁提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料: 河南科技学院中药资源研究所 3 年生福建产南方红豆杉和太行山野生红豆杉种苗。试验仪器: 722G 可见

分光光度计(上海精密科学仪器有限公司制造)、JA5002 电子天平(上海精天电子仪器有限公司)、KQ-100B 型超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司)、101A-2B 型电热鼓风干燥箱(上海实验仪器有限公司)、HL-1000A 磁力高速多功能粉碎机(上海塞耐机械有限公司)、SPDA-502 叶绿素测定仪等。试验试剂: 无水葡萄糖、9% 苯酚溶液、浓硫酸、丙酮、无水乙醇、蒸馏水等。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 试验于 2016 年 3 月 10 日至 2017 年 6 月 10 日在河南科技学院红豆杉试验基地进行, 采用不同产地红豆杉和不同光照度 2 因素试验设计, 以福建产地南方红豆杉(以下简称南方红豆杉)和太行山产地南方红豆杉(以下简称太行红豆杉)为试验材料, 设计 100% 光照度(100 000 ~ 140 000 lx)、50% 光照度(50 000 ~ 70 000 lx) 和 30% 光照度(30 000 ~ 40 000 lx) 等梯度, 共 3 个处理, 每个处理 3 次重复, 试验于 2016 年 3 月 10 日进行, 选择株型整齐、长势健壮的 2 种红豆杉幼苗各 30 株。栽培容器选用市售无纺布植树袋, 其规格为: 直径 30 cm, 高度 25 cm。栽培基质成分体积比为园土: 发酵稻壳: 发酵鸡粪 = 3: 3: 1。驯化栽培 1 年后, 于 2017 年 3 月 10 日开始进行记录, 随机挑选代表各处理的红豆杉 10 株, 测量其株高、当年生主茎高和基茎粗并将其作为基础数据, 2017 年 6 月 10 日用同样的方法检测其生长量, 计算春季增长量。2017 年 6 月 10 日记录当年生主头一级分枝数、二级分枝数和总分枝数等, 同时采集样品检测含水量、叶绿素含量和可溶性糖含量等, 植物生长过程中的管理一致。

1.2.2 项目测定 叶绿素 a、叶绿素 b 含量采用分光光度法的检测^[7], 可溶性糖含量采用苯酚硫酸法测定^[8-9], 相对含水量 = (叶片鲜质量 - 叶片干质量) / (叶片饱和质量 - 叶片干质量)。

收稿日期: 2017-12-30

基金项目: 河南省科技攻关(编号: 0624420016)。

作者简介: 郑鹏坤(1991—), 男, 河南方城人, 硕士研究生, 主要从事作物栽培学与耕作学、药用植物栽培驯化及开发利用的研究。

E-mail: 353449774@qq.com。

通信作者: 孟 丽, 学士, 教授, 硕士生导师, 主要从事药用植物资源及开发利用等相关研究。E-mail: histml@163.com。

1.3 数据分析

数据处理采用 Microsoft Excel 2007 进行,统计分析采用 DPS 7.05 进行处理和分析^[10],结果以“平均数±标准差”表示,并用平均数进行显著性检验(Duncan’s 法)。

2 结果与分析

2.1 光照度对不同产地红豆杉生长特性的影响

由表 1 可知,2 种红豆杉株高增长量均表现为随着光照度的减弱呈现先上升后下降的趋势,均在 50% 光照度下最大,在此光照度下,太行红豆杉增长量是南方红豆杉的 1.75 倍,且与其他处理差异极显著;主茎高增长量与株高增长量具有相同的规律,太行红豆杉在 50% 光照度下增长量最大,其主茎高增长量是南方红豆杉的 1.51 倍;2 种红豆杉基茎粗增

长量均随着光照度的减弱而降低,都在 100% 光照度下最大,其中南方红豆杉增长量略高于太行红豆杉,但差异不显著;2 种红豆杉的一级分枝数均在 50% 光照度下最多,南方红豆杉在不同光照度下的一级分枝数差异不显著,太行红豆杉在 50% 和 30% 光照度下差异极显著,50% 光照度的太行红豆杉一级分枝数是南方红豆杉的 1.54 倍;南方红豆杉的二级分枝数以 50% 光照度最多,达到 5.33 个,而太行红豆杉的二级分枝数却是 100% 全光照度最多,达到 4.33 个,在全光照条件下 2 个品种差异极显著;南方红豆杉总分枝数为随光照度的减弱呈现先增加后减少的趋势,在 50% 光照度下最多,是 100% 光照度的 2.65 倍,是 30% 光照度的 7.67 倍,而太行红豆杉总分枝数为随光照度的减弱急剧下降,100% 光照度分别是 50%、30% 光照度的 2.73、6.01 倍。

表 1 光照度对红豆杉生长特性的影响

品种	光照度 (%)	株高增长量 (cm)	主茎高增长量 (cm)	基茎粗增长量 (mm)	一级分枝数 (个)	二级分枝数 (个)	总分枝数 (个)
南方红豆杉	100	15.63 ± 2.07bB	13.97 ± 2.00bB	1.83 ± 0.11aA	3.00 ± 1.00bB	1.67 ± 0.58bB	8.67 ± 3.06bB
	50	15.97 ± 1.86bB	15.83 ± 1.91bB	1.64 ± 0.03aAB	3.67 ± 0.58bB	5.33 ± 0.58aA	23.00 ± 1.73aA
	30	6.40 ± 1.30cC	6.33 ± 1.30cC	0.63 ± 0.06cCD	3.00 ± 0.00bB	0.00 ± 0.00cB	3.00 ± 0.00bB
太行红豆杉	100	15.50 ± 1.15bB	13.57 ± 1.32bBC	1.61 ± 0.44aAB	4.00 ± 1.00bAB	4.33 ± 1.15aA	20.00 ± 6.93aA
	50	27.87 ± 4.77aA	23.90 ± 4.42aA	1.14 ± 0.20bBC	5.67 ± 0.58aA	0.33 ± 0.58cB	7.33 ± 2.31bB
	30	13.37 ± 2.84bB	13.23 ± 2.95bBC	0.47 ± 0.26cD	3.33 ± 0.58bB	0.00 ± 0.00cB	3.33 ± 0.58bB

注:同列数据后不同大写、小写字母分别表示在 0.01、0.05 水平上差异显著。

2.2 光照度对不同产地红豆杉叶绿素含量的影响

图 1、图 2 表明,南方红豆杉中叶绿素 a、b 含量均随着光照度的减弱而增高,其叶绿素 a、b 含量均以 30% 光照度最高,达到 1.19、0.48 mg/g,分别是 100% 光照度下叶绿素含量的 2.70、2.40 倍;而太行红豆杉中叶绿素 a 和叶绿素 b 含量随着光照度的减弱呈先上升后下降的趋势,均以 50% 光照度最高,分别为 1.30、0.50 mg/g,100% 光照度下的叶绿素 a、b 含量最低,50% 光照度下太行红豆杉叶绿素 a 含量是 100% 光照度的 1.57 倍,50% 光照度下叶绿素 b 含量是 100% 光照度下的 1.72 倍;100%、50% 光照度太行红豆杉叶绿素 a 和叶绿素 b 含量均高于南方红豆杉,而 30% 光照度太行红豆杉叶绿素 a 和叶绿素 b 含量均低于南方红豆杉。由图 3 可知,2 种不同产地红豆杉叶绿素 a/b 随着光照度的减弱呈先下降后上升的趋势,均以 50% 光照度下最低,100% 光照度下叶绿素 a/b 最高。同一光照度下,南方红豆杉叶绿素 a/b 略低于太行红豆杉。

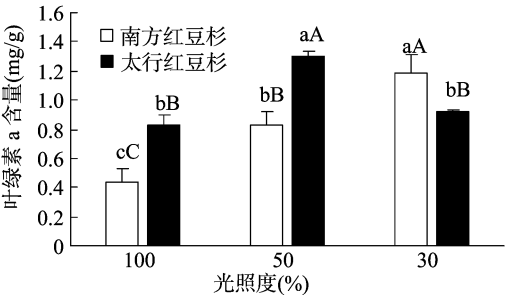


图 1 光照度对红豆杉叶绿素 a 含量的影响

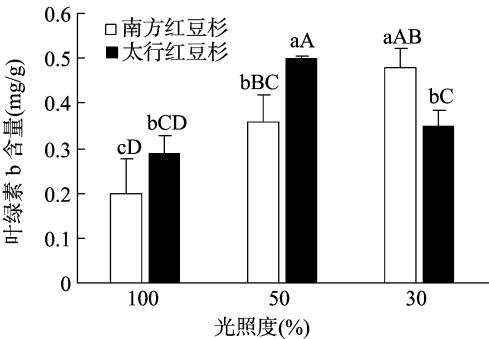


图 2 光照度对红豆杉叶绿素 b 含量的影响

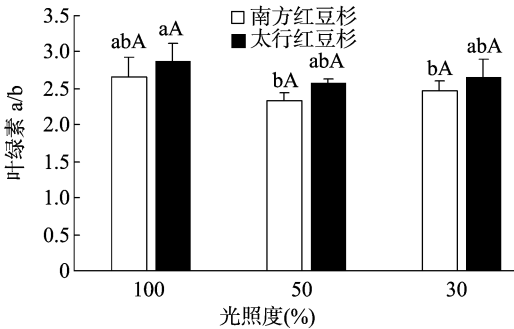


图 3 光照度对红豆杉叶绿素 a/b 的影响

2.3 光照度对不同产地红豆杉相对含水量的影响

由图 4 可知,随着光照度的减弱,不同产地的红豆杉相对含水量有一定的规律,南方红豆杉相对含水量随着光照度减弱而增加,在 30% 光照度下最高,达到 91%;而太行红豆杉的相对含水量随着光照度减弱呈先下降再急剧上升的趋势,50% 光照度相对含水量最低,仅有 81%,30% 光照度最高,达

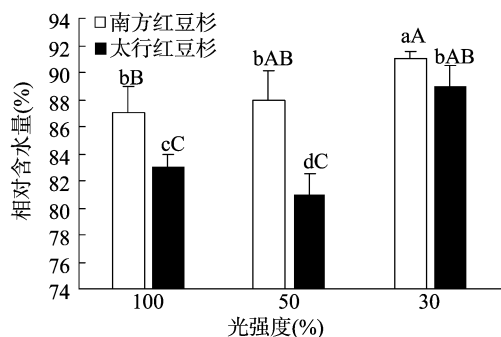


图4 光照度对红豆杉相对含水量的影响

到 89%, 各处理差异显著, 同一光照度南方红豆杉相对含水量均高于太行红豆杉。

2.4 光照度对不同产地红豆杉可溶性糖含量的影响

图 5 表明, 2 种红豆杉可溶性糖含量随着光照度的减弱呈先上升后下降的趋势, 均以 50% 光照度最高, 且太行红豆杉是南方红豆杉的 1.36 倍, 30% 光照度最低, 同一光照度下太行红豆杉可溶性糖含量均高于南方红豆杉, 50% 光照度下南方红豆杉可溶性糖含量是 30% 光照度下的 2.70 倍, 是 100% 光照度的 1.17 倍, 太行红豆杉 50% 光照度可溶性糖含量是 30% 光照度的 2.35 倍, 是 100% 光照度的 1.19 倍, 各处理差异极显著。

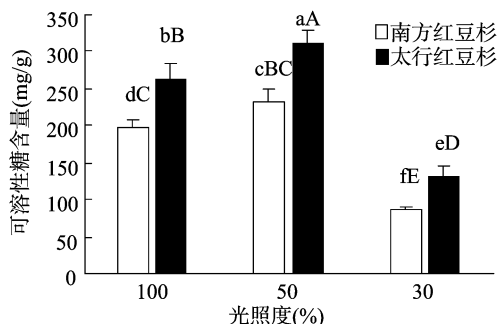


图5 光照度对红豆杉可溶性糖含量的影响

3 结论与讨论

福建产区南方红豆杉 3 年幼苗引种到河南新乡驯化栽培后, 其幼苗生长植株株高的增长量、主茎高的增长量、当年生主头一级分枝数、二级分枝数和总分枝数均以 50% 光照度最高。由此可见, 南方红豆杉幼苗在河南新乡生长适宜光照度为 50%, 这与李真子等的研究结果^[11]一致。但是, 本试验中的 2 种红豆杉基茎粗增长量都是 100% 光照度最高, 这可能是增加光照度会引起壮苗的原因。太行山地区红豆杉幼苗的生长量指标也是在 50% 光照度下最高, 且远远高于南方红豆杉, 原因是野生太行红豆杉长期生长在林下弱光环境条件, 50% 光照度模拟了野生环境。同时观察幼苗田间生长状况, 太行山地区红豆杉幼苗当年生主头二级分枝数较多, 50% 光照度下一级分枝长度却远远高于 100% 光照度下一级分枝长度, 说明增加光照度有利于二级分枝数的增加, 适量遮阴有利于植株长高, 但过于遮阴也将抑制其生长。

南方红豆杉叶绿素 a、b 含量均随光照度的减弱而增高, 说明遮阴有利于南方红豆杉叶片叶绿素 a、b 的合成, 这与孙

佳音等的相关研究结果^[12]一致。而太行红豆杉叶绿素 a、b 含量随光照度的减弱呈先上升后下降的趋势, 50% 光照度含量最高, 说明 50% 光照度更有利于太行红豆杉叶绿素的合成, 遮阴度过高抑制太行红豆杉叶绿素合成, 这可能与太行红豆杉长期生长在北方短日照环境条件有关。2 种产地红豆杉叶绿素 a/b 值均以 50% 光照度最低, 说明在 50% 光照度下红豆杉叶片增加了对蓝紫光的利用, 增加了植株对光能吸收及生物量积累^[13]。孙铭隆等研究表明, 在东北红豆杉、南方红豆杉和曼地亚红豆杉中, 东北红豆杉的叶绿素和类胡萝卜素含量最高, 南方红豆杉最低^[14]。而太行山地区南方红豆杉和东北红豆杉都生长于我国东北部, 因此本结果可能与地域环境造成的日照强度和日照时间不同从而影响光合作用有关, 相关结论还须进一步更全面的研究。

2 种产地红豆杉相对含水量均以 30% 光照度最高, 说明遮阴有利于减少叶片水分的散失。同一光照度下, 南方红豆杉叶片相对含水量均高于太行红豆杉, 但是通过对 2 个产地红豆杉幼苗生长的后期观察发现, 相同光照度下太行红豆杉的耐旱性要远远高于南方红豆杉, 这与叶片相对含水量越高植株抗旱性越强的研究结果^[4,15]相反。这可能是因为南方红豆杉长期生长在南方湿润的环境中, 植株体内持有较高的含水量, 引种栽培到河南新乡的时间较短。而太行红豆杉与原来的生态环境相近, 细胞中原生质胶体的水合程度和细胞的充水度没有受到影响, 从而提高了原生质胶体的保水能力, 还可能与太行红豆杉生长较快有关。

2 种产地红豆杉叶片可溶性糖含量均以 50% 光照度最高, 说明 50% 光环境有利于糖的转化与积累。赵江涛等研究了可溶性糖在高等植物代谢调节中的生理作用^[16], 许多相关研究已经证明, 植物叶片中可溶性糖含量是衡量植物抗寒性的一个重要指标, 其含量越高, 细胞原生质冰点降低, 从而提高了植物的抗寒性^[17-21]。在同一光照度下, 太行红豆杉可溶性糖含量均高于南方红豆杉, 说明太行山红豆杉比南方红豆杉抗寒性高, 更适宜在我国北方栽培应用。

综上所述, 不论是 2 种产地红豆杉的生长特性, 还是其叶绿素、可溶性糖含量, 太行红豆杉均优于南方红豆杉, 适当遮阴更有利于太行红豆杉在我国北部驯化栽培和生长。相对而言, 南方红豆杉引种到河南新乡或其相似的生态环境, 以 50% 光照度有利于栽培生长。本研究为我国南方红豆杉资源南种北引栽培驯化及园林绿化提供了理论依据。

参考文献:

- [1] 包维楷, 陈庆恒. 中国的红豆杉资源及其开发研究现状与发展对策[J]. 自然资源学报, 1998, 1(4): 375-378.
- [2] 金平, 刘应珍, 吴洪娥. 南方红豆杉在园林绿化中的应用探析[J]. 贵州科学, 2015, 33(5): 48-51.
- [3] 卫 国, 张国升, 刘金旗, 等. 红豆杉枝叶中化学成分及含量研究进展[J]. 广州化工, 2014, 42(6): 17-20, 23.
- [4] 欧建德. 人工光环境对南方红豆杉幼树叶片形态、叶绿素及水分特征的影响[J]. 农学学报, 2013, 3(03): 64-66.
- [5] 郑德勇, 徐 莉, 郑月梅, 等. 红豆杉多糖的提取与结构初探[J]. 林业化学与工业, 2012, 32(2): 102-106.
- [6] 华 芳, 宋祖荣, 张国升, 等. 红豆杉多糖的研究进展[J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2013, 34(7): 1016-1017.

张 维,庄 丽,李桂芳,等. 梭梭气体交换特征对人工模拟增温的响应[J]. 江苏农业科学,2018,46(15):106–110.
doi:10.15889/j.issn.1002–1302.2018.15.029

梭梭气体交换特征对人工模拟增温的响应

张 维,庄 丽,李桂芳,王仲科,黄 刚

(石河子大学生命科学学院,新疆石河子 832000)

摘要:在全球气候变化的背景下,利用开顶式生长室(open top chamber,OTC)对准噶尔盆地南缘荒漠植被梭梭进行野外自然条件下的模拟增温研究。利用美国 Li-6400 XT 光合仪同期测定常温与增温下梭梭同化枝的气体交换参数及相关环境影响因子。通过对比分析 2 种生境下梭梭光合特性的差异及其与环境因子间的关系,探讨其对未来环境的适应特性和机制。结果表明:2 种生境下梭梭净光合速率(P_n)日变化均呈不对称的双峰曲线,然而气孔导度(G_s)、蒸腾速率(T_r)日变化特征则完全不同。常温下梭梭 G_s 呈“多峰”型,而增温下梭梭 G_s 则呈“双峰”型; T_r 虽均为“多峰”型,但其变化趋势却明显不同。根据 2 种生境下梭梭 P_n 、胞间二氧化碳浓度(C_i)及气孔限制值(L_s)的变化方向,推测梭梭光合“午休”主要由非气孔因素引起。相关性分析表明,对 2 种生境下梭梭 P_n 影响最显著的环境因子均为相对湿度(RH),且增温下效应强于常温;这意味着未来全球性气候变暖所间接导致的干旱将对梭梭的生长构成进一步的胁迫伤害。

关键词:梭梭;人工模拟气候变化;光合作用;气体交换;环境因子;准噶尔盆地南缘

中图分类号: Q945.79 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002–1302(2018)15–0106–05

植物的光合作用是地球上最重要的生物化学反应之一^[1],极易受到许多环境因子的影响,其中温度就是一个很重要的方面^[2]。温度升高对植物的影响可分为直接影响和间接影响,直接影响主要包括温度升高将改变植物的光合特性及生长速率;间接影响则主要包括改变植物的土壤特性和对营养物质的利用^[3–4]。迄今为止,大量的研究主要集中在

低温下植物的光合机理方面,对于高温响应的研究比较少。温室效应引起的全球性气候变暖在很大程度上直接影响植物的生长发育及其生存状况。因此,研究模拟增温对植物的影响对于促进生态平衡发展具有重要的理论价值和生态学意义。

梭梭(*Haloxylon ammodendron*)为藜科梭梭属灌木或小乔木,属亚洲荒漠成分,广泛分布于中亚荒漠地区,具有较强的抗旱、抗寒、耐盐碱、耐瘠薄等生态适应特征^[5],新疆尤以准噶尔盆地为主^[6]。由于其所具有的经济价值和生态价值而遭到大规模的开发利用,从而导致原生天然梭梭林很快被大面积破坏,物种多样性急剧降低,在一段时间内处于濒危状态,因此,在 1984 年该种被列为国家濒危三级保护植物。同时也正是因为梭梭这些巨大的经济价值和灭绝风险,才引起

收稿日期:2017–02–22

基金项目:国家“973”计划(编号:2014CB954203);国家自然科学基金(编号:31360139、41561010、31560177)。

作者简介:张 维(1991—),男,湖北利川人,硕士研究生,主要从事干旱区植物与植被生态研究。E-mail:1182652644@qq.com。

通信作者:庄 丽,博士,教授,主要从事干旱区植物与植被生态研究。E-mail:shz211985@163.com。

[7]邹 琦.植物生理学实验指导[M].3 版.北京:中国农业出版社,2003:72–74.

[8]张志军,刘建华,李淑芳,等.灵芝多糖含量的苯酚硫酸法检测研究[J].食品工业科技,2006,27(2):193–195.

[9]刘晓涵,陈永刚,林 励.萘酚硫酸法与苯酚硫酸法测定枸杞子中多糖含量的比较[J].食品科技,2009,34(9):270–272.

[10]唐启义,冯明光.实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M].北京:科学出版社,2002:48–53.

[11]李真子,徐玉梅,袁逢珍.不同遮荫度对南方红豆杉幼树生长量的影响试验[J].林业调查规划,2014,39(6):148–151.

[12]孙佳音,杨逢建,庞海河,等.遮荫对南方红豆杉光合特性及生活史型影响[J].植物研究,2007,27(4):339–444.

[13]杨逢建,庞海河,张学科,等.光胁迫对南方红豆杉叶片叶绿体色素和紫杉醇含量的影响[J].植物研究,2007,27(5):556–558.

[14]孙铭隆,李 威,刘 彤,等.3 种红豆杉光合特性及叶绿素荧光差异比较[J].经济林研究,2011,29(1):27–33.

[15]王爱玲,蔡军社,白世践,等.葡萄砧木叶片含水量和相对含水量的研究[J].天津农业科学,2013,19(2):16–18.

[16]赵江涛,李晓峰,李 航,等.可溶性糖在高等植物代谢调节中的生理作用[J].安徽农业科学,2006,34(24):6423–6425,6427.

[17]袁淑珍,栗淑媛,乔 辰.低温胁迫对螺旋藻体内可溶性糖含量的影响[J].中国农学通报,2008,24(5):113–116.

[18]江福英,李 延,翁伯琦.植物低温胁迫及其抗性生理[J].福建农业学报,2002,17(3):190–195.

[19]陈卫国,周冀衡,杨虹琦.烟草抗寒性生理生化研究进展[J].作物研究,2007,21(1):811–83.

[20]艾 琳,张 萍,胡成志.低温胁迫对葡萄根系膜系统和可溶性糖及脯氨酸含量的影响[J].新疆农业大学学报,2004,27(4):47–50.

[21]赵媛媛,刘明国,赵伟浩.3 种外来树种抗寒性生理指标的比较[J].安徽农业科学,2007,35(5):1298–1299.