

# 盐城市空气微生物调查与评价

葛伟<sup>1</sup>, 蔡琨<sup>2</sup>, 马晶晶<sup>1</sup>

(1. 盐城市环境监测中心站, 江苏 盐城 224002; 2. 江苏省环境监测中心, 江苏 南京 210036)

**摘要:** 为了解盐城市空气微生物污染状况, 于2009—2013年在盐城市布设了4个城市主要功能区点位和1个市郊清洁参照点, 采用自然沉降法采集空气中细菌和马丁霉菌样品进行分析。结果表明, 盐城市空气中细菌数量最多的为交通区, 其次依次为文教区、工业区、居民区, 清洁参照点最少; 马丁霉菌数量最多的是交通区, 其次依次为工业区、居民区、文教区, 清洁参照点最少。盐城市空气微生物污染级别除交通区外, 其他功能区均处于较清洁或轻微污染, 污染程度呈逐年波动下降趋势。

**关键词:** 空气微生物; 调查; 评价; 盐城

中图分类号: X832

文献标识码: B

文章编号: 1674-6732(2015)02-0046-04

## Investigation and Evaluation on Airborne Microorganisms in Yancheng

GE Wei<sup>1</sup>, CAI Kun<sup>2</sup>, MA Jing-jing<sup>1</sup>

(1. *Yancheng Environmental Monitoring Center, Yancheng, Jiangsu 224002, China*; 2. *Jiangsu Environmental Monitoring Center, Nanjing, Jiangsu 210036, China*)

**Abstract:** To learn about the airborne microorganism pollution in Yancheng, four urban functional area sites and one suburban reference site were settled from 2009 to 2013. Atmospheric bacteria and Martin's fungi were collected using natural precipitation method. The results indicated that the traffic area had the highest content of atmospheric bacteria, followed by the cultural district, industrial area, residential area, and reference site. The traffic area had the highest content of Martin's fungi, followed by the industrial area, residential area, cultural district, and reference site. Airborne microorganism condition of all functional areas except traffic area in Yancheng was fairly clean or lightly polluted. Years of continuous monitoring results showed that the pollution level of Yancheng was decreasing year by year with slight fluctuations.

**Key words:** Airborne microorganisms; Investigation; Evaluation; Yancheng

空气微生物是指空气中细菌、霉菌和放线菌等有生命的活体<sup>[1]</sup>, 其广泛存在于空气中, 依附于悬浮在空气中的尘埃、颗粒、气溶胶上, 条件适宜时可大量繁殖并随空气的流动而飘移, 影响动植物及人类健康<sup>[2-3]</sup>, 还会给食品、医药和医疗等带来危害<sup>[4]</sup>。为了解盐城市空气微生物污染状况, 于2009—2013年对盐城市空气中微生物数量、污染分级和变化规律进行了调查与评价。

## 1 调查方法

### 1.1 点位布设

点位布设兼顾各功能区并结合城市东西南北4个空气自动站位置, 共布设了5个监测点位, 分别为: 开发区管委会(工业区)、文峰中学(居民集中区)、盐城市环境监测中心站(文教区)、迎宾桥

(交通区)和丹顶鹤保护区(市郊清洁参照点)。

### 1.2 采样时间和频次

于2009年3月—2013年10月, 春季和冬季对上述监测点位各采样一天, 采样时间从07:00—19:00, 每3h采样1次, 全天共采集5次。

### 1.3 样品采集

采用文献[5]自然沉降法。分别将已灭菌的马丁霉菌培养基和营养琼脂培养基直接暴露于空气中15min, 选择在1.5~2.0m处人群呼吸带高度进行采样。于下风向放置培养基, 防止污染, 同

收稿日期: 2014-12-26; 修订日期: 2015-01-26

基金项目: 江苏省环境监测科研基金资助项目(1414, 1315); 2013年度环保公益性行业科研专项基金资助项目(201309008)

作者简介: 葛伟(1969—), 女, 工程师, 本科, 研究方向为环境生物监测。

时每个测点细菌和马丁霉菌同时采集3个平行样,并设置空白对照。在采样的同时进行现场气象参数的测定,包括空气湿度、风力(风力<3级的条件下采样)和天气状况等。

#### 1.4 样品培养

采集到的马丁霉菌在27℃下培养96 h,细菌在37℃条件下培养48 h,后分别计算菌落数。

#### 1.5 平板菌落计数

对每个平板的菌落进行仔细的统计,空气微生物数量均采用奥美良斯基公式计算。

$$n = 1\,000 \div (A/100 \times t \times 10/5) \times N$$

其中: $n$ ——空气微生物数量, $m^{-3}$ ;

$A$ ——所用平皿面积, $cm^2$ ;

$t$ ——平皿暴露于空气中的时间, $min$ ;

$N$ ——培养后的菌落数。

#### 1.6 空气微生物污染级别划分

空气微生物评价分级标准见表1。

表1 空气微生物评价分级标准<sup>[6]</sup>  $m^{-3}$

污染级别	细菌	马丁霉菌
清洁	<1 000	<500
较清洁	1 000 ~ 2 500	500 ~ 750
轻微污染	2 500 ~ 5 000	750 ~ 1 000
污染	5 000 ~ 10 000	1 000 ~ 2 500
中污染	10 000 ~ 20 000	2 500 ~ 6 000
严重污染	20 000 ~ 45 000	6 000 ~ 20 000
极严重污染	>45 000	>20 000

## 2 结果与分析

### 2.1 空气细菌数量分布

各监测点空气细菌数量统计结果见表2。

表2 盐城市各监测点位空气细菌数量统计结果  $m^{-3}$

功能区	清洁参照点	居民区	工业区	文教区	交通区
采样点	丹顶鹤保护区 <sup>①</sup>	文峰中学 <sup>②</sup>	开发区管委会 <sup>②</sup>	环境监测站 <sup>②</sup>	迎宾桥 <sup>②</sup>
细菌数范围	540 ~ 1 784	1 300 ~ 2 764	760 ~ 3 060	1 200 ~ 3 484	6 821 ~ 10 128
均值	926	2 486	2 861	3 015	8 972

①郊区;②市区。

由表2可见,总体上盐城市区的空气微生物含量明显高于郊区,主要原因可能是市区人口密集,生活垃圾以及各种污染物的排出量大<sup>[7]</sup>;同时机动车辆和行人流量大,尘埃飞扬,空气微生物所依附的颗粒物等不易沉降固定<sup>[8-10]</sup>。细菌在各功能区的分布情况是:交通区>文教区>工业区>居民区>清洁参照点。

盐城市各功能区空气细菌数量均值为926~8 972  $m^{-3}$ ,相差近10倍,这和人口分布、绿化面积、道路状况等有着密切的关系。迎宾桥是市区的主要交通区,人流量和车流量大,紧靠商贸区,四周建筑物密集,污染物不易扩散,且易被扰动而悬浮于空气中<sup>[9-11]</sup>,因此该点位细菌数量较高。环境

监测站(文教区)紧邻交通区(文港路),人流和车流也相对较多,细菌数量相对较高,除人员聚集多,空气流通不畅外,可能还受到了交通区扬尘等的影响。文峰中学的细菌数量相对于工业区和文教区低,主要是由于居民区规划合理,小区内部树木草坪等绿化设施,大大改善了空气质量<sup>[12]</sup>。丹顶鹤保护区是清洁参照点,其濒临黄海,人迹罕至,空旷宁静,有芦苇丛生的天然植被和丰富多样的海涂生物,得天独厚的地理位置和自然条件使得这里细菌数量少且易于沉降固定<sup>[13]</sup>。

### 2.2 空气马丁霉菌数量分布

各监测点空气马丁霉菌数量监测结果见表3。

表3 各监测点位马丁霉菌数量统计结果  $m^{-3}$

功能区	清洁参照点	居民区	工业区	文教区	交通区
采样点	丹顶鹤保护区 <sup>①</sup>	文峰中学 <sup>②</sup>	开发区管委会 <sup>②</sup>	环境监测站 <sup>②</sup>	迎宾桥 <sup>②</sup>
马丁霉菌数范围	360 ~ 585	300 ~ 720	253 ~ 730	120 ~ 815	895 ~ 1 302
均值	483	586	622	512	1 124

①郊区;②市区。

由表3可见,交通区马丁霉菌数量最多,说明

交通引起的扬尘及周边商贸区等对马丁霉菌数量

影响较大,除此之外清洁参照点、文教区、居民区的空气马丁霉菌数量都较少,且各功能区数量差别不大。丹顶鹤保护区作为清洁参照点马丁霉菌数量也不低,可能的原因是由于保护区内部大型乔木和小型灌木类植物分布密度大,同时周边有大面积水域分布,区域性空气湿度远高于市区,环境更适宜马丁霉菌生长繁殖<sup>[14]</sup>。

### 2.3 空气微生物年度分布状况

盐城各功能区空气中细菌总数年变化见图1。所有功能区细菌数量总体呈现下降趋势,其中2010年细菌数量稍有升高,后逐年下降。居民区在2012年出现小幅波动上升,后又下降。

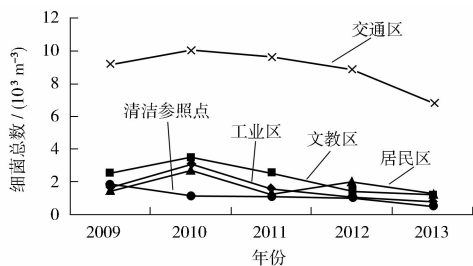


图1 各功能区空气中细菌数量年变化

盐城各功能区空气中马丁霉菌总数年变化见图2,所有功能区马丁霉菌数量总体呈现较弱的波动下降趋势。工业区和文教区2009年马丁霉菌数量较高,2010年文教区和工业区马丁霉菌数量有所下降,2011年再度上升后逐年下降;清洁参照点、居民区和交通区都呈波动下降趋势。

2009年全年相对雨水较多,潮湿的环境,有利于马丁霉菌的生长,因此2009年马丁霉菌数量相对较高。丹顶鹤保护区(清洁参照点)的马丁霉菌数量在2009—2011年起伏变化不大,符合它所处区域环境相对潮湿和生态系统相对稳定的特点。

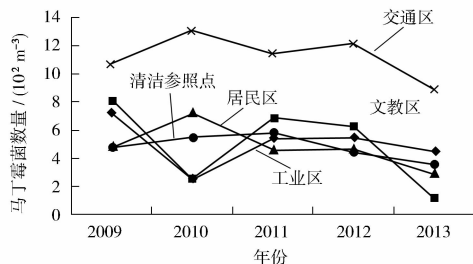


图2 各功能区空气中马丁霉菌数量年变化

### 2.4 空气微生物污染状况评价

各功能区空气微生物年度评价分级结果见表4。由表4可见,清洁参照点各年度均处于较清洁或清洁状态;居民区和工业区总体处于较清洁状态,2010这2个功能区均受到轻微污染;文教区2009—2011年处于轻微污染状态,2012—2013年为较清洁;交通区除2010年为中污染外,其他年份监测结果都为污染。多年评价结果显示,空气微生物污染程度除交通区外均呈逐年波动下降趋势。

各功能区空气微生物5年均值评价分级结果见表5。清洁参照点评价分级结果属于清洁级别,居民区评价结果为较清洁,工业区和文教区属于轻微污染级别,交通区属于污染级别。

表4 盐城各功能区空气微生物年度评价分级结果

年份	2009	2010	2011	2012	2013
清洁参照点	较清洁	较清洁	较清洁	较清洁	清洁
居民区	较清洁	轻微污染	较清洁	较清洁	较清洁
工业区	较清洁	轻微污染	较清洁	较清洁	清洁
文教区	轻微污染	轻微污染	轻微污染	较清洁	较清洁
交通区	污染	中污染	污染	污染	污染

表5 盐城各功能区空气微生物5年均值评价分级结果

功能区	采样点	细菌均值	马丁霉菌均值	评价分级结果
清洁参照点	丹顶鹤保护区	926	483	清洁
居民区	文峰中学	2 486	586	较清洁
工业区	开发区管委会	2 861	622	轻微污染
文教区	环境监测站	3 015	512	轻微污染
交通区	迎宾桥	8 972	1 124	污染

### 3 结论

盐城市空气微生物除交通区处于污染状态外其他功能区均处于较清洁或轻微污染状态,污染程度除交通区外均呈逐年波动下降趋势。

盐城市空气中细菌数量最多的交通区,其次依次为文教区、工业区、居民区,清洁参照点最少。马丁霉菌数量最多的是交通区,其次依次为工业区、居民区、文教区,清洁参照点最少。交通区空气微生物数量最高,可能是周边商贸区人口密集,生活垃圾等污染产生及排放强度大以及人流量、车流量大引起的扬尘、微生物等难以沉降。文教区、工业区次之,因这2个功能区均临近交通区。

#### [参考文献]

- [1] 方治国, 欧阳志云, 胡利锋, 等. 城市生态系统空气微生物群落研究进展[J]. 生态学报, 2004, 24(2): 315-322.
- [2] 张双民, 曾才彬, 刘龙军. 陕西师范大学雁塔校区大气微生物污染调查[J]. 环境保护科学, 2006, 31(5): 20-22.
- [3] 张杏辉, 罗燕群, 周振明. 校园空气微生物和悬浮物污染评价及相关性分析[J]. 中国环境监测, 2011, 27(4): 71-75.

- [4] 侯颖, 徐建强, 秦翠丽, 等. 洛阳市空气微生物污染初步调查[J]. 环境监测管理与技术, 2005, 17(5): 21-24.
- [5] 孙平勇, 刘雄伦, 刘金灵, 等. 空气微生物的研究进展[J]. 中国农学通报, 2010, 26(11): 336-340.
- [6] 郁庆福, 杨均培. 卫生微生物学: 供卫生专业用[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1984.
- [7] 吴晓璐. 长三角地区大气污染物排放清单研究[D]. 上海: 复旦大学, 2009.
- [8] 方东, 欧阳夏骏. 南京市大气微生物调查及其动态研究[J]. 环境监测管理与技术, 2002, 14(6): 14-17.
- [9] 张予燕, 芮冬梅, 周灵辉. 南京钟山风景区对主城环境空气质量的影响[J]. 环境监控与预警, 2010, 2(1): 47-50.
- [10] 程培青, 王蕴, 刘仙娜. 大气微生物污染分布研究及防治对策[J]. 中国环境管理, 2003, 22(S1): 50-52.
- [11] 喻义勇. 南京亚青会环境空气质量状况及原因分析[J]. 环境监控与预警, 2014, 6(1): 5-9.
- [12] 贺泓, 王新明, 王跃思, 等. 大气灰霾成因与控制[J]. 中国科学院院刊, 2013, 28(3): 344-352.
- [13] 周晓东. 盐城滩涂湿地现状分析及湿地深度处理化工尾水设计[D]. 南京: 南京农业大学, 2005.
- [14] 李扬. 甘蔗糖成品霉菌污染的微生物学分析[D]. 广西: 广西大学, 2013.

(栏目编辑 李文峻)

(上接第41页)

(总大肠菌群不参与评价),  $\text{NH}_3\text{-N}$ 、Mn 和 Fe 为无锡市地下水的主要污染物; 总硬度、溶解性总固体、Pb、 $\text{NO}_2^-$ 、As 和  $\text{I}_{\text{Mn}}$  的污染等级相对也处在较高水平, 其余项目的值较低。此外, 全市的总大肠菌群超标现象较为普遍, IV类和V类标准点位占监测井数的比例 69%;

(3) 无锡市农业用地和建设用地下水污染程度整体高于水体和林地, 人类活动对地下水质量影响较大;

(4) 承压层的地下水污染较为严重, 比潜水层还略差, 这可能与地下水的过量开采和井口封闭不严有关;

(5) 无锡市管理部门应根据地下水污染现状, 对地下水资源进行动态监测(包括水量和水质监测), 并采取强有力的保护与治理措施, 以实现区域水资源的持续利用。

#### [参考文献]

- [1] 韩炜, 孟庆江, 杨靖. 徐州市市区地下水水质状况分析[J]. 环境科技, 2009, 2(22): 108-109.
- [2] 苏耀明, 苏小四. 地下水水质评价的现状与展望[J]. 水资源保护, 2007, 23(2): 4-9.
- [3] 井柳新, 刘伟江, 王东, 等. 中国地下水环境监测网的建设和管理[J]. 环境监控与预警, 2013, 5(2): 1-4.
- [4] 金辉, 韩增玉. 宁夏石空工业园区地下水质量状况调查[J]. 环境监控与预警, 2013, 5(5): 50-53.
- [5] 王敏, 孙敏, 曾睿. 美国 Surfer 8.0 软件在地下水环境质量评价中的应用[J]. 环境监控与预警, 2011, 3(4): 30-34.
- [6] 杨彦, 于云江, 王宗庆, 等. 区域地下水污染风险评估方法研究[J]. 环境科学, 2013(2): 653-661.
- [7] 周仰效, 李文鹏. 地下水水质监测与评价[J]. 水文地质工程地质, 2008(1): 1-11.
- [8] BOHLKE J K. Groundwater recharge and agricultural contamination[J]. Hydrogeology Journal, 2002, 10(1): 153-179.