

# 七子花土壤微生物数量及呼吸速率的季节动态\*

张崇邦 金则新 柯世省 王锦文

(浙江省台州学院生物系 临海 317000)

**摘要:** 研究濒危植物七子花群落土壤微生物的生长及其呼吸速率的季节动态, 结果表明: 根际土壤细菌、放线菌, 根围土壤细菌、真菌、放线菌的数量和土壤总呼吸速率具有相似的季节变化规律: 全年呈单峰曲线变化, 最大值均出现在9月份, 但根际土壤真菌数量的最大值出现在10月份。土壤微生物数量受土壤含水量和温度的影响较大; 土壤总呼吸速率不仅与土壤含水量和温度存在密切关系, 而且与土壤微生物数量显著相关, 土壤微生物是土壤总呼吸的重要承担者。

**关键词:** 七子花群落, 土壤微生物, 土壤总呼吸速率

**中图分类号:** Q93    **文献标识码:** A    **文章编号:** 0253-2654 (2003) 04-0006-04

## THE SEASONAL DYNAMICS OF SOIL MICROBIAL NUMBER AND RESPIRATION RATE IN *HEPTACODIUM MICONIODES* COMMUNITY

ZHANG Chong-Bang JIN Ze-Xin KE Shi-Xing WANG Jing-Wen

(Department of Biology, Taizhou College, Linhai 317000)

**Abstract:** The seasonal dynamics of the soil microbial growth and soil net respiration rate were studied in the imminent *Heptacodium miconioides* community. The results indicate that the numbers of bacteria and actinomycetes of rhizosphere soil or that of bacteria, fungi and actinomycetes of non-rhizosphere soil as well as net respiration rate of soil maintain similar seasonal dynamics in which display mono-peak curves and their biggest values occur in September, but the biggest number of fungi of rhizosphere soil is in October. The microbial numbers of soil, especially that of soil fungi, are greatly affected by the water content and temperature of soil. The net respiration rate of soil closely relate not only with the water content and temperature of soil, but also with the soil microbial numbers of non-rhizosphere soil which are mostly responsible for the net respiration rate of soil.

**Key words:** *Heptacodium miconioides* community, Soil microorganism, Net respiration rate of soil

七子花 (*Heptacodium miconioides*) 为落叶小乔木, 属忍冬科的单型属植物, 为我国特有种, 是我国首批重点保护的2级植物。1992年列入中国生物多样性保护行动计划优先保护植物物种名录<sup>[1]</sup>。此种珍贵、罕见, 已濒临灭绝, 现仅在浙江省的天台山和括苍山有典型分布。但由于人们对七子花物种生态价值的认识不足, 在该地区也有一定程度的破坏。为了避免七子花这一珍稀物种的灭绝, 前人曾对七子花的分布特性, 群落结构及其生理生态特性进行了一些研究<sup>[2-4]</sup>, 而对七子花生长的土壤环境了解甚少。为此, 从2000年开始, 我们对七子花群落土壤微生物的生长及土壤代谢活性进行了较系统地研究, 以便为全面认识七子花生长的生态条件及其人工引种栽培和驯化提供理论依据。

\* 浙江省自然科学基金资助项目 (No. 399203)

浙江省教委科研计划项目 (No. 19990367)

收稿日期: 2002-08-22, 修回日期: 2002-11-25

# 1 生境的自然状况与研究方法

## 1.1 样地的自然状况

天台山位于浙江省天台县境内, 1992年被定为国家级森林公园, 其森林茂密, 区系成分复杂, 生物资源比较丰富, 具有典型的亚热带山地特征。主峰华顶山海拔高度1,098 m, 地理位置 29°15' N, 121°06' E。属亚热带季风性湿润气候, 年降水量为1,700mm, 平均相对湿度为85%以上, 年均气温为13℃, 无霜期为230d。土壤为棕黄壤。其土壤理化性质为: 容重  $1.15 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-3}$ , 孔隙度41.5%, 有机质4.9668%, 全氮0.5966%, 全磷0.0522%, 全钾0.4276%。

## 1.2 研究方法

样地设在七子花分布较集中的天台山主峰华顶山北侧的狮子岩坑, 样地内设3个样方, 每个样方面积为  $30 \times 30 \text{ m}^2$ , 每个样方内设3个样点, 按三角形排布, 取样深度为30cm, 因此所得数据为9个重复样品的平均值。自2000年3月份开始取样, 每月一次, 截止到2001年的1月份。土壤分根际和根围两种, 根际土壤来自七子花根表面系附土, 根围土壤取自远离根系土, 所有土壤分别装于聚乙烯袋和铝盒中, 带回实验室供微生物数量, 土壤环境因子分析用。

微生物数量用土壤稀释平板法<sup>[5]</sup>, 土壤呼吸速率用GXH-305型红外线CO<sub>2</sub>分析器原位连续测定<sup>[6]</sup>, 土壤含水量用烘干称重法, 土壤温度用地温计直接测量, 土壤pH用pHS-3CpH计测定, 土壤容重用环刀法, 孔隙度用容重-比重换算法。土壤肥力因素用常规土壤化学分析法<sup>[7]</sup>。

# 2 结果与分析

## 2.1 七子花根际土壤微生物的季节变化

见表1。

表1 根际土壤微生物数量和环境因子的季节变化

指 标	月 份											
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
细菌( $10^7 \cdot \text{g}^{-1} \text{ soil}$ )	0.2	0.5	0.9	1.1	2.4	9.7	4.8	0.4	0.3	0.2	0.14	0.13
真菌( $10^4 \cdot \text{g}^{-1} \text{ soil}$ )	8.6	10.7	1.85	1.98	2.34	2.84	10.6	11.7	4.25	0.86	0.58	0.32
放线菌( $10^6 \cdot \text{g}^{-1} \text{ soil}$ )	0.4	0.9	1.27	1.36	2.28	3.21	4.32	1.73	1.04	0.48	0.43	0.36
含水量(%)	34.6	48.1	64.8	64.9	65.5	68.5	70.1	58.2	54.8	53.8	40.2	35.9
温度(℃)	8.8	10.3	13.4	18.4	21.2	21.5	23.8	17.3	10.1	8.8	6.3	1.4
pH	5.93	5.91	6.33	5.98	6.16	5.80	5.51	5.96	5.84	6.04	5.58	4.46

根据表1可知, 群落根际的土壤细菌、真菌和放线菌数量在3月份均相对较少, 进入夏季以后, 随着七子花的返青, 数量逐渐增多。至9月份, 土壤细菌和放线菌数量均达到全年的最大值。9月份后, 数量又逐步下降, 1月份降到最小值。而土壤真菌数量的最大值却出现在10月份, 比细菌和放线菌数量最大值滞后1个月。10月份后, 数量开始逐渐下降。总的看来, 土壤细菌、真菌和放线菌数量全年均呈单峰曲线变化。七子花群落根际的土壤细菌、放线菌和真菌最大值出现的时间差异, 既表明了根际土壤微生物群落随着时间的变化不断地发生着演替, 也说明不同微生物区系对根际表面

营养物质的转化和利用具有一定互补性和调剂性。同时七子花群落根际的土壤细菌、真菌和放线菌所表现的这一动态规律也是与七子花的生长规律相协调的, 因为七子花的主要生长期集中在7~9月份, 9月份后则开始逐渐进入休眠期。

### 2.2 七子花根围土壤微生物的季节变化

根围土壤细菌、真菌和放线菌数量的最大值出现在9月份, 全年也呈单峰曲线变化。这说明了根围与根际的土壤细菌和放线菌数量的季节动态规律的一致性, 但根围土壤真菌数量的最大值却出现在9月份, 比根际土壤真菌数量提前1个月。造成根围与根际土壤真菌数量动态差异的确切原因, 还有待于进一步研究。但从数量上看, 除了放线菌以外, 根围土壤细菌、真菌的数量均小于根际, 这与根围、根际环境营养条件的差异有关<sup>[8,9]</sup>。

### 2.3 七子花根围与根际土壤微生物数量与环境因子的关系

见表2。

表2 根围土壤微生物, 土壤呼吸速率及主要环境因子的季节变化

指 标	月 份											
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
细菌( $10^7 \cdot g^{-1} \text{ soil}$ )	0.19	0.23	0.68	1.87	4.6	8.71	7.72	2.29	1.27	0.96	0.87	0.39
真菌( $10^4 \cdot g^{-1} \text{ soil}$ )	0.6	0.94	1.23	1.52	3.51	3.66	10.2	8.92	7.74	1.64	0.47	0.34
放线菌( $10^6 \cdot g^{-1} \text{ soil}$ )	0.32	0.56	0.75	0.87	1.59	2.04	3.60	1.11	0.67	0.37	0.32	0.27
呼吸速率( $10^2 \text{ mgCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ )	9.6	10.6	14.2	32	26.8	26.9	28.7	19.8	12.6	9.2	4.8	3.92
含水量(%)	23.2	28.5	54.2	60.1	61.5	63.9	65.1	56.8	49.5	48.2	33.9	27.6
温度( $^{\circ}\text{C}$ )	12.8	13.3	13.4	15.4	21.2	21.5	23.8	17.3	10.1	8.8	6.3	1.4
pH	5.72	5.71	5.81	5.71	5.64	5.32	4.95	5.52	5.51	5.41	5.55	5.33

根据表1和表2中的实测数据, 将根围与根际的土壤细菌、真菌和放线菌的数量分别与其土壤的含水量、温度和pH值进行回归分析, 以便了解土壤细菌、真菌和放线菌的生长与土壤的含水量、温度和pH值的关系。回归分析表明: 在根围土壤中, 细菌与根围土壤含水量相关较小 ( $R = 0.777$ , 在0.01置信水平), 与土壤温度关系密切 ( $R = 0.970$ , 在0.01置信水平); 真菌与土壤含水量、温度的关系较大, 相关系数均达到了极显著水平 ( $R_{\text{水}} = 0.857$ ,  $R_{\text{温}} = 0.931$ , 在0.01置信水平); 放线菌与土壤含水量、温度的关系相对较小 ( $R_{\text{水}} = 0.684$ ,  $R_{\text{温}} = 0.742$ , 在0.05置信水平), 三者与土壤pH值的关系均不明显。逐步回归分析模型为:

$$\begin{aligned}
 Y_{\text{菌}} &= -20.792 + 0.104X_1 + 1.144X_2 & R &= 0.980 \\
 Y_{\text{真菌}} &= -15.417 + 0.202 X_1 + 0.853X_2 & R &= 0.973 \\
 Y_{\text{放线菌}} &= 9.74 + 0.044 X_1 + 0.238X_2 & R &= 0.804
 \end{aligned}$$

$X_1$ —土壤含水量,  $X_2$ —土壤温度

在根际土壤中, 细菌与根际土壤含水量、温度的相关性显著 ( $R_{\text{水}} = 0.857$ ,  $R_{\text{温}} = 0.931$ , 在0.01置信水平); 真菌与土壤含水量、温度的相关程度不明显; 放线菌与土壤含水量、温度的关系相对细菌较小 ( $R_{\text{水}} = 0.612$ ,  $R_{\text{温}} = 0.643$ , 在0.05置信水平), 与根围土壤微生物相似, 根际土壤微生物与土壤pH值关系也不明显, 回归分析模型为:

$$\begin{aligned}
 Y_{\text{菌}} &= 12.018 + 0.211X_1 + 0.573X_2 & R &= 0.663 \\
 Y_{\text{放线菌}} &= 24.531 + 0.131 X_1 + 0.037X_2 & R &= 0.770
 \end{aligned}$$

$X_1$ —土壤含水量,  $X_2$ —土壤温度

## 2.4 七子花根围土壤呼吸速率及其与土壤微生物和环境因子的关系

由于根围土壤呼吸速率是在原位土壤表面测定的, 所得到的  $\text{CO}_2$  释放速率代表着土壤总体代谢活性, 是所有土壤生物(包括植物的根系)共同作用的结果, 但从表2中可以看出, 根围土壤呼吸速率季节动态与根围土壤微生物相似。回归分析表明: 根围土壤呼吸速率与根围土壤细菌、真菌数量均达到了极显著的相关关系 ( $R_{\text{菌}} = 0.999$ ,  $R_{\text{真}} = 0.962$ , 在 0.01 置信水平), 与放线菌的相关系数虽然相对较小 ( $R_{\text{放}} = 0.774$ ), 但在 0.01 置信水平上, 也达到了显著程度。这说明土壤微生物的生长在土壤总体代谢过程中, 具有十分重要的作用。同时回归分析也表明: 土壤呼吸速率与土壤含水量、温度也存在密切的关系 ( $R_{\text{水}} = 0.843$ ,  $R_{\text{温}} = 0.969$ , 在 0.01 置信水平), 与土壤 pH 值没有明显关系。根围土壤呼吸速率与土壤微生物、土壤含水量、温度的回归模型分别为:

$$Y_1 = 1.692 + 0.499X_1 + 0.757X_2 - 0.53 X_3 \quad R = 0.970$$

$X_1$ —土壤细菌,  $X_2$ —土壤真菌,  $X_3$ —土壤放线菌

$$Y_2 = 4.007 + 0.167 X_1 + 1.15X_2 \quad R = 0.997$$

$X_1$ —土壤含水量,  $X_2$ —土壤温度

## 3 结论

在濒危植物七子花群落的土壤中, 无论是根际微生物, 还是根围微生物都表现出较明显的季节变化规律: 全年只有一个高峰值, 根际细菌、放线菌, 根围细菌、真菌和放线菌数量最大值出现在 9 月份。根际真菌的数量最大值出现在 10 月份。这一变化规律除了与七子花的季节生长有关外, 与土壤的水热条件也存在着密切的关系, 尤其是根围土壤真菌受土壤含水量和温度的影响最大, 相关性达到了极显著水平。尽管根际与根围微生物具有相似的季节变化规律, 但在数量上, 根际细菌和真菌均高于根围, 说明了根际与根围土壤环境的较大差异。

七子花群落的土壤呼吸速率具有与土壤微生物类似的季节变化规律, 表现出较强的一致性。回归分析表明: 土壤呼吸速率与土壤微生物的数量具有极强的相关关系, 土壤微生物是土壤总体代谢的重要执行者。此外土壤的水热条件也最大程度地影响着土壤呼吸速率的季节变化。

由上述结果可知, 在濒危植物七子花群落的土壤中, 土壤的微生物及其代谢活性在 9~10 月份最旺盛, 土壤的物质转化最快, 供肥能力最强, 对七子花的繁殖最有利。

## 参考文献

- [1] 中国科学院植物志编辑委员会. 中国植物志 (72 卷). 北京: 科学出版社, 1998. 110.
- [2] 金则新. 生态学报, 1998, 18 (2): 127~132.
- [3] 金则新. 广西植物, 1999, 19 (1): 47~52.
- [4] 柯世省, 金则新, 李均敏, 等. 武汉植物学研究, 2002, 20 (2): 125~130.
- [5] 中国科学院土壤研究所微生物室. 土壤微生物研究方法. 北京: 科学出版社, 1985. 40~59.
- [6] 黄承才, 葛 莹, 常 杰, 等. 生态学报, 1999, 19 (3): 324~328.
- [7] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析. 上海: 上海科学技术出版社, 1978. 60~126.
- [7] Hanson P J, Edwards N T, Garten C T, et al. Biochemistry, 2000, 48: 115~146.
- [8] Steer J, Harris J A. Soil Biology and Biochemistry, 2000, 32: 869~878.