

光状况对油松苗生长和光合特性的影响

THE LIGHT REGIME EFFECTS ON GROWTH AND PHOTOSYNTHESIS IN CHINESE PINE

(*PINUS TABULAEFORMIS* CARR) SEEDLINGS

何平; 高荣孚

5791.254

人们用藻类和农作物为材料对光与植物生长和光合作用的关系进行了大量的研究^[1,2]。

但是对木本植物，特别是对乔木的研究很少。油松 (*Pinus Tabulaeformis* Carr.) 是我国北方的主要造林树种之一，对它的光合生理生态学特性的研究鲜有报道。为了解它的光合性状和生长与光的关系，并为育苗和抚育等林业生产措施提供理论基础。本文就不同光质光量条件下生长的油松苗的光合性状和生长特性进行了研究。

1 材料与方 法

1.1 植物材料与栽培条件 油松为玻璃温室中盆栽的1—2年生实生苗。用透明、磨毛和红、蓝及绿色聚酯薄膜实现各种光照条件。1986年7月10日测得各处理的辐射能量分别为：阳生(S)， $450\mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ ，阴生(SH)、蓝(B)、红(R)及绿光(G)均为： $150\mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ 。光谱成分见图1。

1.2 方法 在25℃，30000lx的光照条件下，用BINOS I CO₂气体分析仪(西德产)测定CO₂同化率和补偿点。以80%丙酮提取叶绿素，用UV IKON 810紫外可见分光光度仪(瑞士产)，按Arnon^[3]的方法测定并计算叶绿素含量和叶绿素a/b值。按何平^[4]修改的T.Oku等人^[5]的方法提取叶绿体。叶绿体PSI(光系统I)活性按高荣孚等人^[6]的方法测定。用还原DCIP(二氯酚吲哚酚)的量表示。分别在强白光、弱白光、红、蓝和绿色光照射下，测定各种类型叶绿体的PSI活性。红、蓝和绿光均用滤光片获取。滤光片的光谱性质见图2。光照强度分别为：强光， $1450\mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ ，弱光、红、蓝及绿光： $185\mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ 。

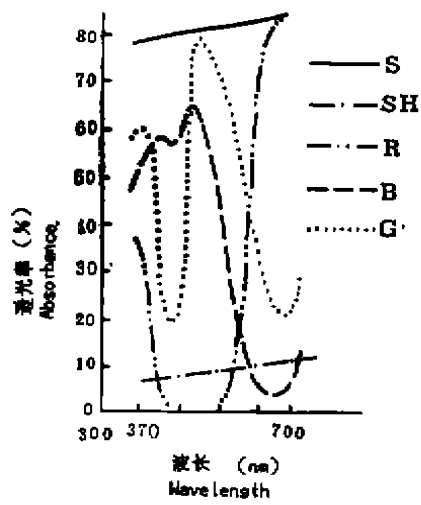


图1 培养油松苗的薄膜的吸收光谱
Fig.1 The absorption spectrum of plastic membrane for growing Chinese pine seedling

2 结果与讨论

2.1 光对油松苗针叶形态及生长的影响 从表1和2可以看到阳生苗表现出典型的阳性特征，即叶厚、短、窄，地径粗，根系发达。它的干物质积累量为阴生苗的131.7%。阴生苗则具有明显的阴性特点，即叶薄、长、宽，根系生长弱，地径细。红、绿光使针叶形态阴生化，蓝光使针叶阳生化。

对于物质积累来说，白光明显优于单色光。虽然阴生条件的辐射能量与单色光相同，但阴生苗的干重大得多。红生苗的干重只有阴生苗的50%弱，其它苗的干重也只有阴生苗的65%左右。从这里可以看到，油松对白光的光能利用率比单色光高。这与何平^[4]发现的，在白光下生长的油松苗提高吸收黄绿光的比例的事实有很好的—致性。

本文于1991年10月7日收到，修改稿于1992年7月13日收到。

单色光使油松叶累积的干物质多, 使根的生长受到抑制。干物质在叶、茎中分配的比例按阳、阴、红、绿、蓝的顺序增加, 在根中分配比例则按上述顺序减少。蓝光和绿光有利于高生长, 而红光对高生长不利。这个现象很可能是由于单色光薄膜对红光和远红光的透过比例不同而造成的。Morgan 指出^[1], 远红光对植物的高生长有强烈的刺激作用。实验用的蓝、绿色薄膜透过的红光/远红光比例小, 而透过红色薄膜的红光/远红光比例则大得多。

2.2 光对油松苗光合速率及叶绿体活性的影响

不同光照条件下生长的油松苗的 CO₂ 同化率有明显差异(表 3)。以单株苗为单位计算得到的 CO₂ 同化率, 阳生苗的最大, 红生苗的最小。并且与干物质积累有很好的—至性, 即, 阳生苗 > 阴生苗 > 绿生苗 > 蓝生苗 > 红生苗。此外, 对于油松苗来说, 用叶干重、叶绿素含量和叶面积为单位来表示 CO₂ 同化率, 都不能反映出它净光合速率的真实大小。例如, 以叶干重计算出的 CO₂ 同化率, 阳生苗的低于阴生苗。用叶绿素含量和叶面积来计算, 阳生苗 CO₂ 同化率只比阴生苗略高。而用不同单位计算出的单色光下生长的苗木的 CO₂ 同化率并没有一致性。

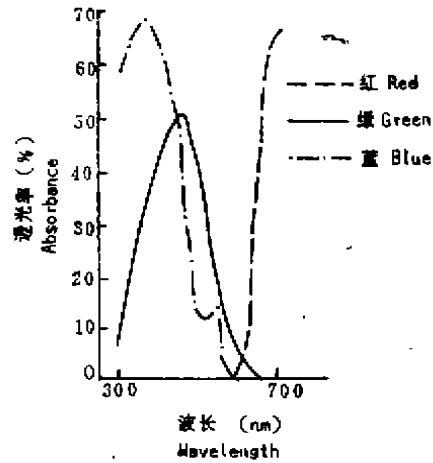


图 2 测定叶绿体活性用的滤光片的吸收光谱
Fig.2 The absorption spectrum of filters for measuring chloroplast PSII activity.

表 1 光对油松苗形态的影响

Table 1 The effects of light regime on growth of chinese pine

	苗高*(cm) Height	地径*(mm) Basal diameter	叶长*(cm) Needle length	叶宽*(mm) Needle wide	叶厚*(mm) Needle thickness
S	6.61	1.80	3.68	0.75	0.132
SH	6.41	1.53	4.68	0.84	0.230
R	5.1	1.30	4.1	0.78	0.236
B	7.83	1.40	3.58	0.60	0.238
G	7.01	1.38	4.24	0.75	0.247

各项指标经 f 检验, 在 $\alpha=0.01$ 水平上有显著差异。材料为一年生苗, 11 月底测定。
There were significance differences at $\alpha=0.01$ level of f-test; The measurement was made in November when seedling was one year old.

表 2 光状况对油松苗干物质分配的影响

Table 2 The effects of light regime on dry matter distribution of chinese pine

		S	SH	R	B	G
全株 Whole seedling	干物质质量 Dry matter*	0.4308	0.3370	0.1697	0.2038	0.2136
	与 SH 之比(%) Ratio to SH	131.7	100.0	48.84	82.28	65.38
叶 Needle	干物质质量 Dry matter*	0.1400	0.1284	0.0648	0.0901	0.0911
	占全株比重(%) Ratio to whole seedling	32.51	39.27	40.58	44.26	42.81
茎 Stem	干物质质量 Dry matter*	0.0557	0.0449	0.0269	0.0394	0.038
	占全株比重(%) Ratio to whole seedling	12.84	13.73	16.84	19.35	18.84
根 Root	干物质质量 Dry matter*	0.2349	0.1637	0.0680	0.0741	0.0867
	占全株比重 Ratio to whole seedling	54.55	47.00	42.60	38.39	40.65

经 f 检验, 在 $\alpha=0.001$ 水平上有显著差异; 材料为一年生苗, 11 月底测定。
There were significance differences at $\alpha=0.001$ of f-test; the measurement was made in November when seedling was one year old.

油松苗的CO₂补偿点主要受光质的影响。红生苗的CO₂补偿点最高,大于127($\times 10^{-6}$)。这可能是造成油松在红光下生长差的原因之一。蓝生苗的CO₂补偿点最低,阴生和阳生苗的CO₂补偿点无明显差异(表3)。CO₂补偿点与RuBP(1,5二磷酸核酮糖)羧化酶活性、光呼吸、暗呼吸等因子有关,而这些因子都受光环境的影响[1,8]。

阴生叶的叶绿素含量比阳生叶高,但两者的叶绿素a/b值相差不大。红生苗的叶绿素含量最高,这与Lichentaler[9]和Wild[10]报道的相同,与满江红、鱼腥藻相反[11]。绿生苗的叶绿素含量最低。单色光下生长的苗木的叶绿素a/b值相差不大(表3)。

表3 光状况对油松光合作用性状的影响

Table 3 The effects of light regime on chinese pine seedlings in photosynthesis

	S	SH	R	B	G
二氧化碳同化率 CO ₂ assimilation rate					
mgCO ₂ /h·gwp	3.12	2.78	1.08	1.41	1.47
mgCO ₂ /h·g _d	7.67	10.98	10.94	9.68	12.17
mgCO ₂ /h·Chl	0.282	0.222	0.214	0.227	0.348
mgCO ₂ /h·s	2.774	2.764	2.788	3.008	2.308
二氧化碳补偿点($\times 10^{-6}$) CO ₂ Compensation point	88	87	127	80	84
叶绿素含量 Chlorophyll content					
mgChl/g _d	3.612	4.528	5.125	4.629	3.628
mgChl/g _t	1.328	1.467	1.422	1.327	1.268
叶绿素a/b Chl a/b	2.83	2.62	2.67	2.64	2.89

注: gwp全株干重(g)weight of dry seedling; g_d干叶重(g)weight of dry needle; g_t鲜叶重(g)weight of fresh needle; S_i叶面积(m²)needle area

材料为一年生苗,11月测定。The measurement was made in November when seedling was one years old.

表4 各类叶绿体PS I活性测定($\mu\text{MDCIP}\cdot\text{mgChl}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)

Table 4 the PS I activity of chloroplasts grown under different light conditions

	S _i	S _w	R _i	B _i	G _i
S	112.72	54.54	80.9	135.76	87.87
SH	79.1	63.5	79.46	101.87	76.29
R	42.98	29.21	36.09	24.92	21.48
B	64.41	37.92	36.88	31.55	77.92
G	84.85	88.80	31.88	35.04	35.84

注: S_i: 强白光 High light intensity, 光强 Intensity, $1450\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$;

S_w: 弱白光 Low light intensity; R_i: 红光 Red light; B_i: 蓝光 Blue light;

G_i: 绿光 Green light, 光强 Intensity, $185\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$.

各种叶绿体的PS I活性相差很大(表4)。特别是不同光质条件下发育的叶绿体PS I活性对光质的反应差异很大。阳生叶绿体在高光强下有高的PS I活性,阴生叶绿体在弱光下有高的PS I活性。而阳生叶绿体在弱光照下其PS I活性下降。这与平府滨藜表现的相同[12]。蓝生叶绿体的PS I在蓝光下表现出高活性,红生叶绿体PS I在红光下的活性也比在其它单色光照下高;绿生叶绿体PS I仅在白光下活性高,在单色光下活性低并且没有差异。当油松叶绿体PS I在其发育的光照射时有比其它光照射的活性高的这种现象,是油松对光环境适应性的结果。很可能在特定的光质条件下生长的叶绿体的PS I,形成了有利于吸收该种光质的特殊结构,就象阴生叶绿体类囊体堆积比阳生叶绿体多一样[13],从而使得它在生长环境的光照射下有高的活性。绿生叶绿体的例外现象,很可能是由于测定PS I活性时所用的绿色滤光片与育苗用的绿色薄膜的光谱性质的差异所致。测定PS I活性用的绿色滤光片与育苗用的蓝色滤光薄膜在绿光区的光谱性质相同,所以蓝生叶绿体在绿光下测定的PS I活性也比较高。

以上的分析表明, 光量和光质都影响油松的生长和光合性状。在强光下, 油松干物质积累多, 根系发达, 粗壮, 具有高的光合速率。因此, 在育苗时要给予充分的光照以获得优质苗木。另外, 油松在遮荫条件下虽然根系生长较弱, 但有较大的干物质积累和高生长, 这表明它也有较大的耐荫性。特别是从绿生苗有相当的干物质积累和它的叶绿体在白光照下有非常高的光合活性来看, 油松在林冠下有一定的更新能力。也表明林分的间伐可以提高它的光合生产力。

参 考 文 献

- [1] Bjorkman O. Responses to Different Quantum Flux Densities, in *Physiological Plant Ecology I: Response to The Physical Environment*, Lange O L et al. ed Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1981, 57—108
- [2] Ta-Yan Leong, Anderson Jan M. Changes in composition and function of thylakoid membranes as a result of photosynthetic abaptation of chloroplasts from pea plants grown under different light conditions, *Biochemica et Biophysica Acta*, 1983, 723:391—399
- [3] Arnon D I. Copper enzymes in isolated chloroplast. Ployphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 1949, 24: 1—15
- [4] 何平. 光状况对油松苗针叶及叶绿体的吸收光谱和室温荧光光谱性质的影响. *北京林业大学学报*, 1989, 11(1): 12—19
- [5] Oku T et al. The hill reaction and oxygen uptake in isolated pine chloroplasts. *Plant and Cell Physiology*, 1971, 12:559—568
- [6] 高荣孚等. 氟化物对植物光合作用的影响 I. 对离体叶绿体希尔反应的抑制作用. *北京林学院学报*, 1982, (3): 56—61
- [7] Morgan D C, Smith H. Linear relationship between phytochrome photoequilibrium and growth in plants under simulated natural radiation. *Nature*, 1976, 262:210—212
- [8] Powles S B et al. Interaction between light intensity and chilling temperature on inhibition of photosynthesis in chilling-sensitive plants. *Carnegie Inst. Washington Yearb*, 1980a, 79:157—160
- [9] Lichtenthaler H K et al. The importance of blue light for the development of sun type chloroplasts, in the Blue Light Syndrome, H. Senger ed., Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1980, 485—494
- [10] Wild A et al. The effects of blue and red light on the content of chlorophyll, cytochrome f, soluble reducing sugar, soluble proteins and the nitrate reductase activity during growth of the primary leaves of *sinapis alba*. in *The Blue Light Syndrome*, H. Senger ed., Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1980, 444—461
- [11] 吴国良等. 光质对鱼腥藻生长发育的影响. *植物学报*, 1982, 24(1):46—53
- [12] Boardman, N K. comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Annual Review of Plant Physiology*, 1977, 28:355—377
- [13] Lichtenthaler, H K. effect of biocides on the development of the photosynthetic apparatus of radish seedlings grown under strong and weak light conditions, *Z. Naturforsch.*, 1979, 34:938—940

何 平

He Ping

(中南林学院, 湖南株洲, 412008)

(Central-South Forestry University,
ZhuZhou, 412008)

高荣孚 汪振雷

Gao Rong-Fu Wang Zhen-Ru

(北京林业大学, 100083)

(Beijing Forestry University, 100083)