

周文龙,赵卫权,苏维词,等. 西南石漠化地区 2 种岩生优势树种的光合生理[J]. 江苏农业科学,2016,44(6):477-480.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.06.139

西南石漠化地区 2 种岩生优势树种的光合生理

周文龙, 赵卫权, 苏维词, 张 凡, 袁 俊, 易武英, 谢元贵

(贵州省山地资源研究所, 贵州贵阳 550001)

摘要:利用光合仪测定了贵州石漠化治理区岩生优势种青冈、火棘的光合生理生态特性,并比较它们的净光合作速率、蒸腾速率等生理生态指标的日变化特征。结果表明:青冈具有低光合速率、低蒸腾速率的特点,火棘具有高光合速率、高蒸腾速率的特点;青冈在石灰岩喀斯特石漠化区表现出的净光合速率曲线较为平缓,未出现明显的光合“午休”现象,火棘光合“午休”现象则相对明显;青冈净光合速率主要受气孔性限制因素的影响,火棘净光合速率主要受非气孔性限制因素的影响。相关分析表明,在相关环境因子相关性显著的情况下,环境因子对青冈的各项光合生理特性影响的显著性不明显,而火棘各项光合生理参数则受环境影响较大;植物自身的生理因子、环境生态因子相互作用,共同影响青冈、火棘的光合生理机能。

关键词:贵州省;石漠化地区;岩生优势树种;青冈;火棘;光合生理

中图分类号: S718.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)06-0477-03

以贵州省为中心的西南喀斯特地区面积达 55 万 km^2 ,是世界上喀斯特分布面积最大、发育最强的区域^[1]。峰丛洼地是西南喀斯特山区主要的地貌形态,峰丛洼地区内碳酸盐岩成片分布^[2],是受石漠化威胁最严重的一类岩溶地貌^[3]。喀斯特植被的恢复与重建是峰丛洼地生态恢复、石漠化防治的核心内容之一^[4]。青冈(*Cyclobalanopsis glauca*)、火棘(*Pyracantha fortuneana*)是喀斯特原始顶极植被群落受到破坏后的主要遗留物种,同时也是石漠化地区植被恢复的主要树种,具有很强的水土保持能力。光合作用决定了植物能量吸收、有机物积累的数量,也是其他生理过程、生命活动的基础,并与植物生长、发育、存活密切相关,是植物生产力的最主要因素^[5-6]。叶片光合特性与植物所处的环境密切相关,其对不同的生境条件会表现出不同的适应特性与适应机制^[7-10]。目前对喀斯特山区的青冈光合生理研究多集中在广西白云岩喀斯特石漠化地区^[11-15],而对贵州石灰岩喀斯特石漠化的青冈光合生理研究则很少,关于火棘在喀斯特地区光合生理的研究更鲜有报道^[16-17]。为了进一步了解青冈、火棘在贵州喀斯特石漠化地区的光合生理表现,本研究探讨青冈、火棘的叶片净光合速率等主要光合生理指标,以为喀斯特石漠化环境恢复、植被演替研究提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料与研究区自然概况

收稿日期:2015-05-19

基金项目:贵州省科学技术基金(编号:黔科合 J 字[2012]2216 号);贵州省软科学项目(编号:黔科合 R 字[2014]2026 号);贵州省社会发展攻关(编号:黔科合 SY 字[2012]3008 号);贵州省社会发展攻关项目(编号:黔科合 SY 字[2014]3060 号);贵州省科技创新人才团队建设项目(编号:黔科合人才团队[2014]4014 号)。

作者简介:周文龙(1984—),男,湖北鄂州人,硕士,助理研究员,研究方向为喀斯特环境资源与 3S 技术应用。E-mail: karstpro@hotmail.com。

试验材料为示范区朝营核心小流域内“大山”山顶退耕地边缘自然生长的青冈和火棘。

本试验在毕节撒拉溪国家“十二五”石漠化综合治理示范区进行,位于贵州省毕节市七星关区撒拉溪镇境内(105°02'01"~105°08'09"E,27°11'36"~27°16'51"N),属于乌江上游段六冲河流域,平均海拔约 1 800 m,属亚热带季风湿润气候,年均气温 12℃,无霜期 245 d,年均日照时间为 1 360 h,年均降水量 984.4 mm,80% 以上的降水集中在 6—9 月。研究区属于典型的亚热带喀斯特高原山地(峰丛洼地)轻—中度喀斯特石漠化类型,主要土壤类型为黄壤,原始植被以青冈、火棘、杜鹃(*Rhododendron simsii*)等藤刺灌丛为主,局部山坡、居民地四周零星分布有云南松(*Pinus yunnanensis*)^[18]。

1.2 试验方法

2014 年 4 月下旬,在晴天、自然条件下进行光合试验,在 8:00—18:00 时段内,取中间时段每隔 2 h 测定 1 次,共测 6 次,青冈、火棘各随机选取 3 株,每株选取叶位相同的 3 张中上部成熟向阳叶片进行试验,取平均值计算。

光合测定仪器使用英国 ADC Bioscientific 公司生产的 Lcp10+ 便携式光合测定仪,使用红蓝光源叶室测定叶片瞬时光合速率等指标。主要测定、统计指标包括:净光合速率 [P_n , $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,以 CO_2 计]、蒸腾速率 [T_r , $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,以 H_2O 计]、 CO_2 气孔导度 [G_s , $\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,以 H_2O 计]、细胞间 CO_2 浓度 (C_i , $\mu\text{mol}/\text{mol}$)、叶室温度 (T_{ch} , $^{\circ}\text{C}$)、叶片温度 (T_{leaf} , $^{\circ}\text{C}$)、光合有效辐射 [PAR , $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$] 等。水分利用效率 WUE ($\mu\text{mol}/\text{mmol}$) 的计算公式:

$$WUE = P_n / T_r$$

采用 SPSS 20.0 进行数据分析,用 Excel 2007 进行数据统计与制图。

2 结果与分析

2.1 光合有效辐射等环境因子的日变化特征

在 08:00—18:00 期间, PAR 的变化范围为 481.25 ~

2 049.08 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 最高值出现在 14:00 左右, 最低值出现在 18:00, 受地形影响, 08:00 山顶太阳光合辐射较强。08:00—18:00 期间, T_{ch} 的变化范围为 22.75 ~ 41.75 $^{\circ}\text{C}$, 08:00 左右 T_{ch} 最低, 最高值出现在 14:00 左右, 18:00 下降至

26.30 $^{\circ}\text{C}$ (图 1); 与 T_{ch} 相比, 由于叶片受太阳光合辐射影响, T_{leaf} 要高出 T_{ch} 2.05 ~ 0.50 $^{\circ}\text{C}$ 。此外, 大气压强日变化为 8.14 万 ~ 8.17 万 Pa, 受中午上升气流影响, 中午大气压强要高于早、晚大气压强 (大气压强数据仅说明, 未在图表中体现)。

表 1 青冈和火棘的 P_n 、 T_r 、WUE、 G_s 、 C_i 的日均值

物种	P_n [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	T_r [$\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	WUE ($\mu\text{mol}/\text{mmol}$)	G_s [$\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	C_i ($\mu\text{mol}/\text{mol}$)
青冈	3.77 ± 1.33	3.05 ± 1.86	1.59 ± 0.76	0.13 ± 0.20	254.42 ± 50.55
火棘	7.52 ± 4.13	5.21 ± 0.85	1.42 ± 0.68	0.20 ± 0.14	282.31 ± 48.08

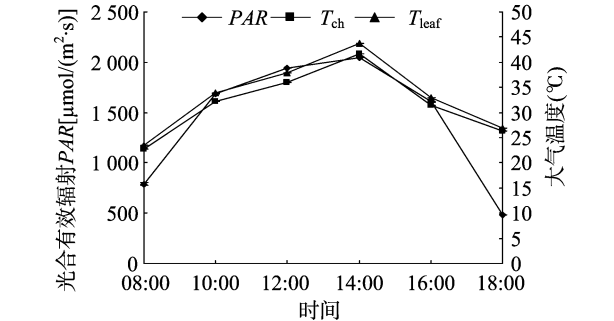


图 1 光合有效辐射及叶室温度、叶片温度的日变化特征

2.2 净光合速率的日变化特征

由图 2 可见: 青冈、火棘的净光合速率日变化曲线存在较大差异, 青冈净光合速率的日均值仅为火棘的 50% 左右 (表 1); 从峰型上看, 火棘为典型的“双峰”型日变化曲线, 青冈的日变化曲线呈现逐渐下降的趋势, 下降期间 (14:00—16:00) 也存在 1 个不明显的上升阶段。青冈净光合速率曲线日变化幅度较为平缓, 变化差异远小于火棘, 在 08:00—14:00 净光合速率一直呈下降趋势, 在 14:00 出现不明显的光合谷值; 在 14:00—16:00 略有上升, 光合“午休”现象不明显。火棘的净光合速率从 8:00 开始快速增长, 在 10:00 达到第 1 个峰值

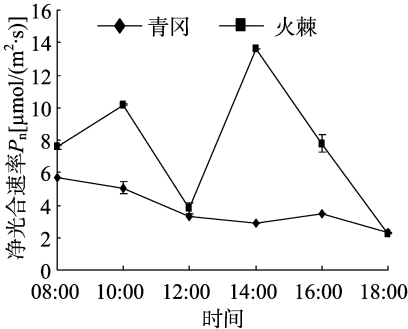


图 2 2 种植物净光合速率的日动态变化

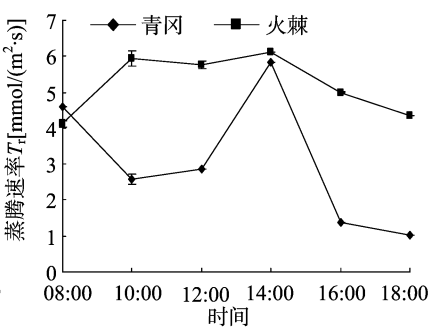


图 3 2 种植物蒸腾速率的日动态变化

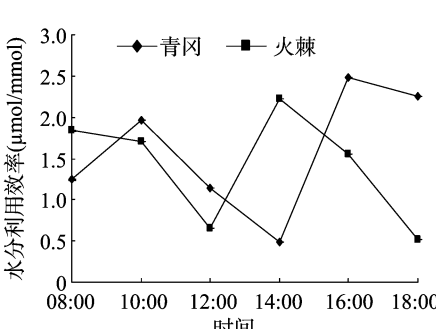


图 4 2 种植物水分利用效率的日动态变化

2.5 气孔导度的日变化特征

由图 5 可以看出: 从日变化特征上看, 青冈的气孔导度曲线呈“L”形, 火棘呈“U”形, 且在 14:00 之前二者变化幅度较为接近, 之后差异渐大; 青冈、火棘的气孔导度日均值分别为 (0.13 ± 0.20)、(0.20 ± 0.14) $\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 火棘气孔导度日均值略高于青冈。

2.6 胞间 CO₂ 浓度的日变化特征

由图 6 可以看出: 青冈、火棘的胞间 CO₂ 浓度曲线变化较为接近, 在 10:00 前青冈的胞间 CO₂ 浓度高于火棘, 之后

则相反; 青冈胞间 CO₂ 浓度最高值出现在 8:00, 最低值出现在 16:00, 火棘最高值出现在 18:00, 最低值出现在 10:00。

2.7 环境因子与光合特征参数间的相关性

由表 2 可知, 青冈的 P_n 与 PAR 、 T_{ch} 、 T_{leaf} 、 T_r 、 C_i 、 G_s 等各因子相关性均不显著, 部分环境因子之间呈显著或极显著相关; 火棘的 P_n 与 PAR 、 T_{ch} 、 T_{leaf} 、 T_r 、 C_i 、 G_s 等各因子的相关性均不显著, 部分环境因子之间呈显著或极显著相关。例如, 火棘的环境参数 PAR 与 G_s 显著相关, 与 T_r 极显著相关, T_{ch} 、 T_{leaf} 与 G_s 、 T_r 呈极显著相关, G_s 与 T_r 呈极显著相关。

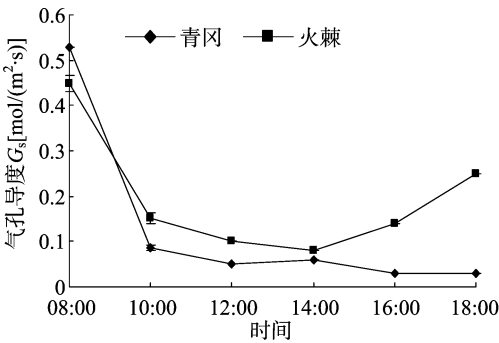


图5 2种植物气孔导度的日动态变化

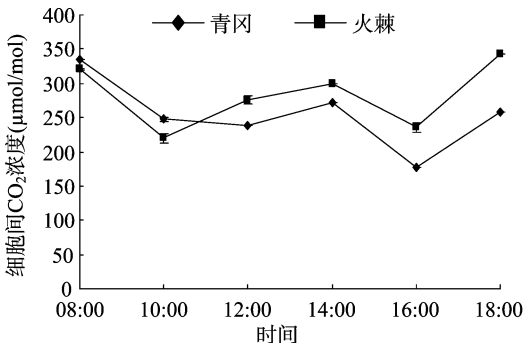


图6 2种植物胞间CO₂浓度的日动态变化

表 2 环境因子与光合特征参数间的相关系数

物种	参数	P_n	PAR	T_{ch}	T_{leaf}	C_i	G_s	T_r
青冈	P_n	1.000	-0.050	-0.467	-0.445	0.473	0.774	0.281
	PAR		1.000	0.817 *	0.840 *	-0.333	-0.360	0.416
	T_{ch}			1.000	0.999 **	-0.262	-0.530	0.497
	T_{leaf}				1.000	-0.272	-0.527	0.495
	C_i					1.000	0.797	0.628
	G_s						1.000	0.452
	T_r							1.000
火棘	P_n	1.000	0.597	0.463	0.477	0.519	-0.265	0.557
	PAR		1.000	0.923 **	0.935 **	0.212	-0.840 *	0.920 **
	T_{ch}			1.000	0.999 **	0.378	-0.936 **	0.957 **
	T_{leaf}				1.000	0.366	-0.934 **	0.960 **
	C_i					1.000	-0.196	0.273
	G_s						1.000	-0.855 **
	T_r							1.000

注：“*”表示在 0.05 水平显著相关；“**”表示在 0.01 水平显著相关。

3 结论与讨论

研究青冈、火棘的光合生理特点及变化规律对于研究岩石树种在石漠化地区的水土保持效益以及栽培技术措施十分必要。研究结果表明：火棘净光合速率日变化呈“双峰”型曲线，正午存在明显的光合“午休”现象；青冈在本试验中未表现明显的光合“午休”现象，与广西白云岩喀斯特区域日变化曲线存在一定差异^[11-13,15]，但广西同一地区的不同研究也存在一定差异^[14]。上述研究表明，在不同区域、不同类型喀斯特地区的青冈净光合速率日变化特征表现存在差异。

从试验结果可知，在一定范围内，青冈叶片内细胞间 CO₂ 浓度越高，其供给光合所需的原料越多，净光合速率越高，光合速率会超过呼吸速率；气孔性限制因素是由于气孔导度降低阻止了光合原料 CO₂ 的供应；非气孔性限制因素是由于植物叶片细胞光合能力的下降使叶肉细胞利用 CO₂ 的能力降低，而造成细胞间 CO₂ 含量升高。对青冈、火棘的研究表明，青冈净光合速率主要受气孔性限制因素的影响，火棘净光合速率主要受非气孔性限制因素的影响。对于非气孔性限制光合速率的情况，在晴天中午可以采取一定的遮光降温措施，或适时灌溉，尤其是喷灌，有利于降低火棘温度、增加空气相对湿度，减少水分蒸腾^[19-20]，是提高火棘叶片光合水平的重要措施。

相关分析表明，在相关环境因子相关性显著的情况下，环境因子对青冈的各项光合生理特性影响的显著性不明显；而火棘各项光合生理参数则受环境影响较大。植物自身的生理因子与环境生态因子相互作用，共同影响青冈、火棘的光合生

理功能。喀斯特的特殊地域环境、生态因子限制了石漠化地区的植被恢复。本研究仅针对贵州喀斯特石漠化治理区最主要的岩石植被群落优势种进行观测，关于其他石漠化区中岩石物种的光合生理特征仍然需要进一步研究。在喀斯特环境，特别是受损的喀斯特环境中，植被会产生特殊的适应机理，因此对石漠化治理中的植被群落的人工诱导演替恢复，不仅要从事植被群落内部生理机制出发，还要结合外界生态环境的变化特点，因地制宜地选取适宜物种和群落组建模式。

参考文献：

[1]熊康宁,池永宽. 中国南方喀斯特生态系统面临的问题及对策[J]. 生态经济,2015,31(1):23-30.

[2]曹建华. 中国地质科学院岩溶地质研究所,国土资源部岩溶动力学重点实验室. 受地质条件制约的中国西南岩溶生态系统[M]. 北京:地质出版社,2005:10-20.

[3]李先琨,何成新,蒋忠诚. 岩溶脆弱生态区生态恢复、重建的原理与方法[J]. 中国岩溶,2003,22(1):12-17.

[4]庞冬辉,沈利娜,蒋忠诚,等. 广西弄拉峰洼地灌丛岩生优势种光合生理生态特征日变化研究[J]. 中国岩溶,2010,29(3):293-300.

[5]柯世省. 珍稀植物香果树光合作用日进程初步研究[J]. 福建林业科技,2009,36(2):226-230.

[6]李庆康,马克平. 植物群落演替过程中植物生理生态学特性及其主要环境因子的变化[J]. 植物生态学报,2002,26(z1):9-19.

[7]Manes F,Seufert G,Vitale M. Ecophysiological studies of Mediterranean plant species at the Castelporziano estate[J]. Atmospheric Environment,1997,31(Suppl 1):51-60.

王志春. 秸秆预处理后集中还田对农作物及土壤的影响[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(6): 480–482.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.06.140

秸秆预处理后集中还田对农作物及土壤的影响

王志春

(江苏省盐城市新洋农业试验站, 江苏盐城 224049)

摘要:大量的秸秆在经过预处理后还田, 研究其对作物生长及产量构成因素的影响, 检测土壤中氮磷钾及有机质含量的变化。研究显示, 大量的秸秆在经过预处理后还田, 不仅可以完全替代化肥实现作物高产, 还能显著增加土壤氮磷钾及有机质的含量, 改良土壤, 实现农业的可持续发展。究其原因, 除了秸秆分解释放出大量营养物质可供作物生长需求外, 大量分解秸秆的微生物活动, 还能固定、利用环境中的矿质元素, 最终转化为作物可利用的形式。大量微生物的次生代谢产物也有利于作物的生长。

关键词:秸秆还田; 预处理; 菌种; 土壤养分

中图分类号: S216.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)06-0480-03

利用农作物秸秆还田培肥土壤在我国有着悠久的历史, 近年来科研工作者在利用秸秆还田培养土壤肥力等方面也进行了许多的研究^[1-4]。秸秆还田不仅提高了土壤腐殖质的含量, 而且提高了土壤腐殖质的品质^[5]。无论采用机械化直接还田技术还是覆盖技术, 都可达到蓄水保墒、增加肥力、提高农作物经济产量的良好效益, 可以有效防止因焚烧秸秆所造成的大气污染和资源浪费, 同时还可减少劳动力和能源的投入, 提高劳动生产率, 达到高产、高效、低耗和可持续发展的目的^[6]。

一般的秸秆还田, 容易发生土壤微生物(即秸秆腐化的微生物)与作物争夺养分的矛盾, 特别是幼苗期, 甚至出现黄苗、死苗等现象, 导致减产。所以一般每 667 m² 秸秆粉碎亩

压还田在 300 kg 以下, 最多不超过 500 kg, 否则, 会影响秸秆在土壤中的分解速度及作物产量^[7]。

在秸秆直接还田时, 一般还需要增施一些速效氮肥, 这样不仅操作复杂、技术性强, 还会增加秸秆还田的成本。单位面积大量秸秆还田, 利用秸秆完全替代化肥的研究报道还很少。为此, 我们研究了大量秸秆在经过预处理后集中还田, 不使用任何化肥情况下对农作物及土壤的影响, 旨在为秸秆资源充分利用和农业可持续发展提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

1.1.1 供试土壤 试验地位于江苏省盐城市东郊新洋农业试验站内, 是江苏沿海地区典型的壤性盐潮土, 土壤肥力中等。

1.1.2 试验作物 试验作物为小麦, 品种为半冬性小麦新品种淮麦 33。

1.1.3 试验设计 本试验于 2013—2014 年进行, 设置秸秆

例[J]. 广西植物, 2010, 30(1): 75–81, 35.

[14] 莫 凌, 黄玉清, 覃家科, 等. 岩溶植物青冈和九龙藤叶片光学特性日变化研究[J]. 广西科学, 2008, 15(2): 189–194.

[15] 张中峰, 张金池, 黄玉清, 等. 接种丛枝菌根真菌对青冈栎幼苗生长和光合作用的影响[J]. 广西植物, 2013, 33(3): 319–323, 294.

[16] 刘长成, 刘玉国, 郭 柯. 四种不同生活型植物幼苗对喀斯特生境干旱的生理生态适应性[J]. 植物生态学报, 2011, 35(10): 1070–1082.

[17] 张俊佩. 贵州石漠化地区主要造林树种耐旱特性及适应性评价[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2009.

[18] 池永宽, 熊康宁, 张锦华, 等. 喀斯特石漠化地区三种豆科牧草光合与蒸腾特性的研究[J]. 中国草地学报, 2014, 36(4): 116–120.

[19] 池永宽, 熊康宁, 王元素, 等. 西南石漠化地区两种经济林木光合日动态特征[J]. 经济林研究, 2015, 33(1): 45–49, 55.

[20] 杜 伟, 程嘉翎, 柴建萍, 等. 云南鹤庆桑树光合生理特性日变化研究[J]. 西南农业学报, 2012, 25(4): 1227–1231.

收稿日期: 2016-01-15

基金项目: 江苏省农业三新工程(编号: SXGC[2016]178)。

作者简介: 王志春(1972—), 男, 江苏盐城人, 副研究员, 主要从事资源环境研究。E-mail: wzczyh@126.com。

[8] Ueda Y, Nishihara S, Tomita H, et al. Photosynthetic response of Japanese rose species *Rosa bracteata* and *Rosa rugosata* to temperature and light[J]. Scientia Horticulturae, 2000, 84(3/4): 365–371.

[9] Midgley G F, Aranibar J N, Mantlana K B, et al. Photosynthetic and gas exchange characteristics of dominant woody plants on a moisture gradient in an African savanna[J]. Global Change Biology, 2004, 10(3): 309–317.

[10] John R, Dalling J W, Harms K E, et al. Soil nutrients influence spatial distributions of tropical tree species[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2007, 104(3): 864–869.

[11] 张中峰, 黄玉清, 莫 凌, 等. 桂林岩溶区青冈栎光合速率与环境因子关系初步研究[J]. 广西植物, 2008, 28(4): 478–482.

[12] 张中峰, 尤业明, 黄玉清, 等. 模拟岩溶水分供应分层的干旱胁迫对青冈栎光合特性和生长的影响[J]. 生态学杂志, 2012, 31(9): 2197–2202.

[13] 沈利娜, 蒋忠诚, 吴孔运, 等. 峰丛洼地恢复演替系列优势种光合生理生态特征日变化研究——以广西马山弄拉峰丛洼地为