

# 马桑根瘤的固氮活性与呼吸强度

杨忠<sup>1)</sup> 刘国凡 邓廷秀

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所, 成都, 610041)

**提 要** 马桑 *Coriaria sinica* 根瘤固氮与呼吸作用具有一定的依赖关系, 根瘤的二氧化碳呼出量与乙烯生成量之日平均比值( $\text{CO}_2 : \text{C}_2\text{H}_4$ 值)为  $6.263 \pm 1.202$ , 此值在一定程度上反映了固氮对能量的需求, 但受土壤温度和湿度的影响而变化甚大。

**关键词** 马桑根瘤 固氮活性 呼吸强度 土壤温度 土壤含水量

非豆科植物根瘤固氮作用与呼吸作用具有一定的依赖关系, 香杨梅 *Myrica gale* 根瘤固氮活性季节变化模型与呼吸强度季节变化模型相似, 而根瘤二氧化碳( $\text{CO}_2$ )呼出量与乙烯( $\text{C}_2\text{H}_4$ )生成量的摩尔比值 4.0—6.5, 年平均值 4.9<sup>[1]</sup>, 但这方面还缺乏更多树种的研究资料, 现以马桑 *Coriaria sinica* 根瘤固氮活性与呼吸作用的关系, 来探讨非豆科植物根瘤固氮过程中的能量消耗。

## 一、研究材料和方法

研究材料采用一年生盆栽马桑幼苗, 取瘤迅速测定呼吸强度, 然后测定固氮活性, 重复 4—5 次, 以鲜瘤重计算根瘤呼吸强度和固氮活性。

固氮活性用乙炔还原法测定<sup>[2]</sup>, 反应瓶内乙炔含量 6%, 反应 1 小时, 注入饱和盐水终止反应, 用上海分析仪器厂产 103 型气相色谱仪、2 米 GDX-502 层析柱、氢焰检测仪检测乙烯含量, 用峰高比法计算乙烯生成量。

根瘤呼吸强度用 QGD-07 型红外线  $\text{CO}_2$  分析仪测定, 开放气路, 空气贮袋供气, 反应瓶用直径 1 厘米玻璃管切去底部, 长 5 厘米, 两头用橡皮塞塞住, 一端垫 0.5 厘米厚度的海绵, 周围放一层滤纸, 滴上少量水体, 以保持瓶内湿度, 反应瓶进气口接气源, 出气口接  $\text{CO}_2$  分析仪及气泵, 抽气测定, 每个样品重复读数 3 次。

## 二、结果和讨论

### (一) 根瘤固氮活性与呼吸强度的日变化(图 1)

1992-08-10 选取生长均良好的一年生盆栽马桑幼苗, 每隔 2 小时取样一次测定根瘤固氮活性与呼吸强度, 以研究根瘤固氮活性与呼吸强度之日动态和固氮的能量消耗。

由图 1 可见, 在一天内根瘤固氮活性变化趋势与根瘤呼吸强度变化趋势十分相似: 白

1) 1993 年 6 月硕士研究生毕业, 留原单位工作。

本文收稿日期: 1993-06-11。

天呼吸作用增强,固氮活性升高;夜间呼吸强度减弱,固氮活性降低.这说明了根瘤固氮对呼吸作用的依赖关系.

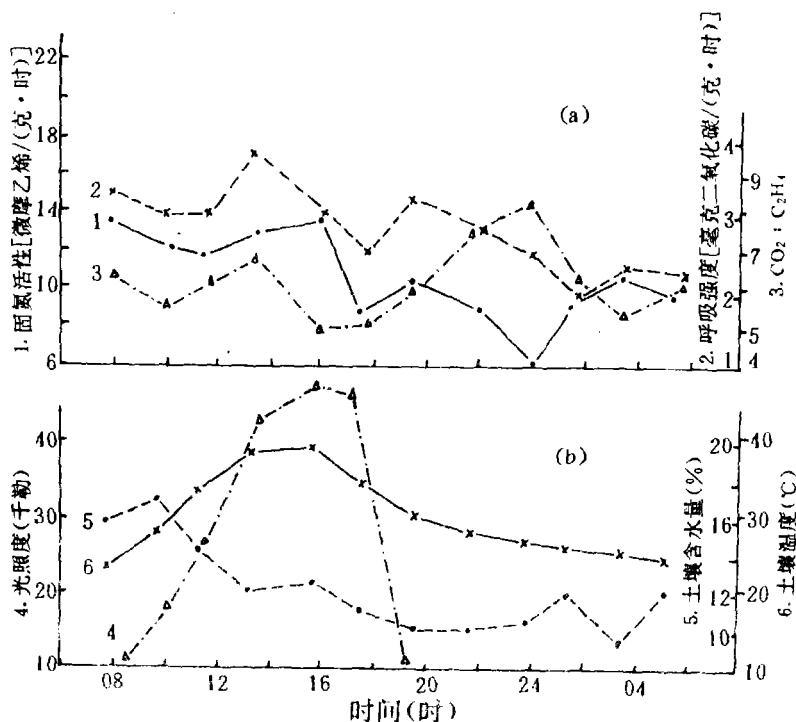


图1 马桑根瘤的固氮活性与呼吸强度之日变化(1992-08-10-11测定)

Fig. 1 Diurnal pattern of nodule  $N_2$ -fixing activity and respiration in *Coriaria sinica* seedling on August 10, 1992

根瘤二氧化碳呼出量与乙烯生成量之比(即  $CO_2 : C_2H_4$ ),在一定程度上反映了固氮对能量的需求.从图1可看出,一天之内除个别点变化幅度较大外, $CO_2 : C_2H_4$ 值一般5—7,日平均比值  $6.263 \pm 1.202$ ,这与其他固氮树种相似<sup>[3]</sup>,进一步揭示了固氮对能量的需求.

## (二)不同土壤温度下根瘤的固氮活性与呼吸强度(图2)

将盆钵底孔密封,置于埋入土中的温度控制水盆内,处理5小时后,测定根瘤的固氮活性和呼吸强度.水盆温度用开水和冰块加以调节,保持盆钵内土壤温度变幅 $<2^\circ C$ ,重复4次.

由图2可见,在测定温度( $15-35^\circ C$ )范围内,根瘤呼吸强度随温度的升高而升高,而对固氮活性的最佳温度为 $22-27^\circ C$ ,温度过高或过低均不利于固氮.在不同土壤温度条件下,根瘤的固氮活性与呼吸强度之变化不同,这可能是由固氮酶体系与呼吸酶体系对温度变化的反应不同所致.

在不同土壤温度条件下, $CO_2 : C_2H_4$ 值变化较大, $25^\circ C$ 时  $CO_2 : C_2H_4$ 值最小,温度过高或过低均会引起  $CO_2 : C_2H_4$ 值的大幅度变化.

## (三)不同土壤湿度时根瘤的固氮活性与呼吸强度

选取土壤湿度一致的盆钵进行水分控制处理,处理分为四级:一级是浇水达到饱和含水量;二级是保持土壤较湿状态;三级是保持土壤湿度适中;四级是浇水后让土壤自然干燥至接近凋萎湿度,重复4次,处理六天后测定根瘤的固氮活性和呼吸强度(附表)。

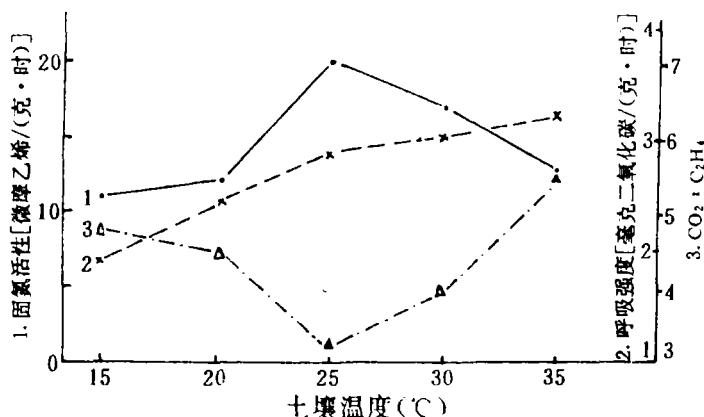


图2 不同温度条件下马桑根瘤的固氮活性与呼吸强度

Fig. 2 N<sub>2</sub>-fixing activity and respiration of *Coriaria sinensis* nodule under different soil temperature

附表 不同含水量土壤上马桑根瘤的固氮活性与呼吸强度

Table N<sub>2</sub>-fixing activity and respiration of *Coriaria sinensis* under different soil moisture

土壤含水量 (%)	固氮活性 [微摩尔乙炔/(克·时)]	呼吸强度 [毫克二氧化碳/(克·时)]	CO <sub>2</sub> : C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> 值
10.12	4.974 ± 1.176	2.126 ± 0.077	8.828 ± 0.375
15.99	12.566 ± 3.493	3.570 ± 0.409	7.713 ± 1.144
25.29	10.484 ± 4.293	3.367 ± 0.295	6.116 ± 1.370
32.16	4.318 ± 2.441	1.773 ± 0.247	8.135 ± 1.086

为进一步探讨不同土壤湿度时根瘤固氮活性与呼吸作用的关系,以21盆不同土壤湿度的幼苗测定根瘤的固氮活性和呼吸强度,兹以根瘤的固氮活性、呼吸强度和 CO<sub>2</sub> : C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 为因变量  $y$ ,土壤含水量为自变量  $x$ ,拟合  $y$  与  $x$  间的回归关系(图3),得

$$\text{固氮活性} \quad y = -32.565 + 5.96x - 0.233x^2 + 0.0026x^3, \quad (1)$$

$$R(\text{单相关系数}) = 0.75, F = 22.45, Se(\text{标准误差}) = 3.690.$$

$$\text{呼吸强度} \quad y = -7.907 + 1.746x - 0.819x^2 + 0.0012x^3, \quad (2)$$

$$R = 0.68, F = 14.80, Se = 0.797.$$

$$\text{CO}_2 : \text{C}_2\text{H}_4 \quad y = 18.092 - 1.153x + 0.0257x^2, \quad (3)$$

$$R = 0.71, F = 15.24, Se = 1.405.$$

由图3可见,根瘤的固氮活性随土壤含水量不同的变化与呼吸强度随土壤含水量不同的变化相似,而根瘤固氮活性和呼吸作用的最佳土壤含水量分别为15—22%和12—20%,土壤含水量过高或过低均会引起根瘤固氮活性和呼吸强度的大幅度降低。

CO<sub>2</sub> : C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 值随土壤含水量不同的变化较大,土壤含水量20—25%时 CO<sub>2</sub> : C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 值最低,土壤含水量过高或过低亦均会引起 CO<sub>2</sub> : C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 值大幅度变化。

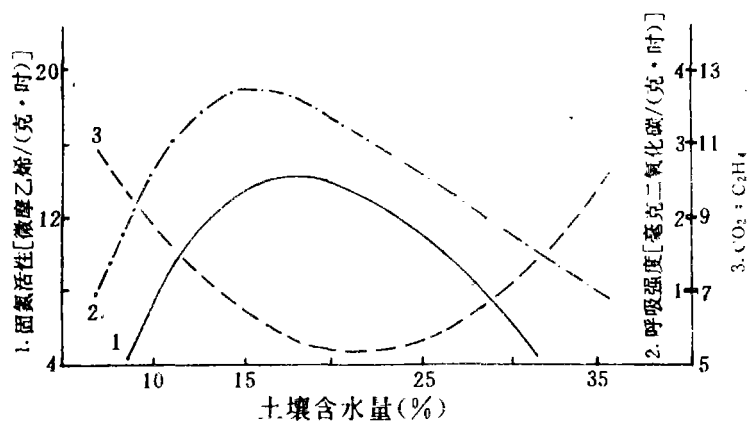


图3 不同土壤含水量时马桑根瘤的固氮活性与呼吸强度

Fig. 3  $N_2$ -fixing activity and respiration of *Coriaria sinica* under different soil moisture

综上所述,马桑根瘤的固氮活性与呼吸作用有一定的依赖关系.根瘤的  $CO_2 : C_2H_4$  值在一定程度上反映了固氮对能量的需求.但这只是一种基本概算,因为呼吸释放的能量除供给固氮作用的需求外,还用于维持共生体生命活动的需要.再则,由于固氮酶和呼吸酶对土壤温度和湿度变化反应的不同,在不同的土壤水热条件下,根瘤的  $CO_2 : C_2H_4$  值变化较大,所以在用  $CO_2 : C_2H_4$  来探讨固氮对能量需求问题时,应选择适宜的土壤条件.

### 参 考 文 献

- [1] Schinzer, C. R., Tjepkema, J. D., 1993, Seasonal pattern of energy use, respiration and nitrogenase activity in root nodules of *Myrica gale*. *Canadian Journal of Botany*, 61, 2937—2942.
- [2] 伯杰森, F. J. (陈冠雄等译), 1987, 生物固氮研究方法, 北京: 科学出版社, 第 93—116 页.
- [3] Tjepkema, J. D., et al., 1986, Physiology of actinorhizal nodules. *Annual Review of Plant Physiology*, 37, 209—232.

## N<sub>2</sub>-FIXING ACTIVITY AND RESPIRATION OF CORIARIA SINICA NODULE

Yang Zhong Liu Guofan Deng Tingxiu

(Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences

& Ministry of Water Conservancy, Chengdu, 610041)

### Abstract

The diurnal pattern of nodule respiration (CO<sub>2</sub> evolution) in *Coriaria sinica* is similar to that for N<sub>2</sub>-fixing activity. The nodule respiration and N<sub>2</sub>-fixing activity increase at day and decrease at night resulting in a constant ratio of nodule respiration (CO<sub>2</sub> evolved) to nitrogen fixed (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> reduced) at level 5—7 with an diurnal value of  $6.263 \pm 1.202$ , which reflect the energy cost for nitrogen fixation to some extent.

Soil temperature and moisture affect the ratio of CO<sub>2</sub> to C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> greatly, higher or lower soil temperature and moisture result in a great change of the ratio, with the optima around 25 °C and 20—25%, respectively.

**Key words** *Coriaria sinica*, N<sub>2</sub>-fixing activity, respiration, soil moisture, soil temperature

## 更 正

由于敝人在校对过程中的疏忽,致使《山地研究》,1993,11(2)在出刊后,经初步审读已发现如下差错.

1. 第80页倒二行 Keyd words 应为 Key words.

2. 第101页文章题名中 广市元 应为 广元市.

特此更正,并向作者和读者深表歉意.

责任编辑 石林