

“741杨”扦插苗耐阴性的研究

裴保华 郭进起 张素菊

(河北林学院, 保定 071000)

摘要 用黑色遮阴网遮光,研究了741杨嫩枝扦插苗的耐阴性。共设置全日照(对照)、全日照的24.5%、7.5%和2.5%等4种光量。研究了光强对叶生长、叶解剖构造、叶绿素含量、光-光合曲线、新梢生长和生物量等指标。结果表明,741杨是一种喜光树种,在全日照下生长,其生物量等多项指标都高于各种遮光处理。741杨对24.5%光量有较强的适应补偿能力,其单片叶面积、新梢生长率、叶绿素含量、叶柄长度等都超过对照,但总生物量还是低于对照34.4%。7.5%光量处理已接近741杨的耐阴极限。741杨扦插苗不能长期在2.5%的光量下生活。

关键词 耐阴性 741杨 全日照 喜光树种

‘741杨[(*Populus. alba* × *P. davidiana*) × *P. tomentosa*]’是白杨派有性杂交选育出的良种无性系,它的一些性状已有报道(姜会明等,1991)。741杨的耐阴性是其重要的生态学特性,是育苗、造林和抚育间伐的理论基础。本文研究了741杨嫩枝扦插苗的耐阴性。

1 材料和方法

1.1 材料 选用前一年初秋扦插的嫩枝扦插苗,苗高15cm,基径0.3m。

1.2 方法

3月中旬将苗木栽植在塑料盆中,盆内装入耕地土壤,施入少量腐熟的牛粪,暂在室内培养,4月5日移到田间。盆栽苗木放入黑色遮阴网做成的遮阴棚内。共设置4种光强处理:全日照(对照),全日照的24.5%(较弱光),7.5%(弱光)和2.5%(极弱光)。每种处理重复4次(4盆),每个重复栽植2株。田间试验到7月15日结束,其间用st-85型照度计测定了两次光强日变化。用FQ-W CO₂分析仪测定光-光合曲线,用Arnoon法测定叶绿素含量。定期测定了新梢生长、叶片数增长进程。田间培养101天(至7月15日),分别测定各器官的生物量。

2 结果

2.1 光强对光合系统的影响

2.1.1 光强对叶生长性状的影响

本文于1994-08-06收到,1994-12-27定稿。

郭进起现在保定市新华物资总公司工作。保定林技师范9001王金增、杨文芝同学参加部分工作,谨此致谢。

叶生长性状对光强的反应最敏感(图1)。全日照促进叶原基分化,抑制叶面积生长。各遮光处理的单株叶片数分别为对照的58.81%、46.34%和19.11%;但单片叶面积却分别为对照的173.93%、133.25%和63.04%。较弱光和弱光都表现出促进叶面积生长的作用。以全日照单株总叶面积为100%,各遮光处理的叶面积分别为102.28%、61.75%和27.76%。可见较弱光和弱光都表现出较强的适应作用。

为适应光照条件,叶柄长度、叶茎夹角、叶片厚度、比叶面积等也发生相应变化。例如强光下叶柄短、叶茎夹角小、叶片厚和比叶面积小等。这些都是对强光适应的表现。

2.1.2 光强对叶解剖构造的影响

741杨和一般喜光植物相似,叶片解剖构造随光强减弱发生一系列变化,如栅栏组织、海绵组织和角质层变薄,每个细胞内的叶绿体数目有所减少,但叶绿体直径增大(表1)。在较弱光下栅栏组织厚度降低38.3%,叶绿体直径增加19.51%,叶绿体个数降低24.45%。弱光和极弱光处理这三项指标的变化都很接近,所以这两个处理适应弱光的能力无多少差别。

表1 光强对741杨叶片解剖构造的影响(μm)

Table1 Effects of light intensities on leaf anatomic structure of 741 poplar

处 理 Treatment	栅栏组织厚度 Palisade thickness		海绵组织厚度 Sponge thickness		叶绿体 Chloroplast			角质层厚度 Cuticle thickness	
	(μm)	(%)	(μm)	(%)	(N/Cell)	(D)	(%)	(μm)	(%)
全日照 Full exposure	94.48	100.00	44.08	100.00	13.17	3.28	100.00	2.67	100.00
较弱光 24.5% F.E.	58.29	61.70	29.00	65.79	9.95	3.92	119.51	2.38	89.14
弱 光 7.5% F.E.	32.09	33.96	28.07	63.68	9.21	5.13	156.40	1.51	56.55
极弱光 2.5% F.E.	32.38	34.27	26.86	60.93	9.10	5.25	160.06	1.25	48.82

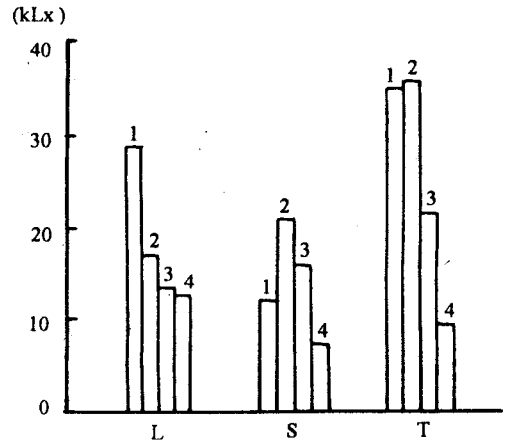


图1 光强对叶生长的影响

Fig.1 Effect of light intensities on leaf growth

L: 叶片数/株 leaf number/sampling

S: 单片叶面积 single leaf area(cm^2)

T: 总叶面积/株 total leaf area/sampling
($\text{cm}^2 \times 10$)

1. 全日照 Full exposure

2. 较弱光 24.5% F.E.

3. 弱光 7.5% F.E.

4. 极弱光 2.5% F.E.

此外,栅栏薄壁细胞的形状也随光强减弱发生显著的适应变化。在全日照下细胞呈长柱状,高径比为5.12~5.55,为典型的阳叶结构;较弱光高径比降为4.31~5.36,与前者差

异较小;弱光和极弱光下栅栏细胞不仅高径比大幅度降低,而且细胞变为倒圆锥形,这两种处理的变化幅度也很接近,说明它们的调节适应能力也相似。

2.1.3 光-光合曲线与光强处理的关系

幼苗移至田间90天用密闭气路斜率法测定了功能叶的光-光合曲线,绘成光-光合曲线图(图2)。利用曲线在弱光部分的实测数据拟合为直线方程;从曲线中查出各处理的光饱和点和量大光合速率,计算出对照和较弱光下的光补偿点,后两处理的光补偿点是用实测结果估计的。将各处理的光饱和点、光补偿点、最大光合速率和弱光区光-光合速率直线方程的参数列入表2。可以看出,不同光强处理改变了741杨叶片的光合性能。和全日照相比,在较弱光下光饱和点、补偿点分别降低了23.08%、67.91%,但最大光合速率却稍有提高(10.80%)。弱光处理光饱和点、补偿点分别降低了46.15%、82.22%。最大净光合速率降低了66.12%。极弱光下分别降低53.85%,88.14%和75.39%。

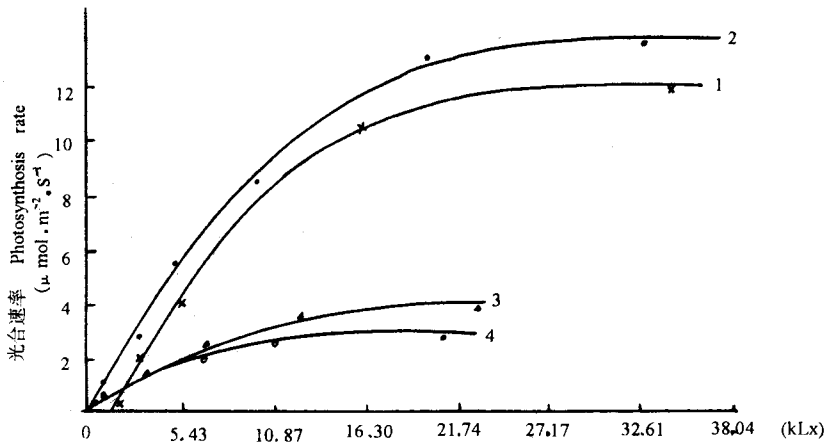


图2 光强处理对光-光合曲线的影响

Fig. 2 Effect of light intensities on photosynthesis

- 1. 全日照(100%) Full exposure 2. 较弱光(24.5%) 24.5%F. E.
- 3. 弱光(7.5%) 7.5%F. E. 4. 极弱光(2.5%) 2.5%F. E.

光-光合曲线直线部分的斜率代表光合速率对光强的敏感性。从表2的数据可以看出,较弱光处理光合速率对光强的敏感性较对照提高了148.90%,而弱光和极弱光处理的敏感性却分别降低了10.66%和21.32%。

根据光饱和点、补偿点、最大净光合速率和各处理光合速率对光强敏感性等的研究,可以看出,较弱光处理对光逆境有极强的适应能力,弱光和极弱光处理的适应能力已很小。

2.1.4 叶绿素含量

叶绿素含量的研究表明,各级弱光处理都明显增加单位叶干重中的叶绿素含量(表3)。以全日照的叶绿素含量为100.00%,其它3种遮光处理的叶绿素含量分别为317.28%、598.88%和504.23%。以叶面积为单位的叶绿素含量,分别为全日照的161.28%、125.48%和108.34%。可以看出,极弱光处理已不能明显增加单位叶面积中的叶绿素含

量。遮光未增加叶绿素 a/b 的比值,相反还有某些降低。

表2 光-光合曲线中的主要参数

Table2 Parameters for the regression equation curve of light-photosynthesis

光 强 Light intensity	光饱和点 Light saturation point (Lx)	光补偿点 Light compensation point (Lx)	最大光合速率 Maximum photosynthetic rate ($\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)	回归方程参数 Parameters for regression equation		
				a	b	r
全日照 Full exposure	35330	1690	12.31	-0.8465	0.0272	0.9967
较弱光 24.5% F.E.	27170	540	13.64	-0.6723	0.0677	0.9909
弱 光 7.5% F.E.	19020	300	4.17	0.0842	0.0243	0.9999
极弱光 2.5% F.E.	16300	200	3.08	0.2246	0.0214	0.9998

表3 光强处理对叶绿素含量的影响

Table 3 Effects of light intensities on content of chlorophyll

处 理 Treatment	叶绿素含量 Content of Chl. (mg/gDW) (mg/dm ²)		Chl. a/Chl. b	同化速率 Assimilation rate ($\mu\text{molCO}_2/\text{mg} \cdot \text{s}$)(%)	
	(mg/gDW)	(mg/dm ²)			
全日照 Full exposure	3.380	2.363	2.484	52.09	100.00
较弱光 24.5% F.E.	10.724	3.811	2.349	35.79	68.71
弱 光 7.5% F.E.	20.242	2.965	2.275	14.06	26.99
极弱光 2.5% F.E.	17.043	2.560	2.212	11.84	22.72

根据光-光合曲线的材料,计算出最大光合速率时单位重量(mg)叶绿素的同化速率,以较弱光的同化速率降低较少,弱光和极弱光处理降低比率较大,且数值接近,所以741杨只对较弱光的适应能力较强。

2.2 光强对新梢生长的影响

田间试验开始后,定期(5天)测定苗木新梢生长,绘成新梢生长曲线(图3)。从图3的材料看出,在最初的15天内(5月9日~24日),后3种处理的生长速率差异很小,这可能是因为当时苗木主要靠储藏营养生长,但全日照处理与后3种处理差异较大。15天后各处理新梢生长速率出现明显差异,并且生长进程接近直线。以实测数据拟合成直线方程,直线的斜率代表该处理苗木的生长速率。根据曲线斜率的比值,比较4种处理新梢生长速率,以对照为100.00%,较弱光为126.83%,弱光为31.36%,极弱光为8.25%。由新梢生长速率分析,741杨在极弱光下几乎不能生长,7月上旬植株已全部封顶,并有25%的植株自然死亡。

2.3 光强对叶片数量增长的影响

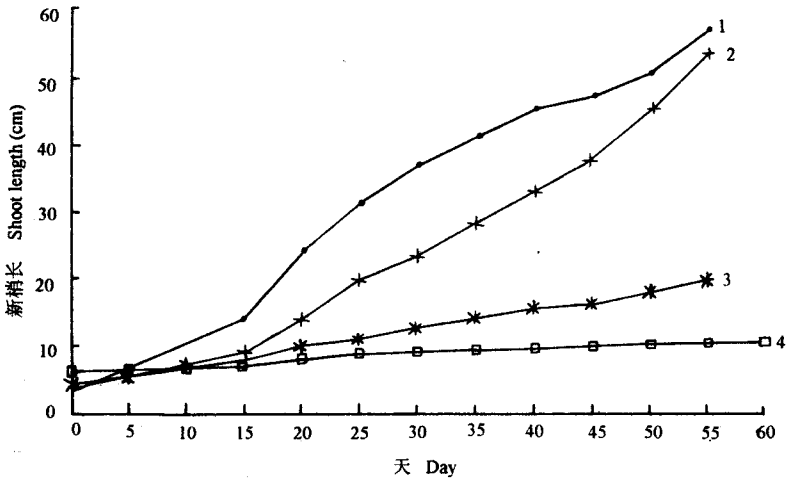


图3 光强对新梢生长的影响

Fig. 3 Effect of light intensities on shoot growth

- 1. 全日照 Full exposure 2. 较弱光 24.5% F. E.
- 3. 弱光 7.5% F. E. 4. 极弱光 2.5% F. E.

在测定生长的同时测定了叶片数增长。测定开始后15天进入二次生长,各处理的叶片数增长率也接近直线。以15天后的实测数据拟合为直线方程,以 *b* 值大小比较各处理叶片数增长速率,较弱光只受到较轻的抑制,弱光和极弱光处理叶片数增长受到的抑制超过新梢生长。极弱光处理从6月9日开始落叶,到7月5日叶片数反而比6月9日减少了10.4%。由此可见,741杨已不适应在极弱光下生活。

表4 光强对生物量的影响

Table 4 Effect of light intensities on biomass

处 理 Treatment	总生物量 Total biomass (g/plant) (%)	根生物量 Root biomass (g/plant) (%)	茎生物量 Stem biomass (g/plant) (%)	叶生物量 Leaf biomass (g/plant) (%)	根冠比 Ratio of root to crown
全日照 Full exposure	7.38 100.0	2.04 100.0	2.58 100.0	2.76 100.0	0.38
较弱光 24.5% F. E.	4.84 65.6	0.63 30.8	1.97 76.5	2.24 81.1	0.15
弱 光 7.5% F. E.	1.24 16.8	0.13 6.4	0.54 21.0	0.57 20.5	0.12
极弱光	0.77 10.5	0.13 6.6	0.40 15.7	0.23 8.4	0.21

2.4 光强对生物量的影响

试验结束时(7月15日),分别收集各处理的根、茎、叶,洗净烘干,测定干重,计算平均生物量,测定结果列入表4。从生物量的相对值可以看出,在较弱光和弱光下茎生物量特别是叶生物量的相对值,均超过其总生物量的相对值。这说明在该条件下,741杨仍具有自身

调节功能,即增加叶量、株高、降低根量,以求捕获更多的光能,适应遮光条件。但在极弱光下,741杨已失去这种功能,其叶生物量低于总生物量的相对值,其总生物量和苗木原始干重(0.69g/株)比较,基本上没有增加。

3 讨论

3.1 741杨的耐阴限度

耐阴植物只能在一定的阴蔽条件下才能正常生长发育。741杨在空旷地上生长发育正常,生物量最高,所以它是一个喜光树种。一般认为当日照强度在生理范围内不断降低时,植物将通过多种途径,补偿光强不足,以获得较高的生物量。当光强低于生理适应范围时,不能完全补偿低光强的影响,光合作用不能提供足够的有机物供植株生长,导致生长停滞,甚至器官脱落,植株死亡。741杨对光强适应的生物补偿效应可作为判断耐阴限度的指标。据研究,一些生长指标和生理指标随光强降低反而有所增加,这是生物补偿效应的突出表现。表5综合了光强处理对5项指标的影响。在较弱光下仅一项稍低于对照,其余各项均远超过对照,生物补偿作用十分明显。弱光处理,有60.0%的指标稍高于对照,其余指标远低于对照,补偿作用已降低。极弱光处理,只有叶绿素一项稍高于对照(8.5%),已基本失去补偿效应。据此可以认为,弱光(7.5%)已接近741杨的耐阴极限,741杨不能长期在极弱光下生活。

另一种判断耐阴限度的标准是根据有机物平衡。741杨在极弱光下基本上不能积累有机物,出现器官脱落和植株死亡现象。所以741杨的耐阴极限应高于全日照的2.5%。

表5 光强对几项生长和生理指标的影响

Table 5 Effect of light intensities on some indexes of growth and physiology

处 理 Treatment	单片叶面积 Single leaf area (%)	叶片数增长 Increase of leaf number (%)	叶绿素含量 Content of chl. (%)	新梢生长率 Shoot growth rate (%)	叶柄长度 Lenth of petiole (%)
全日照 Full exposure	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
较弱光 24.5% F.E.	173.9	95.2	161.4	126.8	136.1
弱 光 7.5% F.E.	133.3	28.1	125.4	31.4	110.3
极弱光 2.5% F.E.	63.0	7.5	108.5	8.3	49.4

3.2 741杨耐阴性与栽培技术

根据一些学者研究(门司正三等,1953;Ю. Л. 采利尼科尔,1978),提出群体的透光率为: $T=e^{-KF}$ 。式中 T :为透光率(%), K :为群体消光系数, F :为群体叶面积系数。一般群体的消光系数为0.35~0.70。以此为依据,可计算741杨各种叶面积系数下的透光率。根据741杨的耐阴极限,育苗和人工林的叶面积系数不宜超过5~7,其相应的透光率为18.3%~2.9%和9.3%~0.6%。这样既可充分利用光能,又不致引起阴蔽处叶的消耗,导致器官脱落或死亡。

参 考 文 献

- 曲仲湘编著,1986:植物生态学,第二版,高教出版社,北京。
- 邹琦等,1986:斜率法田间光合测定装置及其应用,山东农业科学,(6)46~50。
- 姜会明等,1991:新育优良无性系741杨特性分析,林业科学,27(6)589~594。
- 裴保华等,1990:林分密度对 I-69杨树冠结构和光能利用的影响,林业科学研究,3(3)。
- 门司正三等,1953:(朱健人译,1980)作物群体中光能的截获和辐射交换,光合作用与作物生产译丛,农业出版社,1~24。
- 加藤荣编著,1981:(候光良等译,1985)光合作用研究方法,能源出版社,19[7]~189。
- Ю. Л. 采利尼科尔著,1978:(王世绩译,1986)木本植物耐阴性的生理学原理,科学出版社,北京。

ON SHADE TOLERANCE OF 741 POPLAR

Pei Bao-hua Guo Jin-qi Zhang Su-ju

(Hebei Forestry College, Baoding 071000)

Abstract

Using black shading net, we set up four light conditions (e. g. 100%, 24.5%, 7.5% and 2.5% of full light) under which the cuttings of poplar grown. The effects of light intensity on leaf growth, leaf anatomic structure, chlorophyll content, light-photosynthesis curve, growth of newly produced sprouts and biomass were investigated. The results show that 741 poplar is a light tree species. Biomass and other parameters were all higher under 100% light than the other light conditions. The plants had a strong compensation at the level of 24.5% of full light. The single leaf area, growth rate of newly produced sprouts, chlorophyll content and petiole length were larger, but total biomass was smaller, under full light than 34.4% of full light conditions. Under 7.5% of full light, the plants reached their limitation of shade tolerance. The plants were not able to survive for long term under 2.5% of full light conditions.

Key words Shade tolerance, 741 poplar, Full light, Light tree species