

刘天雷,从春蕾,胡丹,等.贵州普定 6 种喀斯特石生植物及其土壤的碳酸酐酶活性[J].中国岩溶,2017,36(2):187-192.  
DOI:10.11932/karst20170205

## 贵州普定 6 种喀斯特石生植物及其土壤的碳酸酐酶活性

刘天雷<sup>1</sup>,从春蕾<sup>1</sup>,胡丹<sup>1</sup>,王世杰<sup>2</sup>,张显强<sup>1,2</sup>

(1.安顺学院,贵州 安顺 561000;2.中国科学院地球化学研究所 环境地球化学国家重点实验室,贵州 贵阳 550002)

**摘要:**以贵州普定喀斯特石漠化区域石生银叶真藓(*Bryum argenteum* Hedw.)、扭口藓(*Barbula unguiculata* Hedw.)、穗枝赤齿藓(*Erythrodontium julaceum* (Schwaegr.) Par.)、美灰藓(*Eurohypnum leptothollum* (C. Muell.) Ando.)、东亚砂藓(*Racomitrium japonicum* Dozy et Molk.)和雪茶(地衣)(*Thamnolia vermicularia* (Ach.) Asa-hina)为对象,研究了这些石生植物和其基质土壤碳酸酐酶(CA)的活性,可为石生植物的生物岩溶作用机理和石漠化生态环境的治理提供一定的参考。结果表明,6 种植物 CA 的活性存在一定的差异,以美灰藓的 CA 活性  $272.99 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1}$  (FW) 最高,东亚砂藓的 CA 活性  $33.45 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1}$  (FW) 最低;银叶真藓基部土壤 CA 活性最高,为  $101.81 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1}$  (干土),美灰藓 CA 活性  $15.95 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1}$  (干土) 最低。CA 活性与土壤全磷、全钾、石砾含量和土壤含水量之间呈极显著的相关性。

**关键词:**喀斯特石漠化;石生植物;碳酸酐酶;土壤

中图分类号:Q949.35;S151.9

文献标识码:A

文章编号:1001-4810(2017)02-0187-06

### 0 引言

碳酸酐酶(CA)是植物中普遍存在的一种含锌金属酶,存在于原核生物和真核生物中,其活性中心含有一个催化活性所必需的锌原子,催化  $\text{CO}_2$  进行可逆反应<sup>[1]</sup>。一方面 CA 在植物体光合作用中可通过将  $\text{CO}_2$  转换成  $\text{HCO}_3^-$ ,移去脱羧反应产生的  $\text{CO}_2$ ,推动脱羧反应的进行;另一方面它能作为生物催化剂决定碳酸盐岩的溶解速率<sup>[2]</sup>,加速石灰岩的溶解<sup>[3-4]</sup>。土柱模拟实验和石灰岩的摇瓶溶蚀结果一致<sup>[5-6]</sup>;真菌分泌的酸性物质、CA 以及菌丝体的包裹作用能直接影响溶蚀效果<sup>[7-8]</sup>。有研究者发现岩石上的苔藓吸收并且保存来自雨水的  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  于表面,致使  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  更加有效的挥发,进而加剧了  $\text{CaCO}_3$  的沉淀而使苔藓周围逐渐胶结而变硬,最终形成钙化石<sup>[9]</sup>。苔藓植物在代谢过程中产生的有机酸等成分

能降低岩面的硬度,加速岩面的溶蚀,形成生物微环境而促进植被的演替<sup>[10-11]</sup>。

以贵州为中心的西南喀斯特地区具有基岩大量裸露的石漠化生态环境。表层带土壤与其上生长的植物的岩溶作用对大气中  $\text{CO}_2$  具有显著的捕获回收效应<sup>[12]</sup>,因而,研究土壤及其相关生物 CA 对岩溶作用,对进一步认识石生植物及其土壤的固碳增汇效应具有重要意义。目前,对于喀斯特石生苔藓 CA 研究非常欠缺,仅见吴沿友等对中华墙藓、尖叶扭口藓的研究<sup>[13]</sup>,研究深度和广度有待进一步补充和完善;本研究测定了石生藓类 CA 及其基部土壤 CA 活性,比较了 6 种植物 CA 种间差异,分析了苔藓植物及其基部土壤 CA 之间的关系;其结果对于深入研究喀斯特石生藓类对石灰岩溶蚀的作用机制提供了一定的科学依据。

基金项目:国家自然科学基金项目(41463006)

第一作者简介:刘天雷(1986-),男,硕士,讲师,主要从事生态学研究。E-mail:asu\_tianlei@126.com。

通信作者:王世杰,研究员,博士生导师,E-mail:wangshijie@vip.skleg.cn;张显强,博士后,教授,E-mail:zhangxianqiang@126.com。

收稿日期:2016-06-26

### 1 研究区概况

为研究岩溶生态系统土壤及其典型植物的碳酸酐酶活性的差异及其对石灰岩侵蚀作用的影响,本文选择了安顺市普定县喀斯特石漠化生态系统作为主要的野外采样点。普定县(26°13'3"~26°15'3"N, 105°41'27"~105°43'28"E)位于贵州省中部,属于北亚热带季风湿润气候,气候温和,雨量充沛,年均温15.1℃,最冷的月份(1月)平均温度为5.2℃,最热的月份(7月)平均温度为23℃,年均降水量为1396.9mm。普定县喀斯特地貌广泛发育,碳酸盐

岩出露面积为863.7km<sup>2</sup>,占全县国土面积的79.2%。普定县位于长江和珠江水系的结合地带,是长江防治工程和珠江防治工程的重点县。本研究围绕中国科学院地球化学研究所普定县陈旗小流域气象水文观测场、陈家寨石漠化治理试验观测场、沙湾主站址、赵家田皆伐样地和天龙山次生林样地进行样方设置和标本采集(图1)。样地的土壤以石灰土和黄壤为主。森林覆盖率为23.2%,植被类型多样化。区域内天龙山原始植被为典型的喀斯特常绿落叶阔叶混交林,植被盖度平均为77.5%,以无石漠化和轻度石漠化为主。

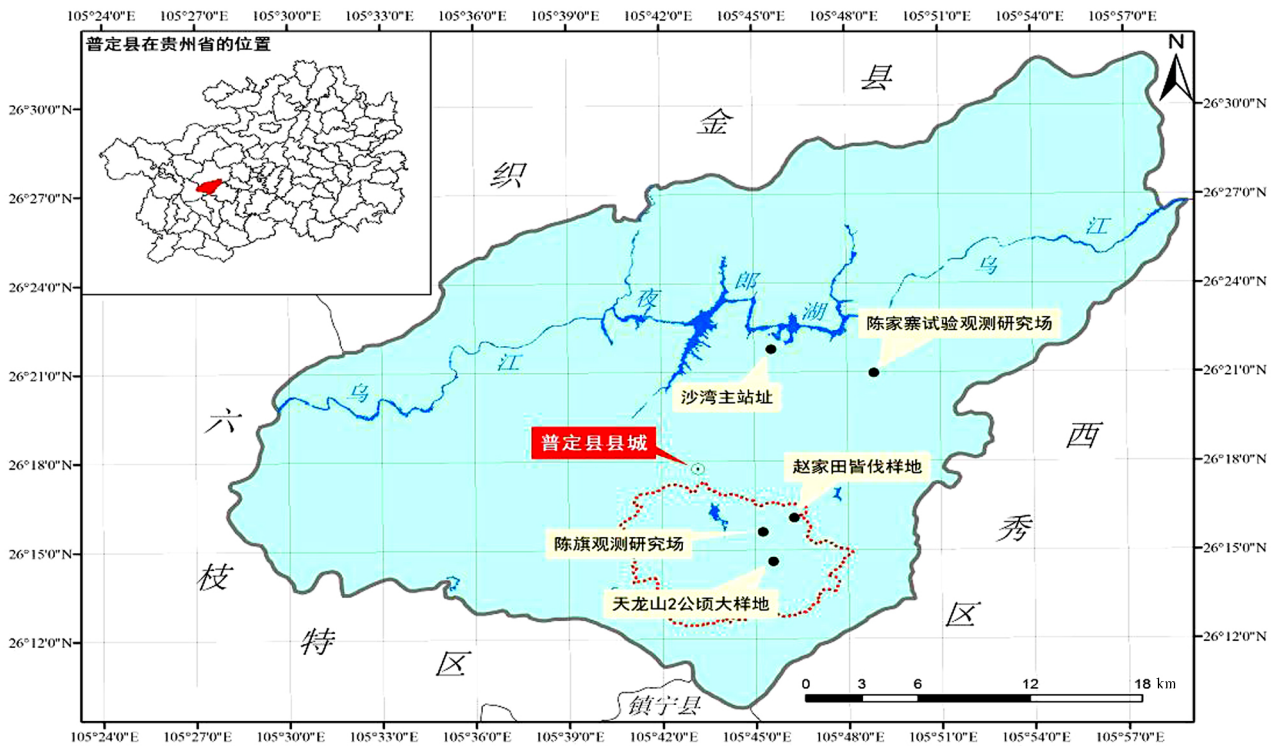


图1 普定县区域示意图

Fig.1 Schematic map of Puding karst catchment

### 2 材料与方法

#### 2.1 材料采集

于2015年7月至8月进行生态调查和样品采集,采集前3d有小雨,采集时天气晴朗,平均气温20±2℃。随机选取陈家寨石漠化区域4个20m×20m的大样方,利用5点取样法选取5个1m×1m的小样方,然后从每个小样方里选取20cm×20cm的5个小样点采集苔藓,用采集袋收集苔藓植物及其基部的土壤,并详细记录其对应的生境和盖度。采样点的基本情况及表层土壤的基本理化性质见表1。

在样方中选择真藓科真藓属银叶真藓(*B. argenteum*)、丛藓科扭口藓属扭口藓(*B. unguiculata*)、绢藓科赤齿藓属穗枝赤齿藓(*E. julaceum*)、灰藓科灰藓属美灰藓(*E. leptothollum*)、丛藓科砂藓属东亚砂藓(*R. japonicum*)和雪茶(地衣)(*T. vermicularia*)进行取样。由于美灰藓和穗枝赤齿藓为交织型生长在岩石表面、岩壁和岩面薄土,银叶真藓、扭口藓、雪茶和东亚砂藓为丛集型生长在岩石的表面或岩壁,基部的土壤量极少,因此在采集植物后用刷子等工具收集基部全部土壤。采集地点选择在中国科学院普定喀斯特生态系统观测研究站石漠化区域,生境特征和生活型见表2。

表 1 采样点的基本情况 &amp; 表层土壤的基本理化性质

Table 1 Description of sampling sites and physicochemical properties of surface soils

采样点	有机质/ g/kg	全氮/ g/kg	全磷/ g/kg	全钾/ g/kg	pH 值	石砾含量/ %	土壤含水量/ %
陈家寨 A	31.58±1.78	0.31±0.12	1.35±0.23	11.50±1.08	6.94±0.56	15.5±1.16	25.1±2.16
陈家寨 B	31.44±2.12	0.39±0.14	0.95±0.18	8.94±0.98	7.00±0.74	12.7±1.23	25.6±2.21
陈家寨 C	30.47±1.59	0.22±0.09	0.91±0.17	9.17±1.12	6.84±0.66	5.9±0.84	28.2±2.35
陈家寨 D	32.26±1.97	0.41±0.16	0.93±0.12	11.26±1.31	6.74±0.77	11.8±1.14	27.3±1.89
平均 Average	31.44±1.68	0.33±0.15	1.04±0.11	10.22±1.05	6.88±0.73	11.5±1.47	26.6±2.12

表 2 6 种石生植物的生境特征和生活型

Table 2 Life form and habitat characteristics of 6 epilithic plants

物种	海拔/m	生境	生活型	盖度/%	基质及厚度/cm
银叶真藓 <i>B. argenteum</i> .	1 325	岩石表面或岩壁	丛集型	90%	0.5
扭口藓 <i>B. unguiculata</i>	1 325	岩石表面或岩壁	丛集型	80	0.2
穗枝赤齿藓 <i>E. julaceum</i>	1 325	岩石表面或岩壁	交织型	90	0.5
美灰藓 <i>E. leptothollum</i>	1 325	岩石表面或岩壁	交织型	80	0.2
东亚砂藓 <i>R. japonicum</i>	1 345	岩石表面或岩壁	丛集型	50	0.2
雪茶(地衣) <i>T. vermicularia</i>	1 345	岩石表面或岩壁	丛集型	80	0.3

## 2.2 材料处理

随机采集生长较为整齐的苔藓置于采集袋中带回实验室,将采集袋里的所有苔藓植物小心拿出,除去残渣,放在铺有两层滤纸的实验桌上培养备用。借助显微镜、解剖镜进行观察,参考中国苔藓志(1—10卷)、云南植物志<sup>[14-16]</sup>等工具书进行鉴定。土壤样品置阴凉干燥处风干,采用玛瑙研钵人工研磨,过 80 目筛,四分法取样进行 CA 测定。

## 2.3 实验方法

### 2.3.1 植物碳酸酐酶活性测定

参照 Brownell 等<sup>[17]</sup>文中的方法略作改进来进行碳酸酐酶活性的测定。称取 0.3~0.4 g 的植物样品,放入预冷的研钵中,加入液氮充分研磨,再加入 5 mL 巴比妥缓冲液(20 mmol·L<sup>-1</sup>, pH=8.3)混合均匀,置于 16 000 r·min<sup>-1</sup>的离心机下离心 15 min,取上清液冷藏待测碳酸酐酶的活性。碳酸酐酶活性的测定采用 pH 计法,即是取待测上清液 0.5 mL,加入到含 10 mL 巴比妥-KOH 缓冲液(pH=8.3)的反应室中,将其搅拌均匀。再将 pH 计置于反应液中,记下起始的 pH 值,再迅速加入 10 mL 冰冻 CO<sub>2</sub> 饱和水溶液,用秒表计时,待 pH 值下降一个单位(如 pH 从 8.30 降到 7.30)时,停止计时,记下反应时间为  $T_e$ 。并用同一样品的煮沸液做对照,记下反应时间为  $T_0$ 。酶活单位数由公式  $U=10(T_0/T_e-1)$  求

得, $T_0$ 为加入煮沸酶液 pH 变化所需要时间, $T_e$ 为加入未煮沸酶液 pH 变化所需要时间。碳酸酐酶活性以每克叶片含有的酶活单位数( $U \cdot g^{-1}(FW)$ )表示。

### 2.3.2 土壤碳酸酐酶活性测定

将每个新鲜土壤样本准确称取 3 份,每份 0.3~0.4 g,分别加入 5 mL 巴比妥缓冲液(20 mmol·L<sup>-1</sup>, pH=8.3)混合均匀,16 000 r·min<sup>-1</sup>离心 15 min,取上清液冷藏待测碳酸酐酶的活性。碳酸酐酶活性的测定方法同 2.3.1 以每克干重土壤含有的酶活单位数( $U \cdot g^{-1}(\text{干土})$ )表示。

## 2.4 数据处理

利用 Microsoft Excel 2003 和 SPSS 15.0 软件对数据进行统计分析和 Origin Pro 9.1 作图。

## 3 结果与分析

### 3.1 6 种典型石生植物 CA 活性比较

在喀斯特地区所采集的 6 种石生植物新鲜叶片均含有 CA(图 2)。其中美灰藓 CA 活性最高,达到 272.99  $U \cdot g^{-1}(FW)$ ;其次为扭口藓的 109.39  $U \cdot g^{-1}(FW)$ ,其它 4 种植物 CA 活性较低,都不足 80  $U \cdot g^{-1}(FW)$ ,说明不同岩生植物之间 CA 活力相差很大。吴沿友(2006)测定喀斯特 25 种植物的 CA 活性,发现不同植物、同一植物不同部位、同一植物同一

部位不同时间的碳酸酐酶的活力存在差异,中华墙藓、尖叶扭口藓的活力都较低;诸葛菜、椿、贵州榕的 CA 的活力都很高<sup>[18-19]</sup>。苔藓植物由于适应水分逆境,因此可以生活在石灰岩的岩石上<sup>[20]</sup>,它们能忍受水分逆境干旱一段时间后,不失时机地吸收大量水分并减少蒸腾<sup>[21]</sup>。由于 CA 一方面有利于石灰岩的溶解<sup>[22]</sup>,更好地获得  $\text{HCO}_3^-$ ,另一方面,它能快速地将  $\text{HCO}_3^-$  转化成  $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{CO}_2$ ,这样可以弥补水分逆境后植物缺水和  $\text{CO}_2$ 。苔藓植物短暂干旱后,光合作用并不立即下降<sup>[23]</sup>,可能是短暂干旱后植物并不缺水和  $\text{CO}_2$  有关。

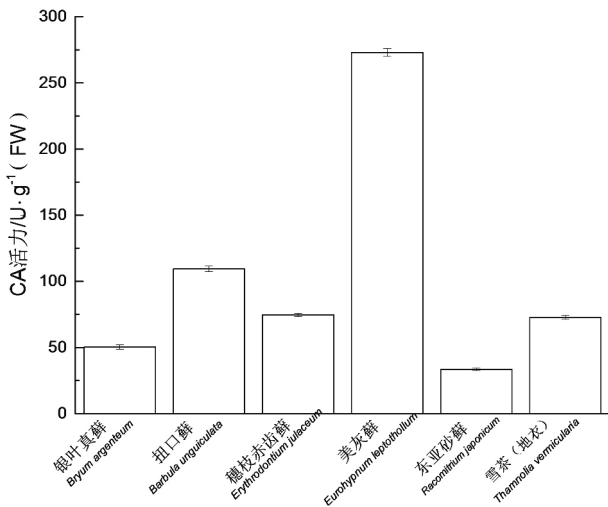


图 2 6 种典型石生植物 CA 活性比较

Fig.2 Comparison of carbonic anhydrase activities in 6 typical epilithic plants

3.2 6 种典型石生植物土壤 CA 活性比较

不同植物基部的表层土壤中均检测到了不同程度的 CA 活性(图 3)。其中银叶真藓表层土壤 CA 活性最高,为 101.81  $\text{U} \cdot \text{g}^{-1}$  (干土);美灰藓表层土壤 CA 活性最低,为 15.95  $\text{U} \cdot \text{g}^{-1}$  (干土);综合植物和土壤结果可知,银叶真藓和东亚砂藓植物 CA 活性低

于土壤,而扭口藓、穗枝赤齿藓、美灰藓和雪茶植物的 CA 活性高于基部土壤,可能与植物的根际环境有关。银叶真藓和东亚砂藓盖度小,根际土壤相对较多,富含其它微生物和一些藻类,因此土壤 CA 活性较高<sup>[24]</sup>;反之,其它 4 种植物碳酸酐酶活性大于土壤。下一步将进行几种植物的组织培养纯化,消除其它因素的影响。

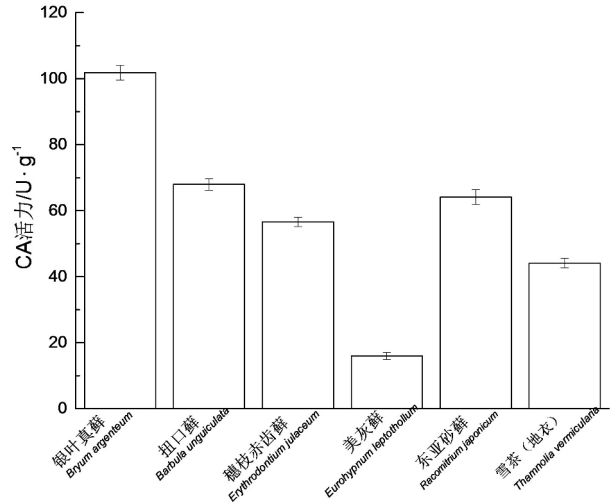


图 3 6 种典型石生植物土壤 CA 活性比较

Fig.3 Comparison of carbonic anhydrase activities in soil of 6 typical epilithic plants

3.3 CA 活性和土壤理化性质的关系

6 种石生植物碳酸酐酶活性与全磷、石砾含量之间呈极显著的正相关 ( $P < 0.01$ ),其中以全钾与土壤含水量,全钾与植物 CA 相关性最低,为 -0.236,其次是全磷与石砾含量,全钾,为 -0.333。土壤 CA 活性与全钾,全钾与石砾含量之间呈极显著的正相关 ( $P < 0.01$ ),土壤 CA 活性与石砾含量之间呈负相关(表 3)。说明石生植物及其基部土壤 CA 活性与土壤的理化性质之间存在相关性,但相关的指标有待进一步细化和深入研究。

表 3 CA 与土壤理化性质的相关性

Table 3 Correlation between CA and physical and chemical properties of soil

	全磷	全钾	石砾含量	土壤含水量	植物 CA	土壤 CA
全磷	1					
全钾	0.667	1				
石砾含量	-0.333	0.972 **	1			
土壤含水量	-0.707	-0.236	0.707	1		
植物 CA	0.959 **	-0.333	0.953 **	-0.236	1	
土壤 CA	0.333	0.976 **	-0.333	-0.236	-0.333	1

## 4 讨论和结论

### 4.1 讨论

有关喀斯特地区植物 CA 的研究较多,但针对喀斯特石生苔藓的研究极少,本研究证实 6 种植物和基部土壤均检测到 CA 活性,说明 CA 广泛存在于植物及土壤环境中,其促进的碳酸盐岩的风化成土作用是我国南方岩溶地区土壤资源的一种重要成土机制<sup>[25]</sup>。岩溶环境的土壤土层较薄、基质较松散、容易出现漏水漏肥现象,故常会造成土壤时常面临水分胁迫等问题,故增加石灰岩地区的成土效率或降低石灰土的侵蚀,也能提高植被覆盖率,因为植被的存在能提高土壤环境中的 CO<sub>2</sub> 浓度、有机酸和土壤 CA 的浓度和活性,从而有效促进碳酸盐岩的侵蚀成土速率<sup>[26]</sup>。

最近研究表明 CA 不仅广泛存在于原核生物中,而且还分布在石生植物中<sup>[27]</sup>,本研究证实了这一观点,CA 在不同生境和生活型的 6 种石生植物及其土壤中均能检测到,岩溶石生藓类 CA 活性在不同生境和生活型中具有明显差异,交织型生长于岩面、岩壁和岩面薄土的美灰藓具有最高 CA 活性,而从集型生长于岩面的扭口藓具有较高 CA 活性,造成不同生境植物 CA 活性差异的原因主要与周围植被情况、天气等自然条件有关。结合土壤的理化性质分析不同石生植物基部土壤 CA 活性,发现美灰藓土壤 CA 活性最低,银叶真藓最高,其中存在什么样的规律有待进一步的深入研究。对喀斯特石漠化生态系统石生植物及其基部土壤 CA 活性的研究将有助于进一步探讨石生植物在水土保持、元素循环、风化成土等方面的生态功能和作用。

### 4.2 结论

(1)6 种典型石生植物均能检测到不同程度的 CA 活性,其中交织型生长的美灰藓 CA 活性最高,达到 272.99 U · g<sup>-1</sup>(FW);其次为丛集型生长的扭口藓,为 109.39 U · g<sup>-1</sup>(FW),其它 4 种植物 CA 活性较低,均不足 80 U · g<sup>-1</sup>(FW),说明不同岩生植物之间 CA 活力相差很大。

(2)6 种植物基部的表层土壤中均检测到了不同程度的 CA 活性,其中银叶真藓表层土壤 CA 活性最高,为 101.81 U · g<sup>-1</sup>(干土),美灰藓表层土壤 CA 活性最低,为 15.95 U · g<sup>-1</sup>(干土),土壤 CA 活性高低顺序为:银叶真藓>扭口藓>东亚砂藓>穗枝赤齿藓

>地衣>美灰藓。

(3)6 种石生植物碳酸酐酶活性与土壤全磷、石砾含量之间呈极显著的正相关 ( $P < 0.01$ )。土壤 CA 活性与全钾,全钾与石砾含量之间呈极显著的正相关 ( $P < 0.01$ )。说明石生植物及其基部土壤 CA 活性与土壤的理化性质之间存在相关性,其内在的关联机制有待进一步深入研究。

### 参考文献

- [1] Smith K S, Ferry J G. Prokaryotic carbonic anhydrases[J]. FEMS Microbiology Reviews, 2000, 24: 335-366.
- [2] 刘再华. 碳酸酐酶对碳酸盐岩溶解的催化作用及其在大气 CO<sub>2</sub> 沉降中的意义[J]. 地球学报, 2001, 22(5): 477-480.
- [3] Li W, Yu L J, Wu Y, et al. Enhancement of Ca<sup>2+</sup> release from limestone by microbial extracellular carbonic anhydrase [J]. Bioresource Technology, 2007, 98: 950-953.
- [4] Xiao L, Hao J, Wang W, et al. The up-regulation of carbonic anhydrase genes of *Bacillus mucilaginosus* under soluble Ca<sup>2+</sup> deficiency and the heterologously expressed enzyme promotes calcite dissolution[J]. Geomicrobiology Journal, 2014, 31(7): 632-641.
- [5] Li W, Yu L J, Wu Y, et al. D X. Enhancement of Ca<sup>2+</sup> release from limestone by microbial extracellular carbonic anhydrase [J]. Bioresource Technology, 2007, 98: 950-953.
- [6] 李为, 贾丽萍, 余龙江, 等. 小同种类微生物及其碳酸酐酶对土壤-灰岩系统钙镁锌元素迁移作用的土柱模拟实验研究[J]. 土壤, 2007, 39(3): 453-459.
- [7] 丁丽君, 连宾. 碳酸酐酶微生物风化试验研究[J]. 中国岩溶, 2008, 27(3): 197-200.
- [8] Li W, Zhou P P, Jia L P, et al. Limestone dissolution induced by fungal mycelia, acidic materials, and carbonic anhydrase from fungi[J]. Mycopathologia, 2009, 167: 37-46.
- [9] Zhang Y M, Cao T Pan B R. A review on the studies of bryophyte ecology in arid and semi-arid areas[J]. Acta Ecol Sin, 2002, 22(7): 1129-1134.
- [10] 张朝晖. 贵阳市苔藓植物的生物岩溶溶蚀初探[J]. 贵州师范大学学报: 自然科学版, 2010, 28(4): 140-143.
- [11] 曹建华, 袁道先. 石生藻类、地衣、苔藓与碳酸盐岩持水性及生态意义[J]. 地球化学, 1999, 28(3): 248-255.
- [12] Jiang Z C, Yuan D X. CO<sub>2</sub> source-sink in karst processes in karst areas of China[J]. Episodes, 1999, 22(1): 33-35.
- [13] 吴沿友, 李西腾, 郝建朝, 等. 不同植物的碳酸酐酶活力差异研究[J]. 广西植物, 2006, 26(4): 366-369.
- [14] 中国科学院昆明植物研究所. 苔藓植物 苔纲 角苔纲[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [15] 中国科学院昆明植物研究所. 云南植物志[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [16] 中国科学院昆明植物研究所. 云南植物志[M]. 北京: 科学出版

- 社, 2005.
- [17] Brownell, P F, Bielig, L M, Grof, C P L. Increased Carbonic Anhydrase Activity in Leaves of Sodium-Deficient  $C_4$  Plants[J]. *Functional Plant Biology*, 1991, 18(6):589-592.
- [18] 郝建朝, 吴沿友, 连宾, 等. 土壤多酚氧化酶性质研究及意义[J]. *土壤通报*, 2006, 37(3):470-474.
- [19] 吴沿友, 吴德勇, 张红萍, 等. 大豆子叶中的碳酸酐酶活性和光合特性研究[J]. *河南农业科学*, 2007(2):43-45.
- [20] Stark D D, Moss A A, Brasch R C, et al. Neuroblastoma: diagnostic imaging and staging.[J]. *Radiology*, 1983, 148(1):101-512.
- [21] 张显强, 曾建军, 谌金吾, 等. 石漠化干旱环境中石生藓类水分吸收特征及其结构适应性[J]. *生态学报*, 2012, 32(12):3902-3911.
- [22] 刘再华, 袁道先. 中国典型表层岩溶系统的地球化学动态特征及其环境意义[J]. *地质论评*, 2000, 46(3):324-327.
- [23] Mayaba N, Beckett R P. Increased activities of superoxide dismutase and catalase are not the mechanism of desiccation tolerance induced by hardening in the moss *Atrichum androgynum* [J]. *Journal of Bryology*, 2003, 25(4):281-286.
- [24] 陈朝辉, 方国祥. 岩溶山区土壤形成机制与石山改造利用[J]. *中国岩溶*, 1997, 16(4):393-396.
- [25] 杨胜天, 朱启疆. 论喀斯特环境中土壤退化的研究[J]. *中国岩溶*, 1999, 18(2):169-176.
- [26] 曹建华, 潘根兴, 袁道先. 柠檬酸对石灰岩溶蚀动力模拟及岩溶意义[J]. *中国岩溶*, 2001, 20(1):1-4.
- [27] Smith K S, Jakubzick C, Whittam T S, et al. Carbonic anhydrase is an ancient enzyme wide spread in prokaryotes.[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 1999, 96(26):151-849.

## Carbonic anhydrase activity of six epilithic mosses and their underlying soil in the Puding karst area, Guizhou Province

LIU Tianlei<sup>1</sup>, CONG Chunlei<sup>1</sup>, HU Dan<sup>1</sup>, WANG Shijie<sup>2</sup>, ZHANG Xianqiang<sup>1,2</sup>

(1. Anshun University, Anshun, Guizhou 561000, China;

2. State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang, Guizhou 550002, China)

**Abstract** The samples of six moss plants include *B. argenteum*, *B. unguiculata*, *E. julaceum*, *E. leptothollum*, *R japonicum* and *T vermicularia* were collected from the karst rock desertification area in Puding of Guizhou, as the objects of this study. The carbonic anhydrase (CA) activity of the epilithic plants and the matrix of soil was studied, from which the analyses of bio-karst mechanism and governance of ecological environments in karst rocky desertification areas can be performed. The results show that there are some differences in carbonic anhydrase activity of six epilithic plants. The *E. leptothollum* is highest, reaching  $272.99 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1}$  (FW), while the minimum is  $33.45 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1}$  (FW) in *R. japonicum*. The *B. argenteum* base soil CA activity ( $101.81 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1}$  (dry soil)) is the highest. The *E. leptothollum* is  $15.95 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1}$  (dry soils) as the lowest. It could be concluded that CA activity has positive correlations with plant and soil carbonic anhydrase content of total phosphorus, kalium, gravel and soil moisture, respectively.

**Key words** rock desertification in karst areas, epilithic mosses, carbonic anhydrase, underlying soil

(编辑 张玲)