微生物多样性及其保育*

姜成林 徐丽华

(云南省微生物研究所 云南大学, 昆明 650091)

摘要 大量实验证明因原始环境的改变使放线菌多样性急剧减少。在对微生物资源的特点及保护微生物资源的必要性进行分析的基础上,提出了保护微生物资源及其多样性的若干措施。

关键词 微生物多样性,资源保护

Microorganism diversity and its conservation/Jiang Chenglin, Xu Lihua//CHINESE BIODIVERSITY. —1997 5(4) 276~280

It was demonstrated from numerous experiments that the diversity of Actinomycetes decreased rapidly along with the change of primeval environments. Particularity and necessity of conservation of the microbial resources and diversity were discussed in this paper.

Key words microbial diversity, resource conservation

Author's address Yunnan Institute of Microbiology, Yunnan University, Kunming 650091

微生物对人类的意义概括起来可以这样认识:

微生物作为生态系统的积极参与者,对于维持生态系统的平衡起着不可替代的重要作用。这表现在对动植物残体及其他有机物的分解等,提供动植物所需的营养和二氧化碳,合成各种物质,参与地球化学过程等。这是人类生存的基础之一;

微生物也是人类所需的各种物质的生产者。随着科学技术的进步,微生物的用途越来越广,用处越来越大。

1992年联合国环发大会通过的《生物多样性公约》(Convention on Biological Diversity)就明确指出,生物资源是指对人类有实际或潜在用途或价值的遗传资源、生物体(或其部分)、生物群体或生态系统中任何其他生物组成部分。微生物就是一类对人类既有现实价值,又有潜在价值的资源。

由于工农业、交通运输业的大规模现代化、国际化,一些国家和地区(尤其是一些发展中国家)对自然资源的过度开发和不合理利用,已经带来了严重的环境问题,大量的生物种急剧减少,迫使许多国家采取了一些保护生物种(主要是动物和植物)的措施,并制定了严厉的法规。我国政府和国内一些地区也公布了濒危动植物名录,颁布了珍稀动植物保护条例,还规定了保护的等级。但是,迄今为止,除专利菌种的保护外,尚未见到过关于保护天然微生物资源的专门法规。对天然微生物资源的保护没有采取过任何切实的措施。社会对保护天然微生物资源的必要性和紧迫性几乎没有认识。造成这种局面的原因固然跟微生物资源的特点有关。同时也跟不知道应该保护什么,如何保护有关。

自然界的微生物究竟有多少种?说法不一,尤其对未知种的估计差别很大。据统计,已知

细菌有 4800 种 ,估计可能有 4×10^4 种 ,已知种只占 12% ;已知真菌 7×10^4 种 ,估计有 150×10^4 种 ,已知种只占 5% 。这些估计可能还远远不足。微生物资源或其多样性就其整体而言 ,对人类还属未知。

经过 20 余年、行程 5×10^4 km 的考察 ,我们惊奇地发现 ,在云南省 22 个地区不同植被的土壤放线菌^[1] ,以原始森林的放线菌种类最多 ,平均分离到 9 个属 ,很多是罕见菌或称非常见菌。从哀牢山的原始森林土壤中分离到 14 个属^[2]。随着森林砍伐程度和耕作程度的增加 ,土壤放线菌的种类按次生林 ,荒地 ,旱地的顺序减少。旱地(耕作地)土壤仅平均分离到 5.4 个属 ,都是广布菌(链霉菌 ,小单孢菌 ,游动放线菌 ,诺卡氏菌 ,马杜拉放线菌)。蔬菜地因施肥水平高 ,数量大增 ,种类有所回升(表 1)。森林砍伐的直接后果之一是土壤放线菌种类的减少。这是微生物学界首次通过如此浩大持久的实验所获得的一项发现 ,有很重要的科学意义和实用价值。这个发现揭示了保护微生物资源也要保护原始森林 ,原始森林不单是最宝贵的动植物资源库、基因库 ,同样也是最宝贵的微生物资源库和基因库。但是从严格意义上讲 ,人们开发利用微生物资源时 ,土壤微生物的数量并不显得那么重要 ,因为一个种只要能找到它的一个孢子就够了 ,我们就可以在极短时间内将这个孢子增殖万万倍。

表 1 云南不同植被土壤放线菌的种类
Table 1 Composition of soil Actinomycetes in various vegetations in Yunnan

植 被 Vegetation	研究地区数 No. of plot	平均数量 Mean ($\times 1000$ /克干土) ($\times 1000$ /g. Dry soil)	平均属数 Average genus
原始林 Virgin forest	8	482.8	9.0
次生林 Secondary forest	16	1199.6	6.7
荒地 Wasteland	11	893.2	5.9
旱地 Dryland	7	1359.4	5.4
蔬菜地 Vegetable land	8	5963.1	6.5

跟动植物不一样 ,微生物是肉眼看不见的。加之自然界的微生物极大地受环境因素的影响 ,处在不断的生生死死和不停的变化之中 ,温度、湿度、酸碱、营养、空气都会极大地影响微生物的生存 ,因而有很多微生物在人们还不知道其存在之前就已经消亡了。例如一种放线菌的孢子遇水很快就萌发 ,有简单的营养就很快生长 ,马上又形成孢子 ,完成一个生活周期 ,所需时间不过几小时或一天 ;有的细菌的生活周期才 20 分钟。形成孢子标志一个生活周期的结束 ,同时也是微生物抗御恶劣环境的一种结构。而各种微生物孢子的存活期是不一样的 ,也有很多微生物不形成孢子 ,很多微生物可在极短时间增殖上亿倍 ,也可以很快死亡。空气、雨水、动植物、人、机械都可以传播微生物。在人类活动频繁的场所 ,微生物群落的变化会比较大。表 2 的实验结果证明 ,在室温保存 10 天 ,细菌的死亡率为 88% ,保存 20 天 ,99.5% 的细菌死亡 ,残存的都是长芽孢的细菌。显然死亡的主要因素是湿度降低。

在一些原始的环境里 ,微生物与环境及其他生物之间在长期演化中形成了特定的群落 ,那里的微生物群落(种类和组成)也必定比较稳定 ,年周期的变化有其规律性。不同的原始环境必然有不同的特定的微生物群落。热带原始森林和寒带原始森林的微生物群落明显不同^[2] ,热带原始湖泊与寒带原始湖泊的微生物群落也不同 ,各有各的特点。因此原始环境(包括原

始森林)对于研究微生物的种类和系统演化就具有特别重要的意义。保护原始环境不受干扰对保存、保护微生物种质资源(尤其是对其中大部分在较长时间内我们都不一定能知道的微生物)的意义远比保存、保护动植物种质资源更重要。

表 2 土样在室温保存不同时间细菌数量的变化
($10^5/\text{g wt}$)

Table 2 Variation of bacteria number in the soil with different preserving time at room temperature			
1 2 3	2 小时 2 h	10 天 10 d	20 天(死亡%) 20 d (Death %)
1	3730	8	0(100)
2	2600	603	23(99)
3	50 530	5030	150(99)
4	24 270	2690	43(99)
5	7160	2430	193(97)
平均 Mean	17 658	2152	82(99)
存活率(%) Survival rate	100	12	0.5

注: 1 保存时间 Preserving time ;
2 细菌数量 Number of bacteria ; 3 样区 Plot

菌 FL)分别死亡 0、87.8%、99.5% ,剩下的全是芽孢菌^[3]。原始环境遭到破坏的直接后果必然是大量未知菌(也可以用形容高等生物的“珍稀种”来形容)死亡,常见菌取胜,微生物群落单调化。如果原始环境破坏的结果是营养水平的增加,最大的可能仍是劣势种减少,那些生长快的菌种很快繁殖,微生物总的数量反倒会增加。这种增加对改善土壤的耕作性能有益,而对保存种源不利。我们曾经考察过云南 12 个主要大湖的水生放线菌^[4,5],其中杞麓湖、异龙湖和大屯海曾经在 1981 年干涸过 20 余天,显然水(主导因素)、气和热等环境因素大大改变,有机质的分解加速,富营养化,结果放线菌(尤其是链霉菌)的数量大大增加(近 1 个数量级),但放线菌的种类则单调化,一共才分离到 3~4 个属,它们是小单孢菌属(*Micromonospora*),链霉菌属(*Streptomyces*),诺卡氏菌属(*Nocardia*)和马杜拉菌属(*Actinomadura*),都是常见菌(表 3)。

表 3 高原湖泊的放线菌组成
Table 3 Actinomycete composition in lake on Yunnan-Guizhou Plateau

湖泊 Lakes	总数($10^5/\text{g. wt}$) Total	属数 Genus
滇池 Dianchi Lake	720	8
剑湖 Jianhu Lake	1126	8
抚仙湖 Fuxianhu Lake	340	8
程海(pH 9) Chenghai Lake	44	10
异龙湖 Yilonghu Lake	3304	4
杞麓湖 Qiluhu Lake	3542	4
大屯海 Datunhai Lake	2991	3

原始环境一旦遭到破坏,随之而来的是水、气、热和营养等的改变。其中尤以干旱对微生物的影响最大,一些无芽孢细胞和无孢子放线菌在干燥时很快死亡,那些生长速度慢,营养要求苛刻的种类(我们叫它劣势种,大部分属未知菌,分离比较困难,甚至没有试图分离过,它们的利用价值谁也不知道)必然首先遭殃。剩下的“优胜者”大多数是生长快,营养要求低,孢子化程度高的菌种。这些菌种大多数是容易分离,利用价值属大体已经了解或已经研究过,或已定名,甚至是已保存的常见菌。我们曾经对采集的土样在不同时间进行微生物计数,在室温贮存 2 h、10 d、20 d 后,细

在云南其他湖泊,我们共分离到 16 个属。依此,我们认为其他微生物也可能存在着这样的变化。20 天时间与湖泊的年龄相比只能算一瞬间,却极大地改变了湖泊水底的生态系统,而微生物生态系统的改变可能最厉害,如果仅从所谓景观生态的观点看问题,复水以后,3 个湖泊依然如故;但是从微观生态的角度看,干涸前后的 3 个湖泊已是面目全非了,即使后来又淹水不断,但微生物群落已经无法复原,

至少是干涸后的 6 年(我们是 1987 年分析的)没有复原。由此我们认识到自然界要天然产生(创造)一个生物种非常不容易!这是天然湖泊水生环境暂时变干带来微生物群落单调化、微生物种类减少的又一个明显的例证。我们设想,湖泊微生物生态系统的修复可能比原始森林快一些,原因是陆生放线菌会随雨水流入湖泊,其中一部分外来菌会逐渐变为湖泊生态系统的

一部分。

如果原始的森林砍伐以后种上人工林,也很难阻止放线菌单调化的趋势。尽管以林还林都是林,但植物种类减少(单调化)、生态环境改变(例如大气成分和土壤条件必定改变)是不可避免的;如果天然环境发生污染,有毒物质大量增加,微生物种类更会剧烈减少,剩下的必然是那些对有毒物质有抗性的微生物生存下来,微生物群落更加单调化。

还有些天然的极端环境,由于微生物长期适应的结果,那里分布着种类不一定很多,但一定很独特、代谢类型很奇异和可能很有利用价值的微生物种类,即使目前还不知道有什么利用价值,但是其理论价值是肯定的^[6],如极端嗜热菌(生存温度在 140℃)、极端嗜冷菌(在 0℃ 以下生长)、极端嗜盐、嗜碱、嗜酸菌和抗辐射菌等等。还有一些所谓绝无仅有的环境或独特的环境,例如:

1) 很多学者在黄石公园考察了好几年,分离到许多过去未知的微生物,包括嗜酸菌、嗜热菌、嗜碱菌,其中有许多产生酶和其他有用的产物的菌类。

2) Steele 等到安第斯山寻找“抗冰冻活性物质”。那里的环境,从黑夜到白天处于冻-融的极端状态,可能是提供有冻融保护机制的微生物的天然丰富来源,结果真的分离到有抗冻活性的微生物。现在在作二次评价。云南省西北部有许多雪山:玉龙雪山、哈巴雪山、白马雪山和太子雪山等,那里肯定也分布着抗冻微生物或低温微生物^[7]。

3) 得克萨斯南部的 Bracken 岩洞,每年夏天有 2000×10^4 只雌性无尾蝙蝠到这里哺育后代。几万年来,这些动物每晚估计要吃约 551 t 昆虫,其粪便层有 10 m 深,这是世界绝无仅有的独特环境,如果分析这里的微生物区系,可能会开发出完全新型的产物。我省的岩洞很多,每发现一个岩洞,人们首先考虑的是如何开发利用它的旅游价值,但几乎没有人考虑过保护它的生物资源(那里往往有奇特的动物),特别是保护微生物资源。从微生物资源的角度看,今天云南的燕子洞早已面目全非了,伴之而来的是微生物种类必定减少,这是难以补救的损失。

我们认为,微生物资源和动植物资源一样也在不断地减少,微生物资源也应该作为保护对象。当然我们不是主张一棵树都不能动,更不是反对合理开发,我们的主张是:加大对微生物资源开发的人力、智力及资金的投入,扩大其开发规模。由于人类不可能也作不到了解、保存和开发所有的生物种,故建议在今后长期保留一些有代表性的原始环境(不单单是原始森林)和绝无仅有的环境作为保存种质资源和研究的基地。

鉴于目前对于天然微生物资源的保护没有一个国家制定过专门的法规。我们有一些基本看法提供给国家和地方的物种保护机构和同行们考虑。

1) 原始森林是微生物最主要的基因库和种源库,保护原始森林也就同时保护了微生物资源本身。

2) 就总体而言,我们并不清楚微生物的分布、种类和用途(100 年后也不会完全清楚),比较保险的办法是根据不同的气候类型、地质条件、不同的生态类型和不同的植被类型,选择具有代表性的原始生境和绝无仅有的原始(有的已经不原始了)环境保护起来,使之尽量不受人类活动的影响。除了已划定的自然保护区外,还应划定一些独特的原始环境,如云南的芦荟湖、碧塔海等高山湖泊,低纬度热带湖泊如 150 m 深的抚仙湖,各种类型的温泉、矿泉、火山口、溶洞、雪山、冰川,外省的盐湖、天池,负海平面极热地区等等,作为原始生态保护区,尽量使这些环境保持原始状态。这种“圈地运动”必定有助于研究微生物的资源家底及生物进化,保护种质资源。

3) 统一规划,在少而精的前提下选择典型地区,分期分批组织多学科、利用先进手段进行

微生物资源本底调查 ,同时保存已分离的菌种资源。

4)保护的目的在于利用。天然微生物资源的开发不会有“过度”和破坏环境之虞 ,矿石挖一斤少一斤 ,树砍一棵少一棵 ,天然微生物取走一个还有一个 ,天然微生物的开发对原来的环境毫无损害 ,因此对微生物资源的开发利用越多越好。

5)宣传保护原始生态环境的重要性 ,保护看得见的动植物重要 ,也要保护看不见的微生物资源。

保护原始森林可能会比保护微生物种质资源的建议好实施 ,但以保护原始环境来保护微生物资源可能难于实行。其难度首先不在于建议本身难以操作 ,而是跟目前的某些经济利益发生矛盾 ;第二 ,跟诸多事情比较“这算得了什么” ;第三 ,更难的是由于“肉眼不能看见” ,不容易形成大众意识。上述建议完全是出自从事微生物资源工作多年所了解的一些事实 ,本着对地球生灵负责的原则才提出来的。

参 考 文 献

- 1 Xu L H , Q R Li , C L Jiang. Diversity of soil Actinomycetes in Yunnan , China. *Appl. Environ. Microbiol.* , 1996 , **62**(1) 244 ~ 248
- 2 Jiang C L , L H Xu. Characteristics of the populations of soil Actinomycetes in Yunnan. *Actinomycetes* , 1990 , **2**(3) 67 ~ 74
- 3 Jiang C L , L H Xu. Isolation methods of Actinomycetes for population research. *Microbiology* , **12**(3) :1985 , 218 ~ 220
- 4 Jiang C L , L H Xu. Diversity of aquatic Actinomycete in lakes of the middle plateau , Yunnan , China. *Appl. Environ. Microbiol.* , 1996 , **62**(1) 249 ~ 253
- 5 姜成林 ,徐丽华. 云南高原湖泊放线菌区系及资源的研究. *微生物学报* ,1989 **29**(1) :7 ~ 14
- 6 Jiang C L. L H Xu. Actinomycete diversity in unusual habitats. *Actinomycetes* , 1992 , **4**(2) :47 ~ 57
- 7 姜成林 ,徐丽华 ,郭光远. 云南若干地区土壤放线菌区系及资源考察 V. 高寒山区的放线菌微生物学报 , 1988 **28**(3) :198 ~ 205

欢迎订阅 1998 年《中国中医基础医学杂志》

《中国中医基础医学杂志》是由中国中医研究院基础理论研究所主办的国家级杂志。其宗旨是 :突出中医药特色 ,坚持科学性、学术性、先进性。立足基础医学专业 ,兼顾临床基础研究。该刊设有 :专家论谈 ,中医基本理论 ,中医病因病机 ,中医辨证 ,中医藏象 ,中医诊法 ,中药学基础 ,中医工程学基础 ,中医临床学基础 ,中医科研思路与方法 ,中药科研管理 ,中医多学科研究 ,及书讯等。该刊为月刊 ,邮发代号 18 - 215。大 16 开本 ,每期定价 5.6 元 ,年价 67.2 元。

编辑部地址 :100700 北京东直门内北新仓 18 号。

欢迎订阅 1998 年《植物保护》

《植物保护》是中国植物保护学会主办的技术类刊物 ,主要刊登植物病、虫、草、鼠等害的发生与防治、新农药、药械及现代植保科学的基础理论研究与发展新动向。该刊为双月刊 ,16 开本 ,56 页。每期定价 4.00 元 ,全年 24 元。国内外公开发行 ,国内邮发代号 2 - 483。漏定者可直接寄款到我部订购。

地址 :100094 北京圆明园西路 2 号 ,中国农业科学院植物保护研究所 ,电话 (010) 62581177 - 2117。