

研究简报

不同光环境的四川大头茶幼苗的生态适应*

肖春旺^① 刘玉成^②

5571.101

①中国科学院植物研究所植被数量生态学开放实验室 北京 100093
②西南师范大学生命科学系 重庆 630715

摘要 将4年生的四川大头茶幼苗置于按全光照百分率为100% (S100)、55% (S55)、33% (S33)和18% (S18)的人控光环境下处理。结果表明,不同光环境的四川大头茶幼苗的叶数、叶面积和叶大小的生长动态具有显著差异,且全光照的幼苗生长动态曲线波动最大,主要是因为日照胁迫所致。S100的幼苗地上部分生长最差,S55生长最好,后遮阴强度增大而下降;地下根系生长随光强增加而增加。主分量分析能很好地反映4种光环境下的四川大头茶幼苗生长差异及其生态适应策略。S100与S55的幼苗生长差异最大。S100的幼苗将生物量干重相对多地分配到根系生长。在遮阴下,幼苗则相对多地分配到地上叶生长。

关键词 光,四川大头茶,生态适应,光环境,幼苗

ECOLOGICAL ADAPTATION OF *Gordonia acuminata* SEEDLINGS IN DIFFERENT LIGHT ENVIRONMENTS

XIAO Chun-Wang^① LIU Yu-Cheng^②①Laboratory of Quantitative Vegetation Ecology, Institute of Botany, CAS, Beijing, 100093, China
②Department of Life Science, Southwest China Normal University, Chongqing, 630715, China

Abstract 4 old-year *Gordonia acuminata* seedlings were grown in full sun light (S100), 55% of full sun (S55), 33% of full sun (S33) and 18% of full sun light (S18). It has been found that the growth dynamics of *G. acuminata* seedlings, in terms of number of leaves, leaf area and leaf size, show significantly difference in the different light environments. The graph of S100 seedling fluctuated largest, due to sun stress on growth in summer. Above-ground growth was the worst at S100 and it was the best at S55. For S55, there it was a growth reduction with reduced light exposure, and the root growth show a steady increase with increasing light exposure. Principal Component Analysis provided a good explanation for the growth difference and ecological adaptation strategies of *G. acuminata* seedlings in different light environments. Difference was biggest between S100 and S55. S100 seedlings stood out by their relatively high investment of dry biomass in root growth and seedlings that were grown in shadow by their relatively high investment in aboveground leaf growth.

* 国家自然科学基金重点项目“植物种群生态适应机理研究(编号39330050)”和贵州省自然科学基金资助项目。
收稿日期:1997-04-20,修改稿收到日期,1998-06-02。

Key words light, *Gordonia acuminata*, ecological adaptation.

四川大头茶(*Gordonia acuminata*),属山茶科,是常绿阔叶大乔木,自然分布于川东、川南海拔200~1450m的地区,为亚热带常绿阔叶林优势建群树种之一,具有生长迅速、耐瘠薄的特点^[1]。过去有关四川大头茶种群的研究已有大量报道^[1~5],并发现光照强度对该种群结构、动态及其自然更新具有重要作用。因此,本文试图通过对生长在4种不同人工控光环境的四川大头茶幼苗的生长动态、形态和生物量效应的研究,揭示四川大头茶幼苗对光的适应策略,为常绿阔叶林的恢复,开发利用和大头茶幼苗栽培提供理论基础。

1 研究方法

1.1 试验材料及其幼苗处理

4年生大头茶幼苗来自缙云山苗圃地,1994年3月将52株大小一致的幼苗分别置入深20cm 直径30cm的花钵中,土壤取自缙云山黄壤腐殖土层,pH值4.9,花钵置于西南师范大学生物系楼顶,海拔215m。4月1日,随机分成4组,每组13株,每株标记。测量后分别放在4种人工控光环境下,全光照(S100)、55%的全光照(S55)、33%的全光照(S33)和18%的全光照(S18)。第1组为对照组,其余3组光环境是分别遮盖1层、2层、3层精制绿纱窗而成的。试验期间,进行等质的精细管理,每月充分供水和调换花钵位置以防小环境的异质性效应,并且钵间保持一定距离,避免相互遮阴,同时防止病虫害,另外4月中旬每钵施NPK肥1g。

1.2 测定方法

1994-04~1995-03,每月测定每株幼苗茎高、基径、大于10mm叶长的叶片长和最大宽,记录叶片现存数和落叶数。叶面积的测定为不损失叶片,随机选取大小不等50片叶,绘于纸上,用英国产 ΔT -叶面积仪测定叶面积。再根据叶片长和最大宽度,用回归求得: $Y(\text{叶面积})=0.602 \times (\text{叶长} \times \text{叶最宽}) + 2.073 (R=0.910, N=50)$ 的线性方程,即可求取全部叶面积。1995年3月,挖取所有幼苗,测定根、茎、叶生物量鲜重和干重,根系按粗根(根径3mm),中根(根径1~3mm)和细根(根径<1mm)分类。

1.3 数据处理

所有数据利用SPSS软件系统在微机上进行ANOVA分析,用DUNCAN法进行多重比较,并用字母标记法表示,同时进行主分量分析。

2 结果与分析

2.1 不同光环境的大头茶幼苗生长动态和形态

大头茶幼苗茎高生长曲线明显呈“S”型,十分符合逻辑斯蒂增长模型($P < 0.05$)。8月前,茎高生长都较快,之后,S100的茎高增长变慢,遮阴的茎高生长仍较快,并以S55生长最好(图1)。这可能是在春天大头茶幼苗成功利用相当高的光通量密度,使之生长迅速。而夏季日照胁迫抑制了S100的幼苗叶生长,并造成大量落叶,降低光合作用之故。尽管如此,不同光环境的幼苗茎高生长动态、来年3月茎高、基径和1年茎高生长量虽有一定差异,但却未达到生物统计学显著差异($P > 0.05$)(表1),这可能是由于1年的遮阴处理不足以造成基径、茎高及其动态显著性差异。

不同光环境的大头茶幼苗叶片现存数季节动态存

在显著差异 [$F = 36.78 > F_{0.01}(3, 342), P < 0.01$]。这是因为7~9月间,S100的幼苗产叶较少,落叶较多所致,到来年3月,各光环境间叶片现存数差异明显 [$F = 8.33 > F_{0.01}(3, 36), P < 0.01$]。并且总落叶数也存在显著性差异 [$F = 3.14 > F_{0.05}(3, 36), P < 0.05$],而总产叶数未出现显著性差异,但S55却显著高于S100($P < 0.05$)(表1)。

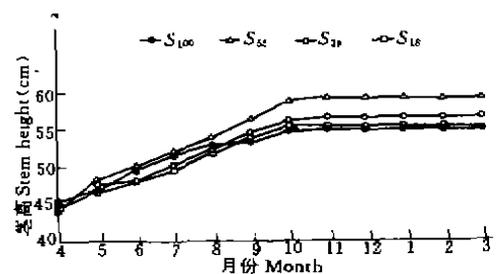


图1 不同光环境的四川大头茶幼苗茎高的生长动态

Fig. 1 Growth dynamics of stem height of *Gordonia acuminata* seedlings in different light environments

表1 不同光环境的四川大头茶幼苗在1995年3月的生长特征

Table 1 Growth characters of *G. acuminata* seedlings in different environments on March, 1995

光环境 Light environment	茎高 (cm) Stem height	茎高年生长量 (cm) Stem height growth for a year	基径 (mm) Stem diameter	叶片现存 (片) Current number of leaves	总叶数 (片) Total number of leaves	总落叶数 (片) Total number of leaves shed
S100	54.74±2.81	9.44±1.75	8.08±0.40	12.0±1.76 ^b	34.8±2.14	22.8±2.24 ^a
S55	59.0±3.35	14.88±2.12	8.46±0.45	22.5±1.54 ^a	38.8±1.87	16.3±1.46 ^b
S33	56.4±3.06	11.25±2.22	7.0±0.49	19.4±1.77 ^a	38.2±2.87	18.8±2.74 ^{ab}
S18	54.8±3.17	10.29±1.04	7.49±0.33	19.8±1.06 ^a	34.9±1.68	15.1±1.35 ^b
ANOVA	NS	NS	NS	**	NS	*
光环境	总产叶数 (片) Total number of leaves produced	叶面积 (cm ²) Leaf area	叶大小 (cm ²) Leaf size	叶鲜重/ 叶面积 (g/cm ²) SSLW	单位叶面积干重 (g/cm ²) SLW	单位叶面积 (cm ² /g) SLA
S100	20.1±1.58 ^b	211.97±46.60 ^b	16.82±1.60 ^b	3.62±0.18 ^a	1.43±0.10 ^a	0.73±0.05 ^b
S55	25.3±1.61 ^a	726.60±75.71 ^a	33.80±2.35 ^a	3.17±0.15 ^b	1.25±0.04 ^{ab}	0.81±0.03 ^{ab}
S33	24.0±1.95 ^{ab}	595.15±106.73 ^a	29.05±2.60 ^a	3.05±0.09 ^b	1.17±0.05 ^b	0.87±0.04 ^a
S18	20.9±1.34 ^{ab}	541.43±69.03 ^a	26.98±2.64 ^a	3.02±0.16 ^b	1.10±0.07 ^b	0.88±0.06 ^a
ANOVA	NS	**	**	*	NS	NS

表中数据 Data of table; 平均值±标准差 Average value ± standard error

显著水平 Significant level; NS $P>0.05$ * $P<0.05$ ** $P<0.01$

叶片颜色在各光环境内也明显变化, S100片呈紫红色, 随遮阴程度增加而逐渐减少, 至S33以下, 叶片呈深绿色。

不同光环境的大头茶幼苗叶面积生长季节动态存在极显著差异 [$F=49.33>F_{0.01}(3,342)$, $P<0.01$]。6月前, 4种光环境的叶面积生长均迅速, 变化趋势大致相同, 这是由于随着光强, 温度增加, 光合作用上升, 叶面积生长增加所致。之后, 随着光强进一步加强影响了S100的叶面积生长速度, 特别在7~9月间, 高温, 高光辐射和大量蒸腾直接胁迫或烧伤叶片, 以致大量落叶, 叶面积曲线迅速下降, 而遮阴却显著降低了日照引起的高温和水分的胁迫, 特别S18和S33, 叶凋落较少, 叶面积生长迅速。但入秋后, 由于光强稍减弱, S55的叶面积生长迅速, 而S18和S33叶面积生长缓慢, 加之老叶凋落, 至10月后叶面积曲线缓慢降低。试验期间, 至7月后, 叶面积为 $S55>S33>S18>S100$ 。到来年3月, 各光环境叶面积差异显著 [$F=7.96>F_{0.05}(3,36)$, $P<0.01$], 其中遮阴显著高于全光照 ($P<0.01$) (表1)。

叶大小生长动态格局与叶面积大致相同, 也极显著受到光环境的影响 [$F=17.91>F_{0.01}(3,342)$, $P<0.01$]。比较来年3月叶大小各光环境间存在显著差异 [$F=9.35>F_{0.01}(3,36)$, $P<0.01$], 其中遮阴显著高于全光照 ($P<0.01$) (表1)。

不同光环境的大头茶幼苗叶鲜重/叶面积比值 (SSLW), 单位叶面积率 (SLA) 和单位叶面积干重 (SLW) 也有显著差异 (表1)。叶鲜重/叶面积比值和单位叶面积干重都随光强增加而增大, 其中S100显著高于S33和S18 ($P<0.05$), 而单位叶面积率却相反 (表1)。因此, 这表明了S100具有最厚的叶片, 同时具有阳性植物的特性, 但在本研究中, 因为S100幼苗叶面积较小, 加之高辐射造成叶片高温和高土温, 增加了其呼吸作用, 进一步影响了全光照下大头茶的净光合作用, 所以全光照的幼苗叶生长不如遮阴环境内的幼苗。同时S55的幼苗SAL和SLW与S100差异不大, 表明大头茶对遮阴具有一定适应能力。

2.2 不同光环境的大头茶幼苗的生物量干重

不同光环境的大头茶幼苗的茎生物量干重未达到显著性差异,而叶生物量干重却存在明显差异 $[F=9.25 > F_{0.01}(3,36), P < 0.01]$,其中遮阴显著高于全光照 $(P < 0.01)$ 。因此,地上生物量干重在各光环境间也差异显著 $[F=4.62 > F_{0.01}(3,36), P < 0.01]$,并且S55显著高于S18和S100 $(P < 0.05)$ (表2)。显然,全光照下引起水热条件的综合作用不利于大头茶幼苗叶片生长,而S55生长最好,随遮阴强度增加,生长要受到一定限制,表明大头茶是一阳性植物,幼苗具有一定的耐阴能力。

表2 不同光环境的四川大头茶幼苗生物量干重(g)

Table 2 Dry biomass of *G. acuminata* seedlings in different environments

光环境 Light environment	叶 Leaf	茎 Stem	地上 Aboveground	粗根 Big root	中根 Middle root	细根 Fine root	总根 Total root
S100	3.22±0.81 ^c	8.04±0.87	11.26±1.27 ^b	4.70±0.50	2.23±0.08 ^a	4.20±0.43 ^a	11.13±0.22 ^a
S55	9.74±1.30 ^a	9.01±0.81	18.75±1.84 ^a	4.29±0.35	2.07±0.20 ^a	3.97±0.39 ^{ab}	10.33±0.88 ^{ab}
S33	6.89±1.19 ^{ab}	7.99±0.63	14.88±1.48 ^b	4.09±0.22	1.85±0.15 ^{ab}	3.13±0.25 ^{bc}	9.08±0.64 ^{ab}
S18	6.36±0.74 ^b	7.41±0.65	13.77±1.10 ^b	3.63±0.23	1.47±0.12 ^b	2.77±0.21 ^c	7.87±0.44 ^b
ANOVA	* *	NS	*	NS	*	**	*

表中数据 Data of table; 平均值±标准差 Average value ± standard error

显著水平 Significant level; NS $P > 0.05$ * $P < 0.05$ ** $P < 0.01$

幼苗的粗根,中根,细根和总根生物量干重随着遮阴强度增加逐渐减少,并且从粗根至中根至细根,不同光环境间差异程度逐渐增大(表2)。这反映了在全光照下,大头茶幼苗具有较多的根数量,尤其是细根数量,以便吸收更多的矿质水分,提高竞争生存能力。

2.3 不同光环境的大头茶幼苗生态适应分析

利用不同光环境的大头茶幼苗的生长指标建立主分量坐标图(图2),图中较好地反映了不同光环境的大头茶幼苗生长差异和生态适应策略。第一主分量特征值为12.53,包含所有数据信息量的62.6%,它反映出大头茶幼苗生长在全光照与遮阴之间存在明显差异,其中S100与S55间差异最大。同时也反映了S100的幼苗具有高的SSLW、SLW、落叶数和地下根系生物量干重,表明S100的幼苗将生物量干重相对多地分配到地下根系生长,这样以适应在高辐射,高温的日照胁迫下吸收更多的水分和矿质养料。而在遮阴情况下,具有多的叶片数,大的叶面积,叶大小及叶生物量等,表明遮阴的大头茶幼苗将生物量干重相对多地分配到地上叶生长上,以适应在阴暗环境内捕获更多的阳光,提高光合作用能力。第二主分量特征值为6.864,包含信息量的34.2%,它反映S55与S18间差异最大,表明了过阴情况下,不利于大头茶的生长。

3 结论

不同光环境四川大头茶幼苗的叶数、叶面积和叶大小的生长动态存在显著性差异。全光照的幼苗叶生长明显受到夏季强烈日照引起的水热条件胁迫,致使幼苗大量落叶,叶面积生长受到强烈抑制。而遮阴条件下却显著降低了夏季日照胁迫对幼苗叶生长的影响。整个幼苗生长过程中,全光照的幼苗叶生长动态曲线

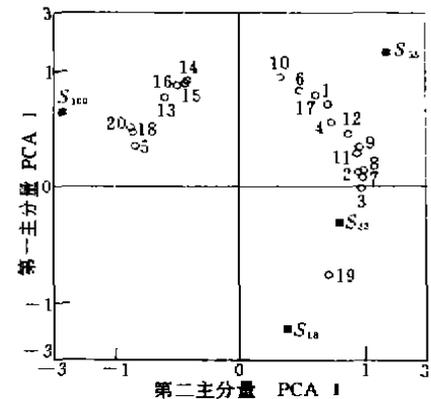


图2 不同光环境的四川大头茶幼苗生长特征的主分量分析

Fig. 2 Principal Component Analysis of growth characters of *G. acuminata* seedlings in different environments.

1; Stem height; 2; Stem height growth for a year; 3; Current number of leaves; 4; Total number of leaves; 5; Total number of leaves shed; 6; Total number of leaves produced; 7; Leaf area; 8; Leaf size; 9; Leaf fresh biomass; 10; Stem dry biomass; 11; Leaf dry biomass; 12; Aboveground dry biomass; 13; Big root dry biomass; 14; Middle root dry biomass; 15; Fine root dry biomass; 16; Total root dry biomass; 17; Total dry biomass; 18; SSLW; 19; SLA; 20; SLW.

波动最大,并且7月后,幼苗叶生长大体为 $S_{55} > S_{33} \geq S_{18} > S_{100}$ 。

四川大头茶幼苗地上生物量干重和地下生物量干重明显受不同光环境作用下的水热因子影响。茎生物量干重差异不大,叶生物量干重,全光照却显著小于遮阴处理,而根生物量干重随着遮阴强度增大而减小,尤其以中根,细根最为突出。

主分量分析很好地反映了4种光环境的四川大头茶幼苗生长差异和生态适应策略。全光照下大头茶幼苗将生物量干重相对多地分配到地下根系生长,以适应日照胁迫下吸收更多的水分和营养物质,提高竞争生存能力,而适当遮阴则控制一定的温度强烈升高和大量蒸腾作用,所以将生物量干重相对多地分配到地上叶生长上,以适应较阴环境下捕获更多的光能,提高光合作用能力。

参 考 文 献

- 1 缪世利. 四川大头茶净光合作用生理生态的初步研究. 见:钟章成主编. 常绿阔叶林生态学研究. 重庆:西南师范大学出版社,1988. 1981~1994
- 2 董 鸣、李旭光. 大头茶种群结构和动态初探. 见:钟章成主编. 常绿阔叶林生态学研究. 重庆:西南师范大学出版社, 1988. 297~311
- 3 钟章成. 四川大头茶若干生态问题的研究. 植物生态学报. 1995, 19(2):103~114
- 4 李旭光. 四川大头茶林窗更新模型研究. 应用生态学报. 1996, 6(2):117~121
- 5 肖春旺,刘玉成. 不同邻体大头茶的适应特征. 植物生态学报. 1997, 21(3):274~284

据国家科学技术部主办的“98中国科技论文统计分析新闻发布会”公布的统计结果,在1214种中国科技期刊影响因子排序表中,生态学报位居第27名,影响因子为0.481,在环境学科中生态学报位居第1名。

1997年1214种中国科技期刊影响因子排序

名次	期刊名称	影响因子	名次	期刊名称	影响因子
1	分析化学	1.352	17	塑料工业	0.609
2	分析实验室	1.139	18	第四纪研究	0.608
3	理化检验化学分册	0.944	19	中华心血管病杂志	0.603
4	岩矿测试	0.939	20	中华肿瘤杂志	0.562
5	冶金分析	0.884	21	中国农业科学	0.551
6	岩石学报	0.871	22	植物生理学报	0.527
7	力学进展	0.870	23	地震学报	0.517
8	中国科学 B	0.746	24	中华消化杂志	0.503
9	分析测试学报	0.704	25	中华微生物学和免疫学杂志	0.500
10	地质学报	0.700	26	西北地质科学	0.487
11	地球化学	0.699	27	生态学报	0.481
12	中华传染病杂志	0.663	28	化学学报	0.479
13	工程塑料应用	0.646	29	控制与决策	0.473
14	植物学报	0.636	30	矿床地质	0.468
15	光谱学与光谱分析	0.624	31	高等学校化学学报	0.466
16	地球物理学报	0.622	32	中华病理学杂志	0.460

(节选,其余部分从略)