

质更容易生物降解。但是,为了获取足够的动物安全性试验数据,还应用鸡、猪、羊、牛等进行较全面的毒性评价试验^[10]。

Flonac 由于对污泥脱水特别有效,在泥土环境中能迅速进行生物降解以及技术经济指标合理等原因,近年来,在日本已广泛用于污泥脱水^[12]。在美国亦已用于城市废水处理^[29]。目前,由于脱乙酰壳多糖的动物安全性试验(此项试验很费时费钱)尚有待取得公认肯定的结果。因此,估计在短期内还不可能被直接用作食品添加剂或在食品加工过程中使用^[29]。基于同样的理由,也鲜能用作饲料添加剂^[10,11]。考虑到脱乙酰壳多糖的价格,如果又不能从回收副产物得到收益,处理费用必然偏高。但即便如此,这一凝胶剂除可用于污泥脱水外,也有可能用于悬浮固体含量高、亟待治理的废水,如某些食品工业废水的一级处理^[10]。这样可减轻二级处理的负荷,也可减轻排污费缴纳人的负担。

参 考 文 献

- [1] Allan, G. G., et al., *Proceedings of the First International Conference on Chitin and Chitosan*, MIT-SG-78-7, ed. R. A. A. Muzzarelli, E. R. Pariser, Cambridge, USA, MIT Sea Grant Program, 1978.
- [2] USP 3533940.
- [3] 蒋挺大等, 环境化学, 3(4), 31(1984).
- [4] Bough, W. A., *J. Food Sci.*, 40, 297 (1975).
- [5] Fujita, T., 特許公报, 昭 47-01633.
- [6] Bough, W. A. et al., *Poultry Sci.* 54, 992 (1975).
- [7] Bough, W. A., *Poultry Sci.*, 54, 1904 (1975).
- [8] Bough, W. A., *Process Biochem.*, 11 (1), 13 (1976).
- [9] Bough, W. A. et al., *J. Dairy Sci.*, 59, 1874 (1976).
- [10] Bough, W. A. et al., *Proceedings of the First International Conference on Chitin and Chitosan*, MIT-SG-78-7, ed. R. A. A. Muzzarelli, E. R. Pariser, Cambridge, USA, MIT Sea Grant Program, 1978.
- [11] Johnson, Ronald A., et al., *J. WPCF*, 56 (8), 970 (1984).
- [12] Asano, Takashi, et al., *Proceedings of the First International Conference on Chitin and Chitosan*, MIT-SG-78-7, ed. R. A. A. Muzzarelli, E. R. Pariser, Cambridge, USA, MIT Sea Grant Program, 1978.
- [13] Bough, W. R. et al., *Proc. Sixth Nat'l. Symp. on Food-Processing Wastes*, U. S. Environmental Protection Agency, 1977.
- [14] 古森堯喜, 公開特許公報, 昭 51-60677.
- [15] 井上潔, 公開特許公報, 昭 52-151680.
- [16] 東久保禎治, 公開特許公報, 昭 52-57342.
- [17] 伊東祐四等, 公開特許公報, 昭 54-110338.
- [18] 篠田勝郎等, 公開特許公報, 昭 54-73463.
- [19] B. P., Nigam, et al., *Arch. Hydrobiol.*, 78, 378 (1980).
- [20] 王兆熊等, 化工环境保护和三废治理技术, 第 404 页, 化学工业出版社, 北京, 1984 年.
- [21] Bough, W. A. et al., *Biochem. Bioeng.*, 20, 1945 (1978).
- [22] Wu, A. C. M. et al., *ibid*, 20, 1957 (1978).
- [23] Johnson, Edwin Lee et al., *Proceedings of the First International Conference on Chitin and Chitosan*, MIT-SG-78-7, ed. R. A. A. Muzzarelli, E. R. Pariser, Cambridge, USA, MIT Sea Grant Program, 1978.
- [24] Perceval, Perer M. *ibid*.
- [25] Murray, Albert E., et al., *ibid*.
- [26] Muzzarelli, R. A. A. *Chitin*, Oxford, Pergamon Press, 1977.
- [27] 严俊, 化学通报, 11, 26(1984).
- [28] Arai, K. et al., *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, 56, 89 (1968).
- [29] Muzzarelli, R. A. A. *Carbohydr. Res.*, 3(1), 53 (1983).

空气生物学概述及其进展

车 凤 翔

(军事医学科学院微生物流行病学研究所)

空气生物学 (Aerobiology) 是集中研究 室内外空气微生物传播规律的科学, 在空气

生物学的范围内研究植物、人和其它动物的病理学、过敏学、昆虫学、孢粉学、气象学，以及自然养料的循环和空气污染的作用^[1]。国外文献中，空气微生物学 (Air-Microbiology)、微生物气溶胶 (Microbial Aerosol)、空气传播和空气传染 (Airborne transmission and Airborne infection) 均属空气生物学的范畴。

空气微生物与人类的关系

表 1 是美国 (1982) 关于大陆空气中微生物微粒子的本底浓度和粒子径的资料^[2]。微生物气溶胶分布十分广泛，不仅在大气底层经常存在，在高空、远海和陆地各处亦存在。在自然界，人类和动物的气溶胶微生物感染不仅在室内可以发生，在室外亦可发生。例如，口蹄疫病毒可在户外由空气传播 60 km^[3]，Q 热立克次体可以从一个牧场由

空气传播给下风向 10 km 以外的牧场^[4]，炭疽杆菌芽胞气溶胶可在室内外造成人、畜的吸入感染^[5]。有些抗力强的微生物，特别是植物病原体可造成几千公里的空气传播^[6-9]。可以说，人类及动、植物经常处于微生物气溶胶环境之中，在一定条件下微生物气溶胶对人类健康、农牧业和工业生产的危害十分严重而且广泛(表 2)^[7]。所以，空气生物学构成了环境科学的重要组成部分。

表 1 空气中各种微生物粒子径和本底浓度

微生物	粒 径 (μm)	浓 度 个/ M^3
病毒	0.015~0.45	...
细菌	0.3~15	0.5~100
真菌	3~100	100~10,000
藻类	0.5	10~1,000
孢子	6~60	0~100,00
花粉	10~100	0~1,000

表 2 微生物气溶胶对人类社会的影响

对人的作用		对动物的作用	对植物的作用	其它作用
呼吸道传染病	过敏性疾病			
肺结核 肺炎 白喉 百日咳 天花 流感 肺炭疽 肺鼠疫 球孢子菌病 隐球菌病	干卓热 麻菇肺 农夫肺 哮喘	结核病 鼻疽病 耳弗状菌病 隐球菌病 球孢子菌病 猪霍乱 马流感 口蹄疫 猫瘟热 犬瘟热	扁桃褐色腐蚀症 甜菜绒毛霉症 杉木锈病 苹果锈病 燕麦花冠锈病 小麦黑穗病 五米锈病 洋葱霉症 烟叶蓝色霉症	有机物腐烂 无机物分解 对电子工业影响 对制药工业影响 对发酵工业影响

空气生物学的研究内容

空气生物学的研究内容十分广泛，涉及各个领域据。国外报道，可分为如下几方面。

一、植物空气生物学 (Plant Aerobiology)

它是在植物学范围内，研究花粉、孢子和微生物气溶胶的发生、传播和作用的科学。

所以也称农业空气生物学。众所周知，植物传染病除了可由昆虫、鸟类等动物和水传播外，亦可由空气传播且容易发生。

许多植物有专门途径把孢子释放到大气中。例如，一个马勃 (*Lycoperdon*) 可放出 7×10^{12} 个孢子悬浮于空气中^[8]。关于植物释放细菌和病毒的研究不多。现在已知，有一种梨和平果的火烧病 *Erwina amylocora* 可随

病树渗出物由风吹走^[9]。此外,农牧业生产活动,如联合收割机工作时可造成很高浓度的细菌和真菌的空气污染^[10]。

二、动物空气生物学 (Animal Aerobiology)

它在动物学或兽医学范围内研究微生物气溶胶发生、传播和吸入感染规律的科学。据统计,比较重要的动物呼吸道传染病由细菌引起的有 24 种,真菌引起的 17 种,病毒引起的 24 种,且人类的某些传染病可通过空气由动物传染。

动物极易污染环境造成传染病的流行。动物带菌、排菌比人类更加严重。例如,狗有 71% 带金黄色葡萄球菌。牛、羊对空气污染很严重,从胃内排出之气体含大量的微生物并可被吸入肺内。烟曲霉菌 (*Aspergillus fumigatus*) 孢子浓度户外为 7 个/ m^3 ,而牛棚内为 $1.0 \times 10^8/\text{m}^3$ 。此外,在家禽室内外空气中可采集到新城鸡瘟病毒和其它微生物。

三、医学空气生物学 (Medical Aerobiology)

它在医学的范围内研究微生物气溶胶的发生、传播和吸入感染规律的科学。此外还包括气雾诊断、免疫和治疗的研究。而空气传播和空气传染是最重要的内容^[11]。自 1960 年以来已召开过数次国际性以医学为主要内容的空气生物学学术讨论会。

(一) 美国空气传播及空气传染会议^[4]

1960 年 7 月,在佛罗里达州召开。其主要内容是细菌、病毒、真菌及细菌毒素气溶胶存活力和感染力的研究结果。

(二) 第一次国际空气生物学讨论会^[12]

1963 年 10 月,在加利福尼亚大学举行。主要内容是空气生物学基本技术,尤以细菌、病毒气溶胶采样器为重点,也有一些微生物气溶胶稳定性及附加剂的研究报告。

(三) 第二次国际空气生物学讨论会^[13]

1966 年 3 月,在芝加哥市召开。主要内容是细菌、立克次体、病毒及真菌气溶胶的传

播机制、吸入微生物在呼吸道内的沉着及转归,影响微生物气溶胶存活力及感染力的因素。

(四) 第三次国际空气生物学讨论会^[14]

1969 年 9 月,在英国索塞克斯大学召开。除了有关微生物气溶胶存活力和感染力的研究报告外,还有鼠型白血病空气传播可能性的研究报告。用 Yaba 病毒、第 12 型腺病毒、Rauscher 鼠型白血病病毒和 Rous 肉瘤病毒对动物进行气溶胶感染试验。

(五) 第四次国际空气生物学讨论会^[9]

1972 年,在荷兰海牙举行。主要内容有吸入微生物气溶胶在呼吸道内沉着,呼吸道防御机制,呼吸道混合感染,大气扩散距离和规律。

四、工业空气生物学 (Industrial Aerobiology)

它主要研究与工业生产有关的微生物气溶胶的发生、传播及作用规律的科学。也研究具有特殊生物性作用的有害粒子和气体的空气污染问题。有些工业生产,例如皮毛加工业可释放大量的微生物悬浮于空气中^[5,13]。有些工业生产正是由于微生物气溶胶的污染而受到损失。有害气体 (SO_2 、 NO_2) 对微生物气溶胶存活力、感染力和宿主的易感性均有影响^[13]。

五、军事空气生物学 (Military Aerobiology)

它本来是研究平时和战时部队人员呼吸道传染病规律的一门科学。但是,一些人却利用它研究生物战,用气溶胶方式撒布生物战剂。据联合国估计,一次生物武器的攻击可造成高伤亡率地区可达 100000km^2 之广。

此外,实验空气生物学 (Experimental Aerobiology) 是以实验为手段研究微生物气溶胶的发生、传播和吸入感染问题。迄今,国外大部分实验研究以医学为目的。此外也研究气溶胶的发生、测量(浓度和粒径)和动物吸入感染技术等问题^[11]。

空气微生物的衰亡及自净

空气微生物的自净与其在空气中的衰亡有直接关系。空气微生物浓度,在一般情况下随时间的推移有规律的衰减。此种自然衰减包括: 1, 物理衰减 (Physical decay), 为微粒自身从介质中分离出来的衰减; 2, 生物衰减 (Biological decay), 系微生物自身的死亡。二者之和为总衰减 (Total decay)。生物衰减也称衰亡。

气溶胶的物理衰减率依赖于自身固有的物理特性, 并与环境因素有关。在室外, 天气稳定度、温度、湿度、风速和地形地物均与其有关。在室内空气相对静止条件下, 物理衰减主要与重力沉降、粒子扩散作用关系密切。

国外一些研究者认为, 微生物气溶胶群体的衰亡率与时间呈指数函数关系, 用 $N_t/N_0 = e^{-Kt}$ 表达 (或 $\ln N_t/N_0 = -Kt$), N_0 为最初微生物空气浓度, N_t 为 t 时以后的浓度, t 是时间, K 是衰亡常数^[19]。因此, 在每一个连续相等的时间里活体死亡率也是相等的。对一种微生物气溶胶, $K \times 100$ 即为每分钟的微生物的衰亡率。但有人证明, 微生物气溶胶的生物衰亡往往随着时间的推移, 其 K 值也随之变化; 所以许多人研究微生物气溶胶在不同时间 (段) 内的衰亡常数 (K)。多数人把其分为快衰亡期 (K_1) 和慢衰亡期 (K_2)。快衰亡期后存活的部分用 b 表示。有人观测了 5 种微生物气溶胶衰亡情况, 分别测出了 K_1 、 K_2 和 b 值, 用这 3 个参数表达了这些微生物的存活力 (表 3)。存活力除与气溶胶自身的特性有关外, 还与气溶胶化因素和环境因素有密切关系 (表 4)^[11]。

微生物固有的生命力是决定其在空气中存活力的内因。一般, 芽孢菌比非芽孢菌存活力强, 病毒的存活力较低。花粉和植物性孢子可以长时间传播造成人体的过敏性疾病。但有些非芽孢菌, 如产黄菌属 (Flavobacterium)

表 3 五种微生物气溶胶的衰亡情况

菌 种	K_1	K_2	b
大肠杆菌17株	0.1300	0.0160	0.1600
大肠杆菌25株	0.2000	0.0200	0.1000
念珠菌	0.0500	0.0350	0.6500
分枝杆菌	...	0.0011	0.9000
干燥棒状杆菌	...	0.0005	0.9600
灵杆菌	0.0600	0.0420	0.3000

表 4 影响微生物气溶胶存活力的因素

气溶胶性质	环境因素	气溶胶化因素
微生物抵抗力	温度	发生原理
粒子的化学性质	相对湿度	发生物质特性
粒子的物理特性	气体成份及污染物	喷雾压力
粒子大小	光辐射	喷雾气体种类
粒子物态	大气开放因子	
吸湿性		

和耐辐射微球菌的空中存活力几乎与枯草杆菌芽孢一样强^[11]。轮状病毒气溶胶 (RH 50%) 的半数存活时间可长达 40 小时, 72 小时存活 45%, 223 小时 (9 天) 存活 3%。因此, 轮状病毒可空气传播很长时间、很远的距离^[16]。国外报告过一些病原微生物气溶胶的衰亡常数: 炭疽杆菌芽孢, 0.001; 鼠疫杆菌, 0.08; 土拉杆菌, 0.05; 布氏杆菌, 0.04; 乙型脑炎病毒, 0.015; 立夫特山谷热病毒, 0.03; 委内瑞拉马脑脊髓炎病毒, 0.02; 黄热病毒, 0.045; 拉沙热病毒, 0.013~0.04; Q 热立克次体, 0.001—0.07。

环境因素的作用以太阳辐射最强, 对空气微生物具有明显的杀灭作用。在常态下, 温度对空气微生物存活力影响不很大。相对湿度 (RH) 对空气微生物存活力影响较大; 有的在高 RH 下死亡较快, 有的在低 RH 下死亡较快; 但大部分微生物气溶胶在中 RH 死亡更快些^[11]。有报告指出, 大气微生物浓度与 RH 成正比, 与温度、太阳辐射强度成反比。但由于气象因素的复杂, 除了太阳辐射可净化空气微生物的结论比较肯定外, 其它因素的作用尚不能结论。统计表明, 大气细菌浓度与空气中颗粒物、二氧化氮 (NO₂) 成

正比,与一氧化氮(NO)成反比^[17]。

空气生物学的近况

近十年多,国外较重视对大气污染的研究。对污染源,着重研究畜舍、禽舍、肥料堆、垃圾处理站和曝气池、污水喷灌所致之空气污染问题。污水喷灌时,可有0.1—1%的污水形成气溶胶,附近空气微生物浓度较正常大气高100倍。大肠杆菌气溶胶在日出前的衰亡常数为每秒0.0088,下午为0.066^[18]。在污染源下风向76m处的存活率为5.2%,噬菌体为4.3%^[19]。

为研究细菌在空气中繁殖的可能性,国外进行了一系列的试验研究。结果证明,在一定条件下,细菌在空气中可进行新陈代谢,合成DNA和繁殖分裂。这在空气生物学领域是一项新的发现。研究者指出,星际探测表明,木星有一个80km厚的大气层,它由甲烷、氨、乙烯与水汽构成。应该了解在此种条件下空气微生物可否繁殖,以便确定是否对星际探测器进行检疫^[20]。

1982年8月4—6日,在华盛顿,由国际空气生物学会(International Association for Aerobiology)、国际生物学联合会(International union of Biology Sciences)、美国气象学会(American Meteorological Society)和华盛顿大学联合召开了以大气微生物为主要内容的第二次空气生物学会议(成立于1956年,现有44个会员国,300多名会员)。会议内容分5部分^[1]:

- 一、城市区域空气生物学(24篇),
- 二、自然生态系统空气生物学(18篇),
- 三、空气生物学技术(10篇),
- 四、控制生态系统空气生物学(11篇),
- 五、空气生物学进展与模式关系概述(10篇),

报告论文,关于花粉的26篇,真菌和孢子的19篇,花粉和孢子8篇,细菌7篇,综合内容2篇,病毒1篇。

关于烈性病原体气溶胶的报告虽不如早些时候多,但是对新发现的病原体气溶胶进行了及时研究。例如,对军团杆菌气溶胶的研究表明^[21],豚鼠呼吸道半数感染吸入菌数小于129个,半数致死量为 1.4×10^4 个菌,而豚鼠腹腔感染半数致死量比呼吸道的还高,为 3.0×10^6 个菌。又如,对拉沙热病毒研究结果表明,在RH为30、50、和80%时病毒气溶胶半数存活时间分别为54.6、21.5和17.5min, $K=0.03$ 。9只食蟹猴吸入 $10^{2.67} \sim 10^{4.39}$ 个pfu(空斑形成单位),除一只外全部死亡。豚鼠吸入 $10^{3.75}$ 个pfu死亡一半^[22]。此外,还有些日本乙型脑炎病毒气溶胶试验报告。^[23]过去研究较多的土拉杆菌^[24]、李夫特山谷热病毒和Q热立克次体气溶胶的实验研究也有些新的报告^[25]。流感病毒和军团杆菌气溶胶混合感染也有人研究^[26]。

空气生物学的未来

空气生物学是环境科学的重要内容。良好的自然环境可促进精神文明和物质文明建设迅速发展,低劣的自然环境可阻滞这种发展,甚至使其倒退。发展空气生物学具有重大的社会效益、经济效益和军事效益。因此,从现在起它将有一个新的发展。

空气生物学今后的任务:首先是积极研究减少空气中微生物成份,采取有效措施减少室内外微生物空气污染。通过对污染源的调查和整治并减少花粉、谷物颗粒脱落于大气中而保持空气的洁净。其次,广泛研究影响空气微生物存活力的因素和机理,制定净化措施。最后,进一步深入研究空气微生物对人类和动植物的作用规律及其影响因素,制订防治措施。此外,对空气生物学技术,特别是空气微生物监测技术将得到进一步研究和完善,以促使空气生物学的进一步发展。

参 考 文 献

- [1] Program and Abstracts. Second International

- Conference on Aerobiology, pl. Seattle, Washington USA, August 4—6, 1982.
- [2] Hinds, W. C., *Aerosol Technology, Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles*, p277. N. Y. Wiley, 1982.
- [3] Glaster, J. et al., *Veterinary Bull.*, **51**(10), 792 (1981).
- [4] Conference on Airborne Infection. *Bact. Rev.*, **25**(3), 173 (1961).
- [5] Brachman, P. S., *Ann. New York Academy Sci.*, **353**, 83 (1980).
- [6] Bovallius, A. et al., *Appl. Environ. Microbiol.*, **35**(6), 1231 (1978).
- [7] Air Pollution Aspects of Biological Aerosols. PB-188084, 1969.
- [8] Gregory, P. H., *Microbiology of the Atmosphere (2nd)*, pl, 263. Leonard Hill, 1973.
- [9] Hers, J. F. et al., *Airborne Transmission and Airborne Infection*, p387. Oosthoek Publishing Company Utrecht, The Netherlands, 1973.
- [10] Lighthart, B., *Appl. Environ. Microbiol.*, **47**(2), 430 (1984).
- [11] Dimmick, R. L., *An Introduction to Experimental Aerobiology*, pl, 267. New York London Sydney Toronto, 1969.
- [12] 1st. Symposium on Aerobiology, pl. University of California, 1963.
- [13] II nd. International Conference on Aerobiology, *Bact. Rev.* **30** (3), 485 (1966).
- [14] III rd. International Symposium on Aerobiology, pl. Academic Press London, 1970.
- [15] Beebe, J. M., *Appl. Microbiol.*, **6**, 127 (1958).
- [16] Sattar, S. A. et al., *Appl. Environ. Microbiol.*, **47**(4), 879 (1984).
- [17] Bovallius, A. et al., *Appl. Environ. Microbiol.*, **35**(5), 847 (1978).
- [18] Katzenelspn, F. et al., *J. Water Pollut. Control Fed.*, **48**(4), 710 (1976).
- [19] Bausum H. T. et al., *Appl. Environ. Microbiol.*, **43**(1), 28 (1982).
- [20] Dimmick, R. L., *Appl. Environ. Microbiol.*, **37**(4), 924 (1979).
- [21] Berendt, R. F. et al., *J. Inf. Dis.*, **141**(2), 186 (1980).
- [22] Larson, F. W. et al., AD-A 114671 (1980).
- [23] Larson, F. W. et al., *Infect. Immun.*, **30**(2), 397 (1980).
- [24] Jemski, J. V., *Infect. Immun.*, **34**(3), 766 (1981).
- [25] Hall, W. C., AD-A 109939 (1980).
- [26] Berendt, R. F., AD-A 090039 (1980).

• 环境信息 •

《苏州市水污染综合防治规划和风景旅游价值研究》通过鉴定

我国“六五”科技攻关课题《苏州市水污染综合防治规划和风景旅游价值研究》已于1985年11月17日在苏州东山通过鉴定。该项研究完整系统,为解决苏州市水污染问题,保护园林景观和系统控制苏州市工业污染源提供了科学依据。

苏州古城已有2500年历史,素以水乡风貌古典园林著称,在14.2 km²的城内有35 km河道,163座桥梁,47处完整的大小园林,是一座闻名中外的历史文化名城和风景游览胜地。但多年来,古城区内环境污染日益严重,尤其是水污染更为突出。园林风景遭到破坏,游览环境质量降低。为保护祖国园林文化艺术瑰宝,该课题就苏州水环境保护和园林风景旅游价值进行了研究并取得了重要成果。

该项研究针对苏州市河系纵横,流向多变,水质水量不稳的水网特点,建立了一整套水量水质观测和监测体系。在掌握水网构成、水量水质变化特点、污染形成原因和影响因素、水网自净能力和容量负荷的基础上,首次建立了适合苏州河网特点的水

量模型、非稳态系列水质模型,提出了以三级水质标准为目的的引排水工程和污染源控制、城市污水集中处理相配合的综合防治方案,为解决苏州水污染提供可靠的方法。

该项研究针对苏州城市性质,园林风景当前存在的主要问题,作了系统的测试和深入的调查。探讨从美学和生态学的角度,以定性和定量相结合,评价园林风景旅游价值和破坏程度的新方法,提出园林风景点的合理噪声标准及游人合理容量指标,提出恢复、保护、开发风景旅游资源的综合性对策措施。

该项研究从苏州市工业污染源管理和污染控制的技术要求出发,探索建立符合我国国情的工业污染源系统控制和全面质量管理的理论方法体系,对于工业企业环境管理具有实际应用价值。

(苏州市环保局 钱栋林 朱光农
钱敏仁供稿)