

# 模拟酸雨对中药基质土壤微生物的影响

张萍华<sup>1</sup>, 申秀英<sup>2</sup>, 许晓路<sup>3</sup>, 闵航<sup>1</sup>, 应君焕<sup>2</sup>

(1. 浙江大学生命科学学院, 浙江 杭州 310029; 2. 浙江师范大学化学与生命科学学院, 浙江 金华 321004;  
3. 绍兴文理学院, 浙江 绍兴 312000)

**摘要:**用不同 pH 值(2.5~5)的模拟酸雨处理中药植株白术、元胡、贝母及其基质土壤,测定土壤中微生物的数量。结果表明,各处理 pH 的模拟酸雨都能抑制细菌、放线菌的生长,其数量随着酸雨 pH 的降低而不断减少;真菌的数量随酸雨 pH 的降低呈现先升高后下降的趋势,当 pH 为 2.5 时,真菌的含量最低。

**关键词:** 模拟酸雨; 中药; 细菌; 放线菌; 真菌; 土壤肥力

**中图分类号:** X517, S154.36      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1672-2043(2004)02-0281-03

## Influence of Simulated Acid Rain on the Biomass of Soil Microbes in Chinese Medicine Base

ZHANG Ping-hua<sup>1</sup>, SHEN Xiu-ying<sup>2</sup>, XU Xiao-lu<sup>3</sup>, MIN Hang<sup>1</sup>, YING Jun-huan<sup>2</sup>

(1. College of Life Science, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China; 2. College of Chemistry and Life Science, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China; 3. Shaoxing College of Arts and Sciences, Shaoxing 312000, China)

**Abstract:** Using different pH value (2.5~5.0) solutions to simulate acid rain on three Chinese medicine (Atractylodes macrocephala Koidz, Corydalis yanhusuo W. T. Wang ex Z. Y. Wu, and Fritillaria thunbergii Miq.) and their host soil, the biomass of bacteria, actinomycetes and fungi were measured. The results indicated that the growths of bacteria and actinomycetes in the soil growing Chinese medicine were restrained and the number of them decreased with the decline of pH value in simulated acid rain. However, the number of fungi went up with the decline of acid rain pH firstly, then decreased, with the least number of fungi occurred in simulated acid rain with pH2.5.

**Keywords:** simulated acid rain; Chinese Medicine; bacteria; actinomycetes; fungi; soil fertility

浙江金华的东阳、磐安为药材之乡,种植多种中药材,其中著名的“浙八味”的白术、元胡、浙贝母的种植面积分别占全国的 20%,30% 和 45% 之多。而金华的酸雨污染较为严重,金华市于 1998 年 1 月被定为酸雨控制区,其所辖各县市均出现酸雨污染,酸雨率为 33.3%~95.5%<sup>[1]</sup>,2002 年 pH 值最低达 3.93。

酸雨导致土壤酸化,影响土壤微生物的群落结构,而土壤微生物种群、数量与土壤肥力相关<sup>[2~4]</sup>,故酸雨对中药的生长会产生一定的影响,为此选择中药种植地土壤为研究对象,应用模拟酸雨来探测酸雨对中药种植地土壤微生物数量的影响,以期有效防治土壤酸化及对中药生长的影响提供基础资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试土壤

采自金华田间土壤,其主要理化性质见表 1。

### 1.2 供试中药

元胡块根、贝母鳞茎和白术术栽均购自产地磐安,盆栽培养,栽培盆置放在通风的塑料棚里,以消除天然降水的影响。

### 1.3 模拟酸雨的配制与处理

根据金华市 2002 年酸雨各成分比例配制模拟酸雨母液,用自来水(pH=6)稀释,并用硫酸:硝酸=4:1(单位:mg·L<sup>-1</sup>)的混合液调 pH 值分别为 2.5, 3.5,4.5,5 等 4 个梯度。用此梯度酸雨定期喷洒植株与土壤基质,处理 2 个月,以喷洒自来水作为对照,每种中药每个梯度设 5 个重复处理。

### 1.4 微生物量的测定方法

收稿日期: 2003-07-26

作者简介: 张萍华(1963—),女,浙江嵊州人,高级实验师,主要从事微生物学的研究。E-mail: zhangph63@163.com

表 1 供试土壤的理化性质

Table 1 Physical and chemical properties of the experimental soil

| pH   | 电导率<br>/ $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ | 有机质<br>/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ | 全 P<br>/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ | 有效 P<br>/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ | 全 N<br>/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ | 有效 N<br>/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ | 全 K<br>/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ | 速效 K<br>/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ |
|------|---------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 7.44 | 61.3                                        | 18.26                                    | 0.37                                     | 43.86                                     | 1.06                                     | 72.44                                     | 7.64                                     | 100                                       |

采集表层以下土壤,细菌、放线菌、真菌的菌落数用稀释平板法测定<sup>[5]</sup>;放线菌、真菌生长量的测定采用液体振荡培养测菌丝湿重法<sup>[6]</sup>;细菌采用牛肉膏蛋白胨培养基,放线菌采用高氏 1 号培养基,真菌分别采用孟加拉红琼脂培养基和察氏培养基<sup>[7]</sup>。

1.5 结果统计分析

菌落计数: 1 g 干土中的菌数 = 菌落平均数 × 稀释倍数 / 干土%<sup>[5]</sup>。

菌丝湿重的计算公式: 菌丝湿重( $\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$  干土) = 菌丝湿重平均数 × 稀释倍数 / 干土%。

检验方法: 各处理与对照之间的差异采用 *t* 检验法。

2 结果与分析

2.1 模拟酸雨对细菌数量的影响

经不同 pH 的模拟酸雨处理后土壤中细菌数量的变化见表 2。从表可见,虽然种植不同中药的土壤中细菌数量受酸雨影响后变化程度不同,但随着酸雨 pH 的下降,土壤中细菌数量都呈下降的趋势, pH 越低,细菌数量越少,与对照相比,差异越显著。这与大多数细菌适合在偏碱性环境中生长的特性相符合,酸雨的胁迫使细菌的生长受到抑制, pH 越低,抑制作用

越强。

2.2 模拟酸雨对放线菌数量的影响

从表 3 可见, 3 种中药基质土壤中放线菌的数量变化与细菌数量变化趋势相似,随着酸雨 pH 值的降低而降低,并且酸雨酸性越强,数量越少。这主要是因为放线菌和细菌一样,适宜生长在中性偏碱的土壤中。

2.3 模拟酸雨对真菌数量的影响

表 4 表明,酸雨对不同植被下真菌生长的影响不尽相同,但 3 种中药基质土壤真菌数量随酸雨 pH 的降低都呈现出先升高后降低的趋势,当 pH 等于 2.5 时数量最低。这一方面是因为真菌适合在偏酸性的环境中生长,供试土壤得到适当的酸雨处理,促进了真菌的生长;另一方面是由于细菌、放线菌的生长受到酸性环境的抑制,对营养物的竞争能力下降,导致真菌成为土壤中的优势菌群。但过酸环境,又抑制了真菌的生长。

2.4 模拟酸雨对丝状菌生长量的影响

由于平板菌落计数法的结果往往偏低,且丝状菌菌落大小存在较大差异,尤其是真菌,每克土壤中的真菌菌丝长度可从数米到十公里<sup>[8, 9]</sup>,因此通过培养测定菌丝的重量更能反映出它们的生长量的变化趋

表 2 模拟酸雨处理对土壤中的细菌数量的影响( $\times 10^7$  个  $\cdot \text{g}^{-1}$  干土)

Table 2 Effect of simulated acid rain on the number of bacterial in the soil studied( $\times 10^7$  个  $\cdot \text{g}^{-1}$  dry soil)

| 酸雨 pH 值 | 白术    | 差异检验 | 元胡    | 差异检验 | 贝母    | 差异检验 |
|---------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 2.5     | 3.71  | C    | 7.71  | C    | 0.76  | C    |
| 3.5     | 5.04  | C    | 8.71  | C    | 1.15  | C    |
| 4.5     | 11.03 | B    | 18.62 | B    | 4.30  | C    |
| 5       | 20.49 | A    | 23.83 | B    | 9.07  | C    |
| CK      | 25.66 |      | 48.07 |      | 42.24 |      |

注:与对照组比较,A 表示无显著性差异;B 表示 0.05 水平显著性差异;C 表示 0.01 水平显著性差异(以下同)。

表 3 模拟酸雨对土壤中的放线菌数量的影响( $\times 10^5$  个  $\cdot \text{g}^{-1}$  干土)

Table 3 Effect of simulated acid rain on the number of actinomyces in the soil studied( $\times 10^5$  个  $\cdot \text{g}^{-1}$  dry soil)

| 酸雨 pH | 白术    | 差异检验 | 元胡     | 差异检验 | 贝母     | 差异检验 |
|-------|-------|------|--------|------|--------|------|
| 2.5   | 5.96  | C    | 38.53  | C    | 32.02  | C    |
| 3.5   | 27.75 | B    | 61.83  | C    | 61.42  | C    |
| 4.5   | 30.02 | B    | 78.60  | B    | 74.27  | C    |
| 5     | 32.52 | A    | 94.06  | A    | 91.89  | B    |
| CK    | 36.31 |      | 106.54 |      | 105.41 |      |

表 4 模拟酸雨对土壤中的真菌数量的影响( × 10<sup>4</sup> 个 · g<sup>-1</sup> 干土)

Table 4 Effect of simulated acid rain on the number of fungi in the soil studied( × 10<sup>4</sup> 个 · g<sup>-1</sup> dry soil)

| 酸雨 pH | 白术    | 差异检验 | 元胡     | 差异检验 | 贝母     | 差异检验 |
|-------|-------|------|--------|------|--------|------|
| 2. 5  | 4. 73 | A    | 8. 13  | A    | 7. 89  | B    |
| 3. 5  | 5. 33 | A    | 13. 69 | B    | 9. 56  | B    |
| 4. 5  | 6. 15 | A    | 12. 95 | B    | 13. 57 | B    |
| 5     | 5. 72 | A    | 12. 21 | A    | 15. 53 | C    |
| CK    | 4. 85 |      | 10. 48 |      | 10. 01 |      |

表 5 模拟酸雨处理对丝状菌生物量的影响(g · g<sup>-1</sup> 干土)

Table 5 Effect of simulated acid rain on the biomass of the filamentous microbe( × g · g<sup>-1</sup> dry soil)

| 酸雨 pH 值 | 放线菌    |         |        | 真菌     |        |        |
|---------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|
|         | 白术     | 元胡      | 贝母     | 白术     | 元胡     | 贝母     |
| 2. 5    | 4. 67C | 0. 36C  | 2. 09C | 2. 38A | 0. 12B | 0. 34C |
| 3. 5    | 5. 77B | 6. 56C  | 2. 64C | 2. 98A | 1. 10A | 0. 57B |
| 4. 5    | 6. 31A | 10. 63B | 2. 88C | 3. 98B | 1. 25A | 1. 17A |
| 5       | 7. 45A | 13. 17A | 3. 58C | 5. 65C | 3. 61B | 2. 04C |
| CK      | 8. 28  | 15. 27  | 6. 01  | 2. 76  | 2. 29  | 1. 14  |

势。从表 5 可见不同 pH 酸雨胁迫下放线菌、真菌的菌丝生长量存在着较大的差异,放线菌的生长量随 pH 的降低而降低,而真菌的生长量有一个先升高后降低的趋势,从整体上看,变化趋势与平板培养测菌落的数据存在着较好的相关性。比较表 4、表 5 还可发现,种植不同的中药,其基质土壤受不同 pH 的酸雨胁迫后土壤中真菌数量变化不同,随着酸度的增加,相应的生物量有较大的变化。

3 结论与讨论

酸雨对不同中药种植下的土壤微生物影响程度不同,其中以种植贝母的土壤最为敏感,元胡次之,白术影响较小。但是不同中药种植下的土壤微生物变化趋势呈现相同的规律,即随着酸雨 pH 值的降低,细菌和放线菌的数量明显地减少,而真菌的数量出现由升高到下降的趋势,当酸雨 pH 为 2. 5 时 3 大类微生物的数量最低。

细菌、放线菌和真菌与土壤健全性关系密切,对生态系统的能量循环和物质转化具有重要作用<sup>[3]</sup>。土壤中的微生物以细菌数量最多,细菌占土壤微生物总量的 70% ~ 90%<sup>[10]</sup>,细菌群落内含有大量具特殊功能的生理类群,如氨化细菌、固氮菌、硝化细菌等,细菌数量的减少,直接影响这些特定生理类群细菌的数量,从而影响土壤肥力;放线菌与土壤肥力以及与植物病害防治有着更密切的关系<sup>[10]</sup>,酸雨抑制放线菌生长和繁殖,降低放线菌的生长量,导致土壤肥力的降低;真菌参与土壤有机质分解与腐殖质合成,真菌

菌丝的积累,能使土壤的物理结构得到改善,适当的酸雨能刺激真菌的生长,但当 pH 低于 3. 5 后,则抑制真菌的生长。从总体上看,酸雨引起 3 种中药土壤中微生物总量的降低,必将对基质土壤的肥力产生影响,从而会间接降低白术、元胡和贝母的产量。

本次研究的土壤虽是偏碱性土壤,对酸的缓冲能力较强,但经过短期的酸雨处理后,3 大类微生物数量却发生了显著的变化。酸雨对金华中药基质土壤的微生物的影响及后果还有待进一步深入研究。

参考文献:

[1] 申秀英,许晓路,袁向红,等. 金华市酸雨污染现状特征及成因分析[J]. 农业环境保护,2001,20(1): 41 – 44.

[2] 周崇莲,齐玉臣. 酸雨对土壤微生物活性的影响[J]. 生态学杂志,1988,7(2):21 – 28.

[3] 冯宗炜. 中国酸雨对陆生生态系统的影响和防治对策[J]. 中国工程科学,2000,2(9):5 – 11.

[4] 花日茂,李湘琼. 我国酸雨的研究进展[J]. 安徽农业大学学报,1998,25(2):206 – 210.

[5] 中国科学院南京土壤研究所微生物室. 土壤微生物研究法[M]. 北京:科学出版社,1985. 54 – 57.

[6] 方中达. 植病研究方法[M]. 北京:农业出版社,1982. 131 – 132.

[7] 沈 萍,范秀李,李广武. 微生物学实验(第三版)[M]. 北京:高等教育出版社,1999. 97 – 98.

[8] Alexander M. Introduction to Soil Microbiology. John Wiley and Sons, New York, 1977.

[9] Atlas R, et al. Microbial Ecology, Fundamentals and Applications. 3rd Edition. The Benjamin / Cummings Publishing Company. Inc Redwood City, USA. 1993.

[10] 许光辉,郑洪元. 土壤微生物分析方法手册[M]. 北京:农业出版社,1986. 102 – 110.