

为 23.7—39.3%，试验组为 60.0—74.8%，平均去除铅效率比对照组高出 36% 左右。这说明凤眼莲对生物塘(菌藻塘)的净化功能的强化作用是非常明显的。

### 2. 凤眼莲对铅镉的吸收积累能力

根据本试验的实测数据,在 5 ppm 铅、镉浓度中,每 kg 干重凤眼莲在 5—7d 内可以吸收铅 3.972 g、镉 3.225 g。若以每亩年产  $5 \times 10^4$  kg 新鲜凤眼莲计算,可以从废水中去除 11.92 kg 铅、9.68 kg 镉。

由此可见,凤眼莲对去除铅、镉废水,特别对那些大量低浓度的重金属废水净化具有重要的实际应用价值。

## 三、存在的问题

1. 应用凤眼莲净化铅、镉废水的重要障碍之一是富集了这些有毒金属的植物的处理和利用问题。根据本试验结果,铅、镉绝大部

分被积累在根中,若能采取措施将根叶分开,叶子可沤肥,用作苗圃等施肥,从而减少或避免铅、镉沿食物链进行转移。

2. 用凤眼莲作为工业原料(如造纸)发酵产生沼气等,以延长铅、镉在生态系统中的转运周期,减少对人体危害。

3. 对凤眼莲的综合利用与物料平衡等问题尚待进一步研究。

## 参 考 文 献

- [1] Wolverton, B.C. et al., *NASA tech. Memo.* TM-X-72726, (1975).
- [2] 小林登史夫等,化学与生物, **18**(4): 231, (1980).
- [3] 张信之等,西安环境保护, **1**: 25, (1978).
- [4] 周鸿等,环境科学学报, **3**(3), 222, (1983).
- [5] Foy, C. D. et al., *Annu. Rev plant physiol.* **29**, 511(1978).
- [6] 刘金林,中国环境科学, **5**(2): 25(1985).
- [7] Wolverton, B. C., *Eco. Bot.*, **36**, 373, (1982).

(收稿日期: 1988年7月6日)

# 青岛海滨疗养区环境噪声中的海浪声研究

陈子明 谢风明

张 宁

(青岛海洋大学物理系)

(青 岛 疗 养 院)

**摘要** 本文提出海滨疗养区环境噪声为海浪声与海浪声为 0dB 时的环境本底噪声的合成。并介绍一种调查观测和实验方法,来分析海浪声  $L'$  及其对人的影响。着重分析了疗养房间开窗期间(5—9 月份)海浪声与近岸风浪、涌浪、地形,海浪声强度、频谱与人的感受关系。研究结果表明,疗养人员对一般海况下的海浪声有好感和不受影响者在 98% 以上,影响睡眠的海浪声的发生率仅占 2% 以下。从而得出一般海浪声不应视为噪声且对人们有一定益处的结论,提出海滨疗养区环境噪声评价标准的建议。

## 一、引 言

我国有漫长的海岸线,有不少海滨是风景优美的旅游疗养地。海浪拍打沙滩或岩岸产生有节奏的海浪声,给在海边的人们愉快的感觉,而其环境噪声却超过国家关于疗养区的卫生标准。这种超标不使人们烦恼反而

受到好评并有某些实际疗效的特殊环境噪声,迄今国内尚无人研究,国外亦尚未见到有关的研究报导。

随着我国沿海地区加快发展和对外开放,不少海滨正在开辟和建设新的旅游疗养区。探讨环境噪声中的海浪声特点及其对人们的影响,认识绝大部分近岸海浪声有益无

害的作用,无疑是有积极意义的;同时对建设新的旅游疗养区的环境噪声预评价和区域内楼房的方位设置有一定实际意义。

海滨疗养区环境噪声可表示为:

$$L = L_0 + L'$$

其中:  $L_0$  为近岸海域 0 级海况时的环境噪声 (dB);  $L'$  为海浪声 (dB)。

0 级海况(风、涌均为 0 级,  $L' = 0$ )时,相当于内陆疗养区的环境。

海滨疗养区的海浪声与近岸波浪运动相关联,而近岸波浪与海滨带的风速、风向、风浪、涌浪和海岸构造、海岸防护建筑及海底地形等因素有关,海滨海浪声是相当复杂的。本文通过调查观测方法来研究  $L'$  及其对人的影响。

## 二、海滨疗养区环境噪声概况

现以青岛海滨疗养区为对象进行研究。青岛八大关(含太平角,下同)是著名的疗养避暑胜地。八大关疗养区海岸线形状复

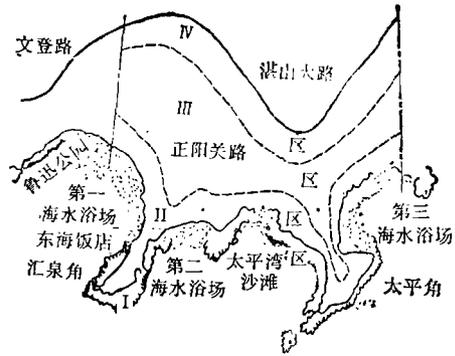


图 1 青岛八大关海滨疗养区示意图

杂,东、南、西三面临海。海岸由曲折岩岸和沙岸组成,湾内有第一、二、三沙质海水浴场及太平湾,北侧以湛山大路为界与其他功能区相邻。沙滩岸长约占 60%,临海而建的疗养楼房约 70% 近沙滩岸。整个区域可分为靠岸区 I、近岸区 II,中部区 III 和边远区 IV; I 区又可为岩石岸区和沙滩岸区,见图 1。其环境噪声分布如表 1。

表 1 疗养区内不同区域的环境噪声

区域		声级 [dB(A)]		$L_0$		$L_{20}$		$L_1$		$L_{eq}$	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间		
靠岸区 I 0—40 (m)	岩石岸	51/40	39/31	54/44	42/32	57/52	45/34	55/45	42/33		
	沙滩岸	48/40	40/31	52/44	44/33	56/52	47/34	53/45	44/34		
近岸区 II 40—200 (m)*	岩石岸	45/40	34/31	47/46	36/34	53/52	39/37	51/49	38/35		
	沙滩岸	44/40	34/30	46/47	37/34	54/52	40/37	49/48	39/35		
中部区 III 150—400		41	32	45	35	51	39	46	37		
边远区 IV 300—700		49	33	55	38	58	45	56	41		
整体区域		46	35	49	39	56	42	52	40		

\* 此处以海岸高潮水线为 0 起算。

表 1 中“/”线下边为 0 级海况“低潮时”的声级值。可见 0 级海况时, I、II 区夜间相当安静,昼间主要是游人在海边活动所致。“/”线上边为一般海况下 5—9 月份多次测量统计平均声级值。可知夜间大部分区域等效声级在 36—44 dB(A) 之间,昼间在 46—55 dB(A) 之间。由此可见由于海浪声的影响

致使海滨疗养区的环境噪声均超过国家标准。

由表 1 可知, I 区因海浪声、IV 区因靠近交通道路及其他功能区,故其噪声高; II 区因海浪声影响较明显,噪声较高; III 区交通影响甚小,海浪声影响不大(一般为 1—2 dB),所以 III 区噪声最低,夜间最低处

$$L_{eq} = 28\text{dB(A)}.$$

另外昼间岩石岸边游人活动多而噪声较高；夜间 0—2 级海况时，沙滩岸有周期性海浪声，岩石岸边多无声，故夜间沙滩岸噪声较高。

### 三、近岸海浪声分析

#### 1. 近岸海浪声与近岸波(风浪、涌)的关系

由于疗养区地形特点，只有南及东南、西南向产生风浪及开阔海区传来的涌时，才可能产生影响疗养区的海浪声。青岛夏季多南及偏南风，青岛海滨疗养区的地形在这期间最易产生一般海况下的海浪声。疗养区房间开窗期为 5 月下旬至 9 月末，这期间的水文、气象有关概况见表 2。不包括北及东北，西北风向的 5—9 月份近岸海况列于表 3。

由表 3 可知，5—9 月份 0—3 级海况出现的百分比为 81%，5 级海况为 1.8%，6 级

及以上海况在 2% 以下。对居住在疗养区的居民和疗养人员的调查分析(见后文)表明，5 级以上海况产生的海浪声对 I 区有较大影响，I 区中的大部分疗养人员感到影响休息和睡眠，居民因已适应而影响不大。由表 2 及表 3 可知，5—9 月间 5 级以上海况仅出现 2%。也就是说，这期间近岸风浪、涌浪等引起的海浪声对疗养区的有害影响在 2% 左右，如图 2 所示。

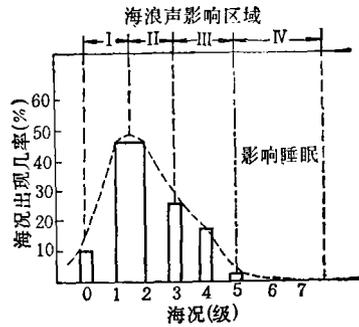


图 2 5—9 月份海况与海浪声波及区域关系

表 2 青岛 5—9 月份部分气象、水文概况 (1982—1986 年统计平均值)

月份	风		风浪向(%)		涌浪向(%)		波浪周期 (s)
	南风向*(%)	风速 (m/s)	0 向	南向**	0 向	南向**	
5	46	4.8	37	32	31	65	3.6
6	55	3.7	50	34	36	64	3.9
7	69	4.0	45	36	15	85	4.8
8	57	4.6	36	37	21	79	4.5
9	39	4.2	49	36	30	62	3.3
平均	53	4.3	43	35	27	71	4.0

\* 南风向包括东南、西南风向在内。

\*\* 南向包括东南、西南向在内。

表 3 青岛 5—9 月份海况出现百分比(%)\*(月份平均值)

月份	海况(级) (%)	海况(级)						≥7
		0	1—2	3	4	5	6	
5	12	34	23	28.3	2.7	0	0	
6	10	58	24	7.4	0.6	0	0	
7	10	46	22	20.3	1.7	0	0	
8	8	36	31.2	21	1.0	0	0.8	
9	10	54	26	8	2.0	0	0	
平均	10	46	25	17	1.8	0	0.2	

\* 1982—1986 年。不含北及东北、西北风向的海况。

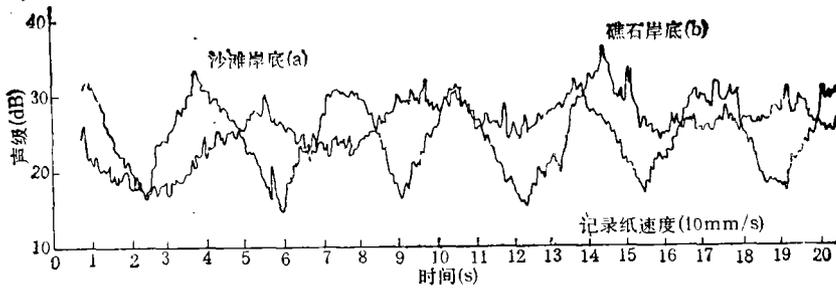


图 3 不同地形地质岸底的海浪声

### 2. 近岸海浪声与近岸地形的关系

相对于时间的近岸海浪声记录如图 3.

其中 (a) 声波的近岸条件为: 海况 3 级, 南向风速 5 m/s, 南向涌浪, 波高 0.8 m, 涨潮期, 平缓沙滩(坡度约 5%), 距高潮水线 20 m 处测点的声级值为 55—73 dB(A), 峰—谷间值 18dB, 其平均周期为 3.4 秒. 图 3(b) 线为同样海况时于岩石岸区测点记录到的海浪声波形. 可见不同地形地质岸底的海浪声是不同的.

大, 且其移向海岸的水体具有湍流特点, 2 级以下海况的波多属振波或崩波, 海浪声较小; 当 2 级以上海况的风浪或涌浪冲向岩石岸而破碎时, 则产生较强海浪声.

图 3(a) 线声波的频谱如图 4, 可见是宽频连续谱. 可知其声能主要集中在 30—12500Hz 范围内. 由于近岸海浪的复杂性和随机性, 海浪声的波面和频谱也随之而变. 但就疗养区海岸而言, 依测量数据统计表明, 5—9 月间产生类似图 3(a) 线的海浪声的几

近岸地形是影响海浪要素的主要原因之一. 根据海浪理论, 对于平缓沙滩岸坡, 在岸波爬坡中, 水底坡度不同, 波高增大不同, 但波向线变化不大, 波峰线较平直, 故这种溢波或卷波的破碎周期近似相等, 海浪声周期与岸波的破碎周期相同. 2 级以下海况也都能产生溢波或卷波. 对于岩石岸, 因岸滩复杂, 近岸波的波峰线不断弯曲, 波向发生变化, 波向线或集中或发散, 所以其海浪声周期差别

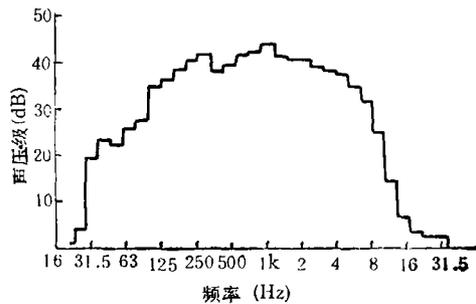


图 4 图 3 中 (a) 声波波峰时频谱

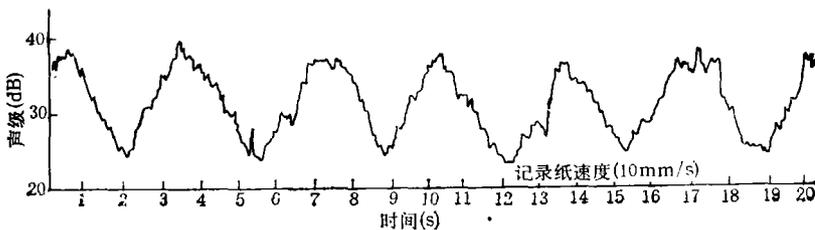


图 5 沙滩岸底之海浪声\*

\* 生成条件 海况: 五级 风速: 4 m/s 风向: 南 风浪向: 南 涌浪向: 偏南 周期: 4 s 波高: 0.6 m 记录仪输入衰减 40 dB.

率约占 70% 左右,其平均周期为 3 秒至 6 秒不等.图 5 所示为这类海浪声典型波形之一.

#### 四、疗养人员对海浪声的反应

关于疗养人员对海浪声的主观感受,采用以下方法研究.

##### 1. 普查法

发表格调查得有效表格 328 份,专访问记录 86 人,时间 1984 年 8 月—1986 年 9 月,被调查者比例为:I 区 95% (45 人),II 区 84% (271 人),III 区 28% (88 人),IV 区 8% (10 人).人员为 40 至 78 岁工作生活在全国各地的党、政、军、科技、教育、文艺界等人士,其中男 316 人,女 98 人,疗养期 2 周一 2 月.

通过对调查资料分析,表明主要是住在 I、II 区内的休养员对海浪声有明显感觉(I 区内只有两幢疗养楼房),列于表 4.

表 4 被调查休养员对海浪声的反应(I、II 区)

	初入院			一周后			有好感
	不适应	稍影响	无影响	不适应	稍影响	无影响	
人数	130	92	94	2	1	205	108
百分比 (%)	41	29	30	0.6	0.3	65	34.2

表 4 中“有好感”系指休养员对有节奏的海浪声感到“轻松愉快”、“是一种享受”、“镇静剂”、“催眠曲”.

住在 III 区的休养员不感到 1—3 级海况的海浪声存在;4—5 级海况时,大多数人感到无影响,小部分人有好感(此时 I 区感到影响休息);5 级以上海况时, I 区休养人员和 II 区部分休养人员感到影响睡眠,III 区影响不大;住在 IV 区者明显受到交通噪声的干扰.

##### 2. “三同时”观测法

由于近岸海浪的复杂性和随机性,对环境噪声除小网格法加特设点观测外,应同时进行 a. 岸边气象、水文观测;b. 岸滩测点处海

浪声测量记录;c. 疗养房间内声级、休养员感受的测量记录.对不同海况、不同海岸、不同方位的疗养房间多次观测记录.

##### 3. 投票选择法

录制不同海况不同岸滩的海浪声,让疗养到后期者鉴别,选择出“有好感”和感到干扰的海浪声强度和波形,而后查对历年来相应海况出现的几率.

经过多次试验,图 4 所代表的海浪声被认为是最好者之一,受试者所处室内噪声在 31—34 dB(A),周期性相对声级波动值 1—4dB 为好.

##### 4. 模拟试验

将筛选出最有好感的海浪声录音在 III 区重放,使受试者处于相应环境中,每晚 9—11 时,10 天为一期,效果与 II 区者感受接近.

近岸周期性海浪声经过绿化树林、建筑物后,休养员感受到的多是中低频声,其平均周期 3 秒至 6 秒恰与休养员静态呼吸的平均周期 3 秒至 5 秒相近似.部分休养员静卧休息或入睡前有意无意与海浪声节拍相调谐,排除杂念、松弛情绪.据认为这是使人感到有镇静催眠作用的原因之一.

#### 五、结 论

经过两年多的大量调查观测分析,特别是在医护人员配合下对休养人员多次调查询问及试验,可以得出以下结论.

1. 除少数台风影响或大风生成大浪而产生影响睡眠的噪声外,大多数海况下海滨疗养区的海浪声不应视为有害噪声.沙滩岸传来的有节奏的海浪声对人们的健康有一定的益处,故在建造疗养院时可利用这一有利因素;而对于陡峭的岩石岸,为防止大风或台风时强海浪声对睡眠的干扰,疗养房间的建造应设法避免这一不利因素.

2. 当近岸 0 级海况下的疗养区环境噪声  
(下转第 62 页)

织中铯-137的含量是不一样的。相对来看,四角蛤和海螺软体组织中铯-137含量居高,蚊蛤居中,毛蚶和麻蚶较低。其范围值在 $0.06-0.13\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ 鲜之间。

### (三) 浓缩系数的估算

放射性核素可在海水和海生物间发生相互转移作用,并在海生物体内蓄积。通常用浓缩系数来衡量这种蓄积的程度。浓缩系数是每公斤鲜贝类软体组织中的放射性含量与每升海水中的放射性含量之比。海水中铯-137的含量取 $8.52 \times 10^{-3}\text{Bq} \cdot \text{L}^{-1}$ ,贝类软体组织中铯-137的含量取不同采样点每种贝类的平均值。现将估算结果列于表3。

表3 浓缩系数的估算值

贝类品种	贝类软体组织中铯-137含量 ( $\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ 鲜)	CF
海 螺	0.12	14.1
毛 蚶	0.08	9.4
麻 蚶	0.07	8.2
四 角 蛤	0.12	14.1
蚊 蛤	0.10	11.7

从上述数据可以看出,不同种贝类对海水中铯-137的富集能力是不同的。四角蛤和海螺富集能力较强,蚊蛤居中,毛蚶和麻蚶较差。浓缩系数在8.2—14.1之间,与文献[3]报道的贻贝的浓缩系数基本一致。

(上接第21页)

符合国家标准时,则叠加上海浪声后仍应认为符合国家标准。在此定义下,作者建议,海滨疗养区环境噪声在0级海况不超现行国家标准时,则一般海况下标准定为昼间50dB(A)、夜间40dB(A)(等效声级)较为符合实际情况。

### 三、小 结

辽宁近海域(渤海和黄海)海水中铯-137的含量是较低的,符合环境放射性质量要求,符合国家《放射防护规定》<sup>[7]</sup>。该海域内几种贝类软体组织中的铯-137含量范围值在 $0.06-0.13\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ 鲜之间。这几种贝类对海水中铯-137的富集能力不尽一样,相对比较它们的富集能力:海螺、四角蛤>蚊蛤>毛蚶、麻蚶,浓缩系数为8.2—14.1。这几种贝类均未超过国家规定的海产品放射限制浓度,可供人们食用。由于贝类对海水中铯-137有一定的富集能力,故可认为贝类可作为海洋污染的指示生物。

### 参 考 文 献

- [1] 王志忠等,海洋科技通讯,(2),91(1978).
- [2] 《环境放射性监测方法》编写组,环境放射性监测方法,184—194,原子能出版社,1977.
- [3] GUIDI, P. et al., *Health Physics*, **127** (4), 400—402(1974).
- [4] 李树庆等,中华放射医学与防护杂志,(6)51(1986).
- [5] 国家海洋局《海洋污染概况》编写组,海洋污染概况,161页,石油化学工业出版社,1976年.
- [6] 李树庆等,中国近海放射性水平,15页,海洋出版社,1987年.
- [7] 中华人民共和国国家标准,放射防护规定,6—11页,原子能出版社,1974年.

(收稿日期: 1988年6月9日)

### 参 考 文 献

- [1] 文圣常等,海浪理论与计算原理,第539、561、575、614页,科学出版社,北京,1984年.

(收稿日期 1988年5月13日)

## Study on the Flocculation Mechanism of Polyacrylamide

Wang Qi, He Qiang and Jiang Zhanpeng (Department of Environmental Engineering, Qinghua University)

This paper deals with the shape condition of polyacrylamide at the optimum flocculation state using Mean Square Root End-to-End Distance as the shape parameter of polyacrylamide in aqueous solution. It shows that Mean Square Root End-to-End Distance can be used as the flocculation control factor. When using polyacrylamide to treat water and the bigger the Mean Square Root End-to-End Distance is, the better the results of flocculation of polyacrylamide. Various factors affect the shape of polyacrylamide in aqueous solution while in the determined ions condition Mean Square Root End-to-End Distance can be limited. Hydrolysis test reveals that optimum solubility of polyacrylamide is 54%. It is found that at the range of 0 to 1 mg/L of polyacrylamide the effect of flocculation can come up to optimum and the optimum concentration of polyacrylamide is 0.4 mg/L. In addition, the shape of polyacrylamide in aqueous solution has been observed by electromicroscope with a satisfied result. (See pp. 2—6)

## The Model Prediction of Atmospheric Pollution and Its Comparison with the Observed Data in the Area of Gujiao Mine

Hu Erbang *et al.* (Institute for Radiation Protection, Taiyuan)

The Gaussian plume model or volume puff model under changing weather conditions (for a point source) cooperated with ATDL (for an area source) has been used to predict the following quantities of atmospheric pollutants (SO<sub>2</sub>, dust etc.) at several sites of interest in the area of Gujiao coal Mine: annual average concentration, typical average day concentration, and maximum hour concentration, the predicted values are statistically compared with measured ones based on the correlation coefficient  $r$  and the index of agreement  $d$ . The results show that the models adopted are applicable while the performance of the volume puff model is obviously better than the Gaussian plume model. (See, pp. 7—14)

## A Study on Purifying Capacity of Water Hyacinth in Pb- and Cd-Polluted Water

Zhang Zhijie *et al.* (Dept. of Environmental Engineering, Xi'an Institute of Metallurgy and Construction Engineering)

Under laboratory conditions, the absorption of Eich-

hornia crassipes to Pb- and Cd-polluted water and its purificatory function were studied. The results show that water hyacinth has significant accumulation and purifying function. In different concentrations of Pb and Cd-containing wastewater about 62—89% of Pb and Cd were dispelled by hyacinth in 7-10 days. The absorbed Pb and Cd in hyacinth was much more in roots and stems than in leaves. It was found that the Pb and Cd levels accumulated in plant roots and stems were 84—93%. Moreover, the absorption of Pb by hyacinth was much more than that of Cd. The above data show that water hyacinth is a good purifier for Pb and Cd-polluted water. (See pp. 14—17)

## A Study of the Wave Sound in the Environmental Noise in the Seaside Sanatorium Quarter of Qingdao

Chen Ziming and Xie Fengming (Department of Physics, Qingdao University of Oceanography); Zhang Ning (Qingdao Sanatorium)

In this paper it is assumed that environmental noise in a seaside sanatorium quarter is composed of wave sound and the background environmental noise when wave sound is absent ( $L=L_0+L'$ ). To analyse the effect of wave sound on human beings, an experimental method is presented. The stress is on the studies of the relation between sound from various waves (bores, wind-generated waves, swell) and topography, the relation between the intensity and frequency spectrum of wave sound and people's feeling during the windowopen period (from May to September). The results show that over 98% patients give a favourable or neutral comment on ordinary waves, and the rate of occurrence of wave noise interfering sleep is below 2%. Hence we conclude that ordinary wave sound should not be regarded as noise and we make some suggestions concerning the evaluation criterion of the environment noise in seaside sanatorium quarters, which are of practical significance for the environment noise pre-evaluation and the siting of new sanatorium building in Qingdao and other seaside cities. (See pp. 17—21)

## Studies on the Relationship between Superoxide Dismutase of Plant Leaves and Air Pollution of Sulfur Dioxide

Yang Lirui *et al.* (Department of Biology, South China Agricultural University, Guangzhou)

The present paper deals with the activity changes of superoxide dismutase (SOD) in leaves of 4 species of trees more resistant to sulphur dioxide pollution, determined in polluted and control areas. It has been found