

相同环境下3种藓类植物光合色素含量的比较

包维楷^①, 冷 俐

(中国科学院成都生物研究所, 四川 成都 610041)

Comparison on photosynthetic pigment contents of three mosses under the same environmental condition BAO Wei-kai^①, LENG Li (Chengdu Institute of Biology, the Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2005, 14(3): 53-54

Abstract: Three mosses, *Rhodobryum giganteum* (Schwaegr.) Par., *Thuidium cymbifolium* (Dozy et Molk.) Dozy et Molk., *Mnium lycopodioides* Schwaegr., were cultivated in the same environment and their photosynthetic pigment contents [total chlorophyll (Chl), chlorophyll a (Chla), chlorophyll b (Chlb) and carotenoids (Car)] were investigated by the spectrophotometric method. It is found that, under the environmental condition with $(18 \pm 1)^\circ\text{C}$ in temperature, $35 - 37 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ light intensity and $70\% \pm 5\%$ in relative humidity, of three mosses, *R. giganteum* has the highest photosynthetic pigment contents (Chl $4.8523 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, Chla $2.8289 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, Chlb $2.0234 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ and Car $1.0066 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$), the second is *M. lycopodioides* (Chl $3.5837 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, Chla $1.9626 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, Chlb $1.6211 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ and Car $0.5931 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$), and *T. cymbifolium* has the lowest photosynthetic pigment contents (Chl $2.0502 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, Chla $1.1926 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, Chlb $0.8576 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ and Car $0.3292 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$).

关键词: 苔藓植物; 光合色素; 生态适应

Key words: moss; photosynthetic pigment; ecological adaptation

中图分类号: Q945.79 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2005)03-0053-02

光合色素是客观反映植物利用光照能力的一类重要指标,往往可以作为判断植物光合生理能力、反映环境胁迫状况的重要指标^[1-3]。不同植物具有不同的光合色素含量特征,研究表明,植物光合色素因环境变化和生长发育阶段的不同而变化^[1,4-8]。苔藓植物是 C_3 植物,与维管束植物相比具有较低的光饱和点与光补偿点^[5,9],常常能在林内阴蔽的环境中长期生存和发展,成为森林生态系统的重要成分。苔藓植物的存在和发展不仅能有效提高生态系统的水源涵养和水土保持能力,也大大提高了生态系统对光的利用效率。研究弱光环境下苔藓植物光合色素对于深入认识苔藓植物光合作用特点、探讨苔藓植物对弱光环境的适应具有重要的现实意义,但目前关于苔藓植物对弱光环境的生理生态适应性的相关报道不多^[2,10]。本文分析了3种常见苔藓的光合色素含量及其差异特点,以期为深入开展苔藓植物生态适应机制提供背景资料。

1 材料和方法

1.1 实验材料

本文所研究的苔藓为:暖地大叶藓 [*Rhodobryum giganteum* (Schwaegr.) Par.]、大羽藓 [*Thuidium cymbifolium* (Dozy et Molk.) Dozy et Molk.] 和长叶提灯藓 [*Mnium lycopodioides* Schwaegr.]。3种苔藓均采自海拔约1800 m 的四川都江堰市龙池国家森林公园内杉木林和次生林下。大羽藓广泛分布于不同森林地表以及次生灌丛、草地上,生态适应宽度大,对生长环境的光、湿度的适应幅度较大;长

叶提灯藓主要分布于林下散射光较强、湿度较大的环境中;暖地大叶藓往往生长在阴蔽的环境中,喜湿润和光照很弱的环境。3种苔藓的生存环境中光照最弱的是暖地大叶藓,其次是长叶提灯藓。

采集藓丛栽培在长、宽、高分别为51.0、37.5和15.0 cm 的底部及四周均有小孔的白色塑料盆内,栽培土为部分原生境土、部分含苔藓残枝的腐殖质土及少量园土,拌和均匀而成。喷水成活后移入3台PYX-300Q-B型人工气候箱内,培养温度 $(18 \pm 1)^\circ\text{C}$,光照强度 $35 \sim 37 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,相对湿度 $70\% \pm 5\%$ 。40 d后取样测定。

1.2 测定方法

分别剪取苔藓1~2 cm 的顶枝,淘去泥沙,去除杂质,晾干表面水分,剪碎(约2mm),混合均匀。每个样品称取约0.2000 g,每种藓取12个重复样品(3个气候箱中每个藓类分别取4个重复样品),分别放入研钵中,加少量石英砂和碳酸钙及95%乙醇2~3 mL,研磨成匀浆,再加95%乙醇10 mL,继续研磨至组织变白,静置3~5 min。过滤至25 mL棕色容量瓶中,并用少量95%乙醇冲洗数次,直至滤纸和残渣中无绿色为止,最后用95%乙醇定容至刻度,待测。光合色素提取过程均在弱光和4℃低温条件下进行。

收稿日期: 2004-10-18

基金项目: 中国科学院知识创新工程项目(KSCX1-07-01)与中国科学院“西部之光”项目共同资助

作者简介: 包维楷(1968-),男,四川广汉人,博士,研究员,主要从事生态恢复与生物多样性保育研究。

^① 通讯作者

色素含量用分光光度法测定,以95%乙醇为空白。分别于665和649 nm处测定叶绿素含量;于470 nm测定类胡萝卜素含量。

1.3 数据计算及处理方法

采用 Arnon^[11]法计算总叶绿素(Chl)、叶绿素 a(Chla)、叶绿素 b(Chlb)和类胡萝卜素(Car)的含量^[1,4-7]。计算公式如下:

$$\begin{aligned} Chla (\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}) &= 13.95A_{665} - 6.88A_{649}; Chlb (\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}) = \\ &24.96A_{649} - 7.32A_{665}; Car (\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}) = (1000A_{470} - \\ &2.05 Chla - 114.8 Chlb) / 245; Chl (\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}) = c \times v \times n / w \times \\ &1000, \text{式中: } c \text{ 为色素的浓度 } (\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}); v \text{ 为提取液体积} \end{aligned}$$

(mL); n 为稀释倍数; w 为样品鲜重或干重(g); 1000 为提取液体积 mL 换算成 L。藓种间光合色素含量进行方差分析,并进行差异显著性检验。

2 结果和讨论

在相同环境条件下,3种苔藓植物中,无论是总叶绿素、叶绿素 a 和叶绿素 b 含量,还是类胡萝卜素含量,均为暖地大叶藓含量最高,长叶提灯藓次之,而大羽藓最低(表1)。此外,大羽藓与暖地大叶藓叶绿素 a/b 比值没有表现出统计意义上的差异,但均显著高于长叶提灯藓。

表1 相同环境条件下3种苔藓植物光合色素含量的比较($\bar{X} \pm SD, n=12$)¹⁾

Table 1 Comparison of photosynthetic pigment contents of three mosses under the same environmental condition($\bar{X} \pm SD, n=12$)¹⁾

种类 Species	含量/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ Content				叶绿素 a/b 比率 Ratio of chlorophyll a to chlorophyll b
	总叶绿素 Total chlorophyll	叶绿素 a Chlorophyll a	叶绿素 b Chlorophyll b	类胡萝卜素 Carotenoid	
Ml	3.583 7 ± 0.551 2a **	1.962 6 ± 0.338 4a **	1.621 1 ± 0.291 5a **	0.593 1 ± 0.180 4a **	1.229 7 ± 0.212 8a *
Tc	2.050 2 ± 0.202 2b **	1.192 6 ± 0.083 5b **	0.857 6 ± 0.174 6b **	0.329 2 ± 0.057 4b **	1.442 3 ± 0.300 4b
Rg	4.852 3 ± 0.880 0c **	2.828 9 ± 0.598 4c **	2.023 4 ± 0.358 9c **	1.006 6 ± 0.145 2c **	1.405 8 ± 0.880 0c

¹⁾ Ml: 长叶提灯藓 *Mnium lycopodioides* Schwaegr.; Tc: 大羽藓 *Thuidium cymbifolium* (Dozy et Molck.) Dozy et Molck.; Rg: 暖地大叶藓 *Rhodobryum giganteum* (Schwaegr.) Par. 同列不同字母表示统计差异性显著 Different letters in the same column indicate the statistical significance. ** : $P < 0.001$; * : $P < 0.05$.

苔藓植物在弱光环境中比强光条件下有更高的光合色素含量^[4,6,7],叶绿素含量与光合速率紧密相关,因为高的叶绿素含量强化了苔藓植物在弱光环境中的光捕获能力,使苔藓植物有更高的光合速率^[4]。叶绿素 a 是光能的捕获者,也是叶绿体膜内光传导者,叶绿素 b 仅仅是光能捕获者,而类胡萝卜素不仅是光能的捕获者,也具有防护多余光照伤害叶绿素的功能^[1-3],因此叶绿素含量高低能充分反映苔藓植物利用光照进行光合成能力的强弱^[4,5,7],在弱光环境条件下的植物光合色素含量高低可以反映出植物的耐阴性强弱。本文所测定的3种苔藓植物中,相同条件下大羽藓的叶绿素含量最低,而暖地大叶藓叶绿素含量最高,这一结果不仅与野外采集时3种苔藓所处的生境中光照条件的差异是一致的,而且也可以表明3种藓类中大羽藓耐阴性最弱,而暖地大叶藓光能利用效率最高,耐阴性最强。

参考文献:

- [1] Martinez-Abaigar J, Nunez-Olivera E, Sanchez-diaz M. Seasonal changes in photosynthetic pigment composition of aquatic bryophytes[J]. Journal of Bryology, 1994, 18(2): 97-113.
- [2] Barsig M, Schneider K. Effects of UV-B radiation on fine structure, carbohydrates, and pigments in *Polytrichum commune*[J]. Bryologist, 1998, 101(3): 357-365.
- [3] Martinez-Abaigar J, Nunez-Olivera E, Sanchez-diaz M. Effects of organic pollution on transplanted aquatic bryophytes[J]. Journal of

Bryology, 1993, 17: 553-566.

- [4] McCall K K, Martin C E. Chlorophyll concentrations and photosynthesis in three forest understory mosses in Northeastern Kansas [J]. Bryologist, 1991, 94(1): 25-29.
- [5] Martin C E. Chlorophyll a/b ratios of eleven North Carolina mosses [J]. Bryologist, 1980, 83(1): 84-87.
- [6] Kershaw K A, Webber M R. Seasonal changes in the chlorophyll content and quantum efficiency of the moss *Brachythecium rutabulum*[J]. Journal of Bryology, 1986, 14(2): 151-158.
- [7] Martin C E, Churchill S P. Chlorophyll concentrations and a/b ratios in mosses collected from exposed and shaded habitats in Kansas [J]. Journal of Bryology, 1982, 12(4): 297-304.
- [8] Penuelas J, Vallcorba T. Spatio-temporal pigment gradient along transverse transects of the *Riu tenes* (Catalonia). Journal of Bryology, 1988, 15(4): 229-232.
- [9] 吴鹏程. 苔藓植物生物学[M]. 北京: 科学出版社, 1998. 102-104.
- [10] Liu Y D, Li J, Hou J J, et al. The measurement of net photosynthesis of three species of *Plagiomnium* mosses and its relation to the light and temperature [J]. Journal of Hattori Botanical Laboratory, 1999, 87(2): 315-324.
- [11] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001. 134-137.

(责任编辑: 惠红)