

文章编号: 0254- 5357(2003)04- 0273- 04

燃烧麦秸对大气颗粒物中多环芳烃含量的影响

赵起越, 李新中, 陈 添
(北京市环境保护监测中心, 北京 100044)

摘要: 通过对集中燃烧麦秸前后北京市大气颗粒物中多环芳烃的分析, 结合麦秸燃烧排放气体中相关成分的测试, 说明燃烧麦秸对大气中多环芳烃的含量有很大的影响, 提示有关部门应为之采取措施, 防止大气环境质量因此而受到破坏。。

关键词: 燃烧麦秸; 大气颗粒物; 多环芳烃

中图分类号: X132; O625. 15

文献标识码: B

燃烧麦秸是我国农民常用的一种清理耕地、肥沃土壤的方法, 世界上其它国家也曾采用^[1~3]。麦秸在燃烧时会产生大量黑烟, 并释放多种污染物质, 其中包括多环芳烃(PAHs)。PAHs具有致癌性和免疫毒性^[4~7], 其中的苯并(a)芘(BaP)是已知的最强致癌物质之一。许多国家早就开展了此方面的研究工作, 并已取得了一些成果^[1~3, 8~13]。

2000年6月, 麦收过后, 北京市周边地区的一些农民开始在田间露天燃烧麦秸。至该月中、下旬, 燃烧活动越来越集中, 有些地方农田里黑烟滚滚, 火光冲天, 严重影响了北京城区、郊区及周边地区的环境空气质量。总悬浮颗粒物和可溶性钾的分析表明: 燃烧麦秸是大气环境污染的主要原因^c。为此, 国家环保总局发布急令, 禁止在田间燃烧麦秸。为了解麦秸燃烧对大气颗粒物中有机污染物的影响, 分别于2000年6月初和月中对北京市大气颗粒物中PAHs的成分和含量进行了测试, 还对麦秸燃烧排放的烟道气进行了分析, 结果表明, 周边地区燃烧麦秸对北京市环境空气中PAHs有明显影响。

1 样品来源

1.1 燃烧麦秸的污染源样品

用自制装置燃烧麦秸, 产生气体从烟道导出。采集烟道气进行分析。采样方法详见文献[14]。

1.2 环境样品

取北京市环境自动监测系统3[#]、4[#]、5[#]、7[#]子站的总悬浮颗粒物(TSP)膜, 每个站取两天的样品, 分别为6月3日和6月18日。6月3日燃烧麦秸的活动较少, 作为对照数据; 6月18日燃烧麦秸的活动比较集中, 大气颗粒物中的污染物含量较高。

使用大流量采样器进行环境空气采样, 气体流速1.13 m³/min, 采样时间为24 h, 具体方法详见文献[15]。

2 试验部分

2.1 仪器及试剂

HP1100高效液相色谱仪(HPLC), 配有荧光检测器; 超声波发生器。

除甲苯为分析纯外, 所有试剂均为色谱纯。

2.2 色谱条件

色谱柱: ZORBAX ODS, 4.6 mm ID × 25 cm; 流动相: 甲醇和水等梯度洗脱, $\varphi=90\%$ 甲醇, $\varphi=10\%$ 水; 流速: 1.0 mL/min; 柱温: 26 °C; 荧光检测器: $\lambda_{ex}=286\text{ nm}$, $\lambda_{em}=430\text{ nm}$, 增益12。

2.3 分析方法

2.3.1 污染源样品

用剪刀将采集样品的滤筒剪碎, 以有机溶剂超声提取两次, 每次20 min, 提取液经过滤后稀释, 用HPLC进行测定。

收稿日期: 2002-04-23; 修订日期: 2003-06-30

作者简介: 赵起越(1968-), 女, 北京市人, 高级工程师, 分析化学专业。

c 徐子优, 韩玉朴. 分析数据报告. 北京市环境保护监测中心, 2000. 6.

2.3.2 环境样品

用裁刀截取一定体积的尘膜,用有机溶剂超声提取 20 min,提取液经离心分离后,用 HPLC 进行测定^[16]。

2.3.3 测定的多环芳烃种类

实验选取大气颗粒物中含量较高,且被美国国家环保局(USEPA)列为优先控制的 7 种 PAHs 进行分析^[17],详见表 1。

表 1 PAHs 种类表
Table 1 Species of PAHs

PAHs 名称	英文简称	USEPA 注册号
荧蒽	FA	PAH EPA No. 39
苯并(a)蒽	BaA	PAH EPA No. 72
苯并(b)荧蒽	BbF	PAH EPA No. 74
苯并(k)荧蒽	BkF	PAH EPA No. 75
苯并(a)芘	BaP	PAH EPA No. 73
二苯并(ah)蒽	dBahA	PAH EPA No. 82
苯并(ghi)芘	BghiPe	PAH EPA No. 79

3 结果与讨论

3.1 燃烧麦秸烟道气中多环芳烃的分析

对燃烧麦秸烟道气颗粒物样品进行上述几种 PAHs 的分析,结果列于表 2。

表 2 烟道气颗粒物中 PAHs 的成分分析
Table 2 Analytical results of PAHs composition in flue gas

PAHs 名称	含量 ^① (mg/kg)	PAHs 名称	含量(mg/kg)
FA	154	BaP	43.0
BaA	54.3	dBahA	8.99
BbF	33.0	BghiPe	24.1
BkF	18.0		

①指每公斤滤筒中含有污染物的质量。

从表 2 看出:燃烧麦秸排放出大量的 PAHs,它们大多为麦秸等物质不完全燃烧的产物。在所测的 5 环以上(表 2 中 BbF 之后的 PAHs)的 PAHs 中 BbF、BkF 及 BaP 的含量较高。除了上述几种 PAHs 外,此类燃烧物中还含有菲、芘和茚等其它

PAHs^[2~3,16]。燃烧产生的 PAHs 种类和含量与燃料种类、含水量、燃烧条件和时间均有关系,其反应机理复杂,有待进一步研究。

3.2 燃烧麦秸前后环境空气中 PAHs 总量的变化

对 2000 年 6 月 3 日及 18 日的环境大气颗粒物样品进行测试,PAHs 总量分布如图 1。

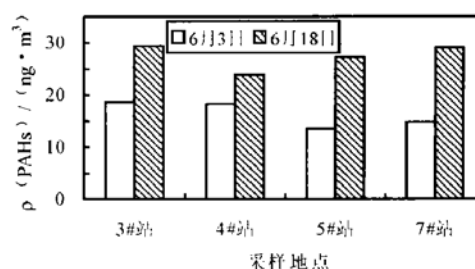


图 1 燃烧麦秸前后大气中 PAHs 总量变化

Fig. 1 Total concentration of PAHs before and after wheat straw burning

由于 2000 年 6 月 3 日及 18 日两天气温变化不大,因此气象条件的差异不会对 PAHs 在大气颗粒物上的分布产生很大影响^[8]。由图 1 看出:在大量燃烧麦秸后(即 6 月 18 日)北京市 4 个不同子站测定的 7 种 PAHs 总浓度均有提高,说明该地区有区域性的污染源存在,有关分析表明此污染源即为附近地区的麦秸燃烧^c。如图所示:6 月 3 日(对照数据),4 个子站大气颗粒物中 PAHs 总浓度平均值为 16.3 ng/m³,6 月 18 日总浓度平均值为 27.4 ng/m³,增加了 68.1%。其中 5# 站增加的幅度最大,由 6 月 3 日的 13.5 ng/m³增加到 6 月 18 日的 27.2 ng/m³,增加了 1 倍。4 个子站增加的幅度不同,是由于站位不同引起的。根据文献报道^[3,9],1997 年 6、7 月间在意大利 Naples 市测定的 PAHs 总浓度最大值为 24.8 ng/m³,2000 年 6 月 18 日北京 4 个子站的 PAHs 总浓度除 4# 站接近这一数值外,均高于此值。1997 年 9 月,印度尼西亚因大量燃烧麦秸发生森林大火,在距集中燃烧处约 350 km 的马来西亚境内的 Pudu 测定的 PAHs 总浓度在 7~46 ng/m³,与北京 6 月 18 日的数据相当。

3.3 环境样品中多环芳烃的成分分析

对 2000 年 6 月 3 日及 18 日的环境大气颗粒物样品进行了 7 种 PAHs 的测试,结果见表 3。

c 徐子优,韩玉朴.分析数据报告.北京市环境保护监测中心,2000.6.

由表3可知,除个别污染物外,北京市3[#]、4[#]、5[#]、7[#]子站6月18日测定的7种PAHs比6月3日相应的测定值均有所提高。其中强致癌物BaP增加了10.6%~153.4%。由文献可知,环境大气颗粒物中小于5环的PAHs采样误差较大^[9],因此重点研究了5环以上的PAHs。由前面的讨论可以知道:2000年6月3日与18日两天气温差异不大,气象条件对大气颗粒物中PAHs的分布影响较小,作者认为6月3日与18日大气颗粒物中PAHs的变化主要由当地的污染源——麦秸燃烧产生。5环以上的PAHs中BbF、BkF与BaP的变化较大,这与3.1节中麦秸燃烧污染源的分析相符。

表3 大气颗粒物中PAHs的成分分析

Table 3 Analytical results of PAHs composition in

atmospheric particles $\rho_B/(\text{ng}\cdot\text{m}^{-3})$

PAHs	3 [#]		4 [#]		5 [#]		7 [#]	
	06-03	06-18	06-03	06-18	06-03	06-18	06-03	06-18
FA	1.71	2.32	0.788	2.49	1.64	1.46	1.50	2.72
BaA	1.27	2.27	1.69	1.83	1.58	1.82	1.12	2.13
BbF	4.99	7.82	4.93	6.63	3.17	7.74	3.93	7.96
BkF	1.62	2.76	1.69	2.73	1.20	2.61	1.37	2.76
BaP	2.25	3.79	2.63	2.91	1.68	3.56	1.46	3.70
dBahA	0.673	2.23	0.539	0.794	0.553	1.92	0.664	2.89
BghiPe	6.16	8.16	6.02	6.53	3.63	8.08	4.80	6.87

3.4 燃烧麦秸后样品中BaP浓度的比较

将2000年6月18日测定的大气颗粒物样品中BaP数值与世界其他国家的城市大气中BaP测定值进行了比较,结果见表4。

表4 世界一些国家城市大气中BaP浓度

Table 4 BaP concentrations in some cities

around the world $\rho/(\text{ng}\cdot\text{m}^{-3})$

地点 city	测定时间 time	浓度 concentrate
英国伦敦	1992	0~3.1
美国洛杉矶	1989	0.21~0.50
日本东京	1977~1978夏	2.0~2.9
智利圣地亚哥	1997.06~08	0.03~0.68
马来西亚Pudu	1997.09	0.1~3
中国北京	2000-06-03	1.46~2.63
	2000-06-18	2.91~3.79

由表4可见:燃烧麦秸后,北京市大气颗粒物中BaP含量较高。英国伦敦1992年,包括采暖期在内BaP的最高浓度为 3.1 ng/m^3 ,2000年6月18日为北京的非采暖期,4个子站的测定值大多超过此值。日本东京的人口密度及机动车流量均大于北京,但在东京1977~1978年夏天测定的大气中的BaP的浓度低于2000年6月北京燃烧麦秸后大气中BaP的测定值。1997年6~8月,智利首都圣地亚哥测定的大气颗粒物中BaP的最高浓度为 0.68 ng/m^3 ,北京4个子站6月18日的测定值是它的4.3~5.6倍。1997年9月,印度尼西亚因大量燃烧麦秸引起森林大火,在距集中燃烧地约350 km的马来西亚Pudu测定的BaP的最高浓度为 3 ng/m^3 ,上述测定结果中,除了4[#]子站的测定值接近这一数值外,其它各站均超过此值,最大值达 3.79 ng/m^3 ,比Pudu的测定值高26.3%。

4 结语

对2000年6月麦秸燃烧前、后北京大气颗粒物中PAHs浓度进行分析,结合燃烧麦秸烟道气中PAHs含量的监测,说明燃烧麦秸对大气颗粒物中PAHs含量的增加有很大贡献。这一结论与国外的研究结果相符^[2,3,12,13,18]。目前,生物质燃烧对环境的污染正得到全世界的普遍关注^[1~3,10~13,19]。鉴于PAHs的毒性较大,麦秸燃烧排放出的PAHs应引起足够的重视。有关部门应严格禁止在露天燃烧麦秸,同时开发一些切实可行的处理麦秸的方法,以提高首都的环境空气质量,保障人民健康。

5 参考文献

- [1] Singh H B, Viezee W, Chen Y, et al. Biomass Burning Influences on the Composition of the Remote South Pacific Troposphere: Analysis Based on Observations from PEM-Tropics A [J]. *Atmospheric Environment*. 2000, 34: 635—644.
- [2] Oros Daniel R, Simoneit Bernd R T. Identification of Molecular Tracers in Organic Aerosols from Temperate Climate Vegetation Subjected to Biomass Burning [J]. *Aerosol Science and Technology*. 1999, 31: 433—445.
- [3] Fang M, Zheng M, Wang F, et al. The Solvent-Extractable Organic Compounds in the Indonesia Biomass Burning Aerosols Characterization Studies [J]. *Atmospheric Environment*. 1999, 33: 783—795.

- [4] 高振强, 郑杰, 吴秉铨, 等. 苯并芘诱发人肺癌组织中 p53 和 K_{ras} 基因突变研究[J]. 环境与健康杂志. 1996, 13(6): 244—246.
- [5] 陈家坤, 吴中量, 易菲, 等. 苯并(a)芘代谢产物诱发 BALB/3T3 细胞程序外 DNA 合成的研究[J]. 环境与健康. 1997, 14(4): 156—159.
- [6] 赵振华. 北京市大气中致癌、致突变等有机污染物的研究进展[J]. 大气环境. 1988, 16(6): 21—24.
- [7] 赵振华, 张湘桥, 许征帆, 等. 大气飘尘中有机污染物的分离、分析与致突变活性的研究[J]. 环境科学学报. 1983, 3(4): 335—345.
- [8] Muller J F, Hawber D W, Connel D W. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Atmospheric Environment of Brisbane, Australia [J]. *Chemosphere*. 1998, 37(7): 1369—1383.
- [9] Caricchia A M, Chiavarim Salvatore, Pezza Massimo. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Urban Atmospheric Particles in the City of Naples (Italy) [J]. *Atmospheric Environment*. 1999, (33): 3731—3738.
- [10] Tan Y L, Quanci J F, Borys R D, et al. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Smoke Particles from Wood and Duff Burning [J]. *Atmospheric Environment*. 1992, (26A): 1177—1181.
- [11] Kavouras Ilias G, Lawrence Joy, Koutrakis Petros, et al. Measurement of Particulate Aliphatic and Polynuclear Aromatic Hydrocarbons in Santiago de Chile: Source Reconciliation and Evaluation of Sampling Artifacts [J]. *Atmospheric Environment*. 1999, 33: 4977—4986.
- [12] 段凤魁, 鲁毅强, 狄一安, 等. 秸秆焚烧对北京市空气质量的影响[J]. 中国环境监测. 2001, 17(3): 8—11.
- [13] 杭维绮, 陈建江. 野外燃烧秸秆对环境的影响与防治[J]. 环境监测管理 & 技术. 2000, 12(2): 36—37.
- [14] 《污染源统一监测分析方法》编写组. 污染源统一监测分析方法 废气部分[M]. 北京: 技术标准出版社, 1983. 14—17.
- [15] 国家环境保护局《空气和废气监测分析方法》编写组. 空气和废气监测分析方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1990. 31—35.
- [16] GB/T 15439—1995, 环境空气 苯并(a)芘测定 高效液相色谱法[S].
- [17] Victoria Bertorelli, Richard Derwent. Atmospheric Processes Research Branch Meteorological Office, AIR QUALITY A to Z, A Directory of Air Quality Data for the United Kingdom in the 1990[Z]. Bracknell, 1995, 26.
- [18] Panther B C, Hooper M A, Trapper N J. A Comparison of Air Particulate Matter and Associated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Some Tropical and Temperate Urban Environments[J]. *Atmospheric Environment*. 1999, 33: 4087—4099.
- [19] Kulkarni Pramod, Venkataraman Chandra. Atmospheric Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Mumbai, India [J]. *Atmospheric Environment*. 2000, 34: 2785—2790.

The Influence of Wheat Straw Burning on Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Atmospheric Particles

ZHAO Qi-yue, LI Xin-zhong, CHEN Tian

(Beijing Municipal Environmental Monitoring Center, Beijing 100044, China)

Abstract: This article demonstrates that wheat straw burning has great effects on the PAHs in the atmospheric particles by the analysis of PAHs before and after wheat straw burning in Beijing. Suggestions have been put forward for authorities to take measures preventing air quality from damaging by wheat straw burning.

Key words: wheat straw burning; polycyclic aromatic hydrocarbons(PAHs); atmospheric particles