

合肥市雾霾天气大气微生物监测与评价

何炎焯¹, 李能树^{2*}, 李聪慧², 赵汉阳² (1. 安徽大学江淮学院, 安徽合肥 230039; 2. 安徽大学生命科学学院, 安徽合肥 230601)

摘要 [目的]测定合肥地区6个功能区雾霾天气空气中微生物总数和污染状况。[方法]采用平板自然沉降法对合肥地区安徽大学鸣磬广场、桃花工业园经济发展公司、合肥老火车站、生态公园、安徽省立医院、马鞍山路与太湖路交口6个功能区雾霾天气大气微生物进行监测。[结果]马鞍山路与太湖路交口和老火车站微生物数量最高,以细菌为主,其次是霉菌和放线菌。经生理生化试验鉴定细菌、霉菌和放线菌类群,显示合肥地区雾霾微生物中细菌基本以微球菌属为主,霉菌以曲霉属、青霉属为主,放线菌以链霉菌属为主。[结论]合肥地区6个功能区雾霾天气微生物总数从高到低依次为马鞍山路与太湖路交口、合肥老火车站、生态公园、桃花工业园经济发展公司、安徽大学鸣磬广场、安徽省立医院。

关键词 雾霾;微生物;功能区;生理生化试验

中图分类号 S163 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)16-068-02

Monitoring and Evaluation of Microorganisms in Hazy Weather in Hefei City

HE Yan-xin¹, LI Neng-shu^{2*}, LI Cong-hui² et al (1. School of Jianghuai Anhui University, Hefei, Anhui 230039; 2. The School of Life Anhui University, Hefei, Anhui 230601)

Abstract [Objective] To detect the microbial amount and pollution status of hazy weather in six functional zones of Hefei City. [Method] Atmospheric microorganisms in hazy weather in six functional areas were monitored by flat natural sedimentation method, which were Mingqing Square in Anhui University, Peach Industrial Park Economic Development Corporation, the old railway station of Hefei, Ecological Park, Anhui Provincial Hospital, intersection of Maanshan Road and Taihu Road. [Result] The old railway station of Hefei and the intersection of Maanshan Road and Taihu Road had the maximum population of microorganism. Among them, bacterium was the majority, followed by fungi and actinomycetes. Physiological and biochemical tests were used to identify the populations of bacteria, fungi and actinomycetes. In atmospheric microorganisms of hazy weather, micrococcus was the majority of bacteria; Aspergillus and penicillium were the majority of fungi; and Streptomyces was the majority of actinomycetes. [Conclusion] Results of quantitative statistics show that the order of total microorganisms in hazy weather from big to small is intersection of Maanshan Road and Taihu Road, the old railway station of Hefei, Ecological Park, Peach Industrial Park Economic Development Corporation, Mingqing Square in Anhui University, Anhui Provincial Hospital.

Key words Haze; Microorganism; Functional areas; Physiological and biochemical test

近年来,我国雾霾频发,很多地区都在雾霾圈内,人们的生活带来了极大危害^[1]。雾霾的形成与气溶胶有直接关系,研究显示,在大气环流相对稳定时,大气层低空的空气垂直运动受限,其中的气溶胶难以向高空飘散而被阻滞在低空和近地面,各种气溶胶污染物逐渐堆积产生。雾霾为微生物提供了大量可附着颗粒物,可引起近地面紫外线强度减弱,从而使杀菌效果减弱,这在很大程度上增加了大气中微生物数量。因此,开展空气微生物研究与监测,能有效预防因微生物而引起的疫情。笔者以合肥市6个功能区为研究区域,研究雾霾天气大气微生物分布情况,旨在为该地区环境管理与决策提供技术依据。

1 材料与方 法

1.1 培养基 牛肉膏蛋白胨、高氏一号、PDA 培养基等。

1.2 样品采集 将上述培养基制成平板(9 cm),在雾霾天气下进行空气采样,分别在安徽大学鸣磬广场(安大新区)、桃花工业园经济发展公司(桃花工业园)、合肥老火车站(老火车站)、生态公园、安徽省立医院(省立医院)、马鞍山路与太湖路交口(交叉路口)距地面1.5 m处将平板盖打开,暴露5 min,盖好平板,分别于8:00~9:00、17:00~18:00采样1

次,同时记录温度、湿度、PM₁₀、人及车辆流动情况等。为使数据更加准确,同时在正常天气对上述地点进行对照采样。

1.3 微生物培养 将接种细菌的平板置于37℃培养箱中,放线菌、霉菌、酵母菌的平板置于28℃培养箱中,细菌、酵母菌、霉菌、放线菌分别培养24、48 h、5和7 d后计数。

1.4 微生物分离及鉴定 对在固体培养基上生长的菌落大小、形状、边缘、隆起度等进行形态观察,对出现频率高的菌落进行分离纯化和个体形态观察,再进行一系列生理生化反应,对微生物进行分类鉴定。根据王大昶的《细菌分类基础》^[2]和中国科学院微生物研究所的《一般细菌常用鉴定方法》^[3]进行细菌鉴定;按照中科院微生物所的《链霉菌鉴定手册》^[4]和阮继生著的《放线菌分类基础》^[5]中的方法进行放线菌鉴定;根据中国科学院微生物所编著的《常见与常用真菌》^[6]和魏景超著的《真菌鉴定手册》^[7]的方法进行霉菌鉴定。

微生物的计数利用奥梅梁斯基公式计算实际中每m³空气微生物总数(CFU),奥氏认为,5 min内落在面积90 mm²琼脂平板上的菌落数和10 L空气中所含的微生物数相同。

$$C = 1\,000 \times N / (A / 100 \times t \times 10 / 5) = 50\,000 \times N / (A \times t)$$

式中,C换算成活菌粒子数,CFU/m³;N为平均菌落数(经过培养后培养基的菌落数),个/皿;A为平皿面积,m²;t为平皿暴露于空气中的时间,min。

2 结果与分析

2.1 雾霾天气大气中微生物分布 由表1可知,交叉路口、老火车站的大气中,以细菌的数量最高,霉菌次之;生态公园

基金项目 水资源与水循环(J10118540004);“基础生物学实验(食品)新开课项目”(J10118447038);食品科学与工程基础生物学实验(J10118446026)。

作者简介 何炎焯(1985-),女,安徽六安人,助教,硕士,从事实验教学和实验室管理。*通讯作者,高级实验师,从事微生物学实验教学。

收稿日期 2016-04-29

霉菌数量最高;各采样点放线菌数量均较少。交叉路口和老火车站空气中细菌含量最高是由于这 2 个地区的人口密集、人员和车辆流动大,尘埃浓度相对较多。安大新区是学生生活区,机动车辆很少,尘埃浓度相对较低,大气中的细菌含量居第 5 位;生态公园绿化好,没有土地裸露,人口密度小,人员和车辆少,空气中细菌不多,但由于植被较大,空气湿度相对较大,霉菌数量较多。桃花工业园虽然是工业污染区,但位于合肥西南郊,长年风较大,区内人员、车辆流动少,因此细菌数量较少,而该区绿化面积较大,造成小环境的空气湿度大,霉菌的数量也相对较多。省立医院由于经常进行杀菌

消毒处理,因此,微生物数量最少。

通过对合肥市 6 个不同功能区雾霾天气大气中微生物数量的监测,结果表明,大气细菌数量从大到小依次为交叉路口、老火车站、生态公园、桃花工业园、安大新区、省立医院。

2.2 正常天气大气中微生物分布 由表 2 可知,交叉路口和老火车站的大气细菌污染最重,其次是桃花工业区和安大新区,省立医院和生态公园的大气细菌数量最低。正常天气大气中细菌数量从大到小依次为老火车站、交叉路口、安大新区、桃花工业园、生态公园、省立医院。

表 1 雾霾天气不同采样点各类微生物数量分布

Table 1 Microorganism quantitative distribution in different areas under hazy weather

采样点 Sampling site	微生物数量分布		
	细菌 Bacteria //个/m ³ × 10 ⁵	霉菌 Fungi //个/m ³ × 10 ⁴	放线菌 Actinomycetes //个/m ³ × 10 ³
安大新区 New campus of Anhui University	0.738 8	1.614 0	1.790 0
省立医院 Anhui Provincial Hospital	0.423 2	0.717 0	0
交叉路口 Intersection	6.609 9	1.112 0	2.510 0
老火车站 The old railway station	3.722 8	1.542 0	2.870 0
生态公园 Ecological Park	1.725 1	2.726 0	1.790 0
桃花工业园 Peach Industrial Park	1.438 2	1.542 0	2.870 0

表 2 正常天气不同采样点各类微生物数量分布

Table 2 Microorganism quantitative distribution in different areas under normal weather

地点 Site	微生物数量分布		
	细菌 Bacteria //个/m ³ × 10 ⁴	霉菌 Fungi //个/m ³ × 10 ³	放线菌 Actinomycetes //个/m ³ × 10 ²
安大新区 New campus of Anhui University	3.906 0	0.571 0	0.890 0
省立医院 Anhui Provincial Hospital	1.231 0	0.770 0	0.910 0
交叉路口 Intersection	5.222 0	1.121 0	2.130 0
老火车站 The old railway station	7.219 0	1.044 0	2.780 0
生态公园 Ecological Park	1.699 0	2.272 0	0
桃花工业园 Peach Industrial Park	3.587 0	0.548 0	8.240 0

2.3 雾霾空气中微生物的鉴定 对 6 个地点空气细菌中出现频率较高的菌落进行分离分类鉴定,结果表明,大气中主要是革兰氏阳性细菌,革兰氏阴性细菌较少。优势菌群为芽孢杆菌属(*Bacillus Cohn*)、微球菌属(*Micrococcus*)、葡萄球菌属(*Staphylococcus*)等;交叉路口的优势菌为葡萄球菌属(*Staphylococcus*)、微球菌属(*Micrococcus*)、芽孢杆菌属(*Bacillus Cohn*)等;火车站的优势菌为微球菌属(*Micrococcus*)、芽孢杆菌属(*Bacillus Cohn*)、葡萄球菌属(*Staphylococcus*)等;安大新区和桃花工业园的优势菌为葡萄球菌属(*Staphylococcus*)、芽孢杆菌属(*Bacillus Cohn*)等;生态公园的优势菌为芽孢杆菌属(*Bacillus Cohn*)等。真菌种类有交链孢霉属(*Alternaria*)、青霉属(*Penicillium*)、毛霉属(*Mucor*)、枝孢霉属(*Cladosporium*)和曲霉属(*Aspergillus*)等。放线菌种类有链霉菌属(*Streptomyces*)、放线菌属(*Actinomyces*)、诺卡氏菌属(*Nocardia*)等。6 个采样地大气微生物的优势菌群为埃希氏菌属(*Escherichia*)、链球菌属(*Streptococcus*)、变形杆菌属(*Proteus*)、分枝杆菌属(*Mycobacterium*)、棒状杆菌属(*Corynebacterium*)、奈瑟菌属(*Neisseria*)、流行性感病毒(*Influenza virus*)、麻疹病毒属(*morbillivirus*)、毛霉属(*Mucor*)、根霉属

(*Rhizopus*)、双球杆菌属(*Pneumococcus*)、微球菌属(*Micrococcus*)、土壤杆菌属(*Agrobacterium*)、肠杆菌属(*Enterobacter*)、假单胞菌属(*Pseudomonas*)、产碱杆菌属(*Alcaligenes*)、动性球菌属(*Planococcus*)、曲霉属(*Aspergillus*)、穗霉属(*Spicarica*)、青霉属(*Penicillium*)、节杆菌属(*Arthrobacter*)、异常球菌属(*Deinococcus*)、气单胞菌属(*Aeromonas*)、红曲属(*Monascus*)、镰刀菌属(*Fusarium*)、葡萄球菌属(*Staphylococcus*)、气微菌属(*Aeromicrobium*)、微小杆菌属(*Exiguobacterium*)、微杆菌属(*Microbacterium*)、卵形孢霉属(*Oospora*)、假单胞菌属(*Pseudomonas*)、黄杆菌属(*Flavobacterium*)、噬纤维菌属(*Cytophaga*)、芽孢杆菌属(*Bacillus Cohn*)、小核菌属(*Seclerotium*)、丝核菌属(*Rhizoctonia*)、地霉菌属(*Geotrichum*)、脉孢菌属(*Neurospora*)、枝孢属(*Cladosporium*)、高链孢霉属(*Alternaria sp*)、互隔交链孢霉[*Alternaria alternata*(Fr.) Keissler]、链霉菌属(*Streptomyces*)、放线菌属(*Actinomyces*)、诺卡菌属(*Nocardia*)等属^[8]。通过生理生化试验鉴定细菌、霉菌和放线菌类群,得出合肥地区雾霾微生物中细菌基本以微球菌属为主,霉菌以曲霉属、青霉属为主,放线菌以链霉菌属为主。

(下转第 93 页)

测原因为当 SLN 在释放时,由于聚合物的参与,聚合物在颗粒表面逐渐舒展溶解,形成通路,Fe²⁺ 与外界介质的接触增大,释放率提高,从而为固体脂质纳米粒在无机铁离子吸收部位释放提供了可能性。

表 1 SLN 的物理化学特征

Table 1 Physicochemical characterizations of SLN

SA: FeG 质量比 (W/W) Mass ratio of SA: FeG	平均粒径 Average grain size//nm	Zeta 电位 Zeta potential mV	多分散系数 Polydispersion coefficient
0	290.60 ± 4.41	- 22.27 ± 2.71	0.26
1:2	309.07 ± 5.31	- 44.40 ± 0.54	0.23
1:1	572.73 ± 13.30	- 48.47 ± 1.17	0.57
2:1	907.20 ± 15.30	- 50.34 ± 0.32	0.81

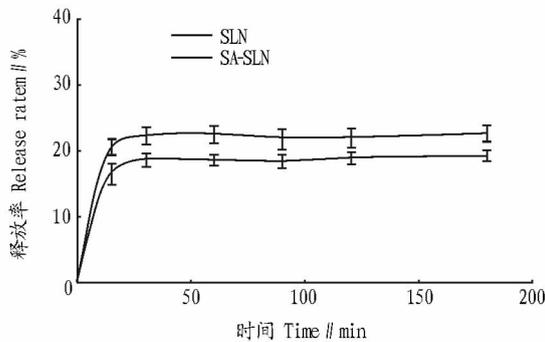


图 8 SLN 和 SA-SLN 在模拟肠液中的释放

Fig. 8 Release of SLN and SA-SLN in simulated intestinal fluid

3 结论

该试验运用 W/O/W 乳化法成功制备了葡萄糖酸亚铁固体脂质纳米粒,并考察了内外相、油水相体积比以及卵磷脂浓度对 SLN 包埋率的影响,确定当内相中水相与油相的体积比为 0.2,外水相与内相乳状液的体积比为 5:1,卵磷脂浓度为 5% 时,SLN 的包埋率取得最大,为 52.48%。海藻酸钠

的引入,由于与二价铁离子发生静电作用,对 SLN 的包埋率、粒径及 Zeta 电位产生了影响。当海藻酸钠与葡萄糖酸亚铁的质量比为 1:2 时,SLN 的包埋率取得最大,为 59.03%,优于对照组。释放试验结果显示,SLN 在模拟胃液中可以保护药物,并且在模拟肠液介质中实现释放。综上,固体脂质纳米体作为新型药物传递释放系统,为无机亚铁的包埋提供了新的技术手段。

参考文献

- [1] BURCHUM J, ROSENTHAL L. Lehne's pharmacology for nursing care [M]. Elsevier-Health Sciences Division, 2015.
- [2] World Health Organization. Micronutrient deficiencies [EB/OL]. (2014) [2016-04-01]. <http://www.who.int/nutrition/topics/ida/en/>.
- [3] BRABIN B J, PREMJI Z, VERHOEFF F. An analysis of Anemia and child mortality [J]. Journal of nutrition, 2001, 131(2): 636-645.
- [4] ZIMMEIMAN M B, HURRELL R F. Nutritional iron deficiency [J]. Lancet, 2007, 370(9586): 511-520.
- [5] HURRELL R. How to ensure adequate iron absorption from iron-fortified food [J]. Nutrition reviews, 2002, 60(7): 7-15.
- [6] FRICKER G, KROMP T, WENDEL A, et al. Phospholipids and lipid-based formulations in oral drug delivery [J]. Pharmaceutical research, 2010, 27(8): 1469-1486.
- [7] ZARIWALA M G, ELSAID N, JACKSON T L, et al. A novel approach to oral iron delivery using ferrous sulphate loaded solid lipid nanoparticles [J]. International journal of pharmaceutics, 2013, 456(2): 400-407.
- [8] XIA S Q, XU S Y. Ferrous sulfate liposomes: Preparation, stability and application in fluid milk [J]. Food research international, 2005, 38(3): 289-296.
- [9] MEHNERT W, MADER K. Solid lipid nanoparticles production, characterization and applications [J]. Advanced drug delivery reviews, 2012, 64: 83-101.
- [10] 王传好,曹光群,孙谦. W/O/W 型多重乳状液的制备及应用概述 [J]. 日用化学工业, 1991, 3(8): 23-32.
- [11] XIN Y J, BLYGH M W, KINSELA A S, et al. Effect of iron on membrane fouling by alginate in the absence and presence of calcium [J]. Journal of membrane science, 2016, 497: 289-299.
- [12] LIN H C, PRATHER C, FISHER R S, et al. Measurement of gastrointestinal transit [J]. Digestive diseases and sciences, 2005, 50(6): 989-1004.
- [13] MUKHIJA K, SINGHAL K, ANGMO S, et al. Potential of alginate encapsulated ferric saccharate microemulsions to ameliorate iron deficiency in mice [J]. Biological trace element research, 2016, 172(1): 179-192.

(上接第 69 页)

3 小结

该研究表明,合肥地区 6 个功能区雾霾天气微生物总数从高到低依次为马鞍山路与太湖路交口、合肥老火车站、生态公园、桃花工业园经济发展公司、安徽大学鸣磬广场、安徽省立医院。交叉路口主要是通过改变周边环境的温度及风力大小等因素来影响微生物的生存状况。在空旷的环境中,风速增大可使土壤中的微生物进入大气环境,风也可以使人员密集区域的大气微生物浓度降低。

参考文献

- [1] 林湧奕,李涛,陈素华,等. 广州某高校城市和郊外校区空气微生物检测结果分析 [J]. 中国学校卫生, 2013, 34(21): 1527-1528.

- [2] 杜喆华. 室内空气中微生物时空分布特性研究 [J]. 洁净与空调技术, 2012(6): 21-24.
- [3] 曲雅微,王体健,马超群,等. 灰霾天气期间南京气溶胶的化学组成及光学特性研究 [J]. 环境监测管理与技术, 2015, 27(2): 17-21.
- [4] ZHOU Y, CHEN M L, JIANG L, et al. Application of 16S rRNA sequence analysis for the study of atmosphere bacteria [J]. Letters in biotechnology, 2000, 11(2): 111-114.
- [5] 方志国,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.
- [6] 陈锬,万东,褚可成,等. 空气微生物污染的监测及研究进展 [J]. 中国环境监测, 2014, 30(4): 170-175.
- [7] 史军致. 浅谈全面深入开展大气微生物污染监测的必要性 [J]. 山西能源与节能, 2010, 60(3): 82-86.
- [8] 于晓南,张启翔. 多功能空气微生物检测仪监测大气中的细菌含量 [J]. 现代仪器, 2002, 8(5): 33-34.