·调查与评价·

某火力发电厂周围小麦受 SO_2 污染调查

易 秀[1],冯武焕[2],张小迪[2]
(1.长安大学环境科学与工程学院,陕西 西安 710054; 2.西安市农业科学研究所,陕西 西安 710061)

摘 要:对某火力发电厂排放 SO_2 导致其周围小麦受污染的突发性事故进行了调查。通过实地勘察小麦的受害症状,发现小麦呈典型的硫氧化物危害和硫酸雾腐蚀特征;小麦生物学性状和产量调查结果表明,污染区与对照区小麦无论株高、茎粗、穗长均无显著差异。而小麦的产量已受到影响,与对照区相比差异极显著;污染区小麦叶片全硫量和水溶性硫测定结果表明,全硫量均值为 0.759%,高出对照区全硫含量均值 0.651%的 17%,经 t检验差异显著;水溶性硫含量均值 0.64%,高出对照区水溶性硫含量均值 0.52%的 23%,经检验差异极显著,表明污染区小麦受害确系 SO_2 所致;分析气象条件认为污染区小麦是在低气压、高湿度、低风速、偏西风和稳定天气频率偏高的状况下受到污染的。

关键词: SO_2;大气污染;小麦;调查
中图分类号: X826 **文献标识码**: B **文章编号**: 1006-2009(2005)06-0018-04

Investigation about the SO_2 Pollution for Wheat Around A Thermo-electric Power Station

YI Xiu[1], FENG Wu-huan[2], ZHANG Xiao-di[2]
(1. *School of Environmental Science and Engineering, Xian University, Xian, Shanxi* 710054, *China;*
2. *Xian Agriculture Science Institute, Xian, Shanxi* 710061, *China*)

Abstract: To investigate the pollution accident which caused the SO_2 pollution to wheat around a thermo-electric power station. The study indicated that wheat was harmed by oxides of sulfur and sulfuric acid fume. Although the biological characteristic of wheat in pollution area and control plot had no significant difference, the output of wheat in pollution area decreased and had significant difference with control plot. In pollution area, the concentration of total sulfur content was 0.759%, and 17% higher than control plot, t-test difference was significant; the concentration of water solubility sulfur content was 0.64%, and 23% higher than control plot, t-test difference was significant. There data indicate that the pollution was caused by SO_2.

Key words: SO_2; Air pollution; Wheat; Investigation

SO_2 是大气中量大、面广和危害较大的一种污染物,其主要来源于煤炭和石油等的燃烧。大气中的 SO_2 可通过植物叶片的气孔进入叶内,对植物造成伤害。其生理过程主要是 SO_2 进入叶片后,迅速与细胞间隙中的水反应生成亚硫酸盐(SO_3^{2-})和亚硫酸氢盐(HSO_3^-),再被氧化成硫酸盐(SO_4^{2-})。在正常情况下,SO_2 进入硫素营养代谢而被同化。然而当积累过多,不能及时被氧化为 SO_4^{2-} 时就会导致 SO_3^{2-} 和 HSO_3^- 的毒害,其毒性比 SO_4^{2-} 大 30倍。而 SO_4^{2-} 的过度积累,也可达到致毒水平[1,2]。作物一旦受到 SO_2 污染,轻则出现伤害症状,重则产量受到影响。现对某火力发电厂排放 SO_2 导致其周围小麦受污染的突发性事故进行调查。实地勘察小麦的受害症状和生物学特性,检测小麦叶片中全硫和水溶性硫的含量,在分析气象条件的基础上,进行综合论证,为受害区农业生产污染防治提供依据。

收稿日期: 2005-09-08
基金项目:国家自然科学基金资助项目(40372114);长安大学科技发展基金资助项目(04Z08)
作者简介:易 秀(1965—),女,青海西宁人,副教授,博士,主要从事土壤与水资源环境污染防治的教学与科研工作。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1 某火力发电厂基本情况

某火力发电厂装机容量为 20万 kW,年耗煤量为 100万 t,日耗煤量约为 0.28万 t,主要燃煤的含硫量约为 3.27%,最高达 4%左右。废气由高 80 m、出口内径为 5.1 m的两座烟囱排放。

2 受害麦田勘察

此次小麦受害为一次突发性 SO_2 污染事故。小麦受害区地处山前洪积平原,地势平坦,海拔约 470 m,属温带半湿润大陆季风气候,年降水量为 700 mm左右,年平均湿度为 0.68,年平均气温为 13.5 ℃。常年主导风向为西风,最大风速 21 m/s。

该区土壤以黄土母质发育的褐土为主,有机质和全氮含量分别为 0.99%～1.40%和 0.067%～0.117%。主要农作物为小麦和玉米。

2.1 小麦受害症状

小麦受害症状出现在 4月 13日早晨,现场调查发现,小麦旗叶和倒二叶绝大多数受害,其中旗叶平均受害率 91.6%,倒二叶 90.4%。其主要症状是叶脉间有因失绿引起的水渍状黄褐色条斑或点块状、连珠状褐色斑,叶片出现症状的部分与未受害的部分之间界限分明如刀刻状,呈典型的硫氧化物危害和硫酸雾腐蚀特征。

田间病虫害调查发现,病虫危害的症状极轻,且与上述大气污染危害症状截然不同,也未发现小麦因喷洒农药或过量施肥引起的毒害。小麦根部生长正常,排除了污水灌溉可能造成的危害。

2.2 小麦受害范围和受害程度

污染区位于火电厂以东呈带状分布。根据小麦受害症状观察,其中严重污染区东西长约 1.7 km,南北宽约 0.3 km,区内小麦面积 32.0 hm^2;中度污染区东西长约 2.0 km,南北宽约 0.4 km,区内小麦面积为 51.2 hm^2;轻度污染区东西长约 1.7 km,南北宽约 0.5 km,区内小麦面积为 36.0 hm^2。

2.3 小麦减产程度

小麦旗叶和倒二叶担负着主要光合作用的功能[3,4],受害后将不同程度地影响着小麦产量。为了解小麦的受害程度,分别在小麦受害初期和完熟期,在严重污染区、中度污染区、轻度污染区和对照区布点采样,对小麦生物学性状和产量进行测定。小麦生物学特性见表 1。

表 1 小麦生物学特性

采样点	代号	株高/cm	茎粗/mm	穗长/cm	667 m^2 穗数/万	穗粒数/粒	千粒重/g 各采样点	千粒重/g 平均	平均产量/kg·667 m^{-2}	比对照减少/%
对照	20	102	3.8	8.6	35.1	35	37.7	37.3	306.0	
(CK)	21	89	4.0	8.5	31.2	33	36.9			
严重污染区	01	90	3.7	8.3	29.1	30	31.8	33.3	212.0	30.7
	02	100	3.7	8.1	28.8	28	32.1			
	03	102	3.9	8.2	27.9	28	32.4			
	04	88	4.0	8.4	29.2	32	30.0			
	05	93	4.0	8.3	26.3	28	32.3			
	06	91	3.6	8.3	31.9	31	35.8			
	07	85	3.5	8.6	30.3	33	33.0			
	08	85	3.9	8.3	32.4	29	35.8			
	09	98	3.8	8.5	31.9	31	35.9			
中度污染区	10	94	3.9	8.4	32.1	32	35.1	34.5	236.0	22.9
	11	85	4.0	8.5	29.9	33	34.7			
	12	85	3.7	8.3	33.0	33	35.2			
	13	91	3.9	8.1	32.9	29	34.1			
	14	100	3.9	8.3	29.3	33	33.5			
轻度污染区	15	93	3.9	8.6	32.0	33	34.4	35.4	265.0	13.4
	16	103	3.6	8.2	30.1	30	36.3			
	17	79	3.7	8.4	31.9	34	36.4			
	18	99	4.0	8.3	35.3	33	34.7			
	19	82	4.0	8.6	32.3	34	35.1			

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

由表 1可见,污染区与对照区小麦无论株高、茎粗和穗长均无显著差异;每 667 m^2 穗数和每穗粒数污染区比对照区略少;而小麦千粒重则差异显著,严重污染区、中度污染区和轻度污染区小麦千粒重依次为 33.3 g、34.5 g和 35.4 g,分别比对照区小麦千粒重 (37.3 g)低 4.0 g、2.8 g和 1.9 g。由此看来,每 667 m^2 穗数、每穗粒数和千粒重是影响小麦最终产量的主要因素。

经多点实收 0.667 m^2 麦穗脱粒晒干称重,计算小麦平均每 667 m^2 面积产量。结果表明,严重污染区、中度污染区和轻度污染区小麦平均每 667 m^2 产量依次为 212.0 kg、236.0 kg和 265.0 kg,分别比对照区平均产量 306.0 kg减产 30.7%、22.9%和 13.4%。

3 小麦植株含硫量的测定

农作物受大气污染后,污染物通过气孔进入叶片且在植物体内积累,测定叶片中某种物质的含量是判断何种污染物最为有效的手段。叶片是否受硫氧化物污染,一般情况下测定全硫即可做出判断。考虑叶片受硫氧化物污染后硫大部分呈水溶态存在,所以测定水溶性硫含量,其结果更能反映实际情况。小麦叶片全硫和水溶性硫的测定用 $BaSO_4$ 比浊法[5]。污染区和对照区小麦叶片全硫和水溶性硫测定结果见表 2。

由表 2可见,污染区小麦叶片全硫量均值为 0.759%,高出对照区小麦叶片全硫含量均值 0.651%的 17%,经 t检验 ($t = 2.37^{*} > t_{0.05} = 2.03$; 5%显著水平)差异显著;污染区小麦叶片水溶性硫含量均值 0.64%,高出对照区小麦叶片水溶性硫含量均值 0.52%的 23%,经 t检验 ($t = 3.01^{**} > t_{0.01} = 2.72$; 1%显著水平),差异极显著。该测定结果表明污染区小麦受害确系 SO_2 所致。

4 气象条件与污染危害的关系

4.1 气压

4月 1日气压为 984 hPa,至 4月 10日逐次下降为 952 hPa,降低幅度为 32 hPa; 4月 11—12日有所回升。将此期间的气压资料与十年 4月份平均值相对比,4月 4—12日均处于十年均值以下,小麦受害症状出现前一个星期气压处于低压控制中。4月 1—12日气压变化见图 1。

表 2 污染区和对照区小麦叶片全硫和水溶性硫测定结果

污染区			对照区		
代号	全硫 /%	水溶性硫 /%	代号	全硫 /%	水溶性硫 /%
01	0.820	0.81	31	0.708	0.61
02	0.920	0.53	32	0.632	0.50
03	0.870	0.54	33	0.686	0.65
04	0.868	0.61	34	0.695	0.49
05	0.669	0.65	35	0.567	0.42
06	0.874	0.76	36	0.615	0.42
07	0.657	0.60			
08	0.834	0.68			
09	0.721	0.66			
10	0.630	0.60			
11	0.639	0.47			
12	0.739	0.71			
13	0.566	0.54			
14	0.879	0.66			
15	0.420	0.41			
16	0.707	0.61			
17	0.797	0.67			
18	0.856	0.81			
19	0.783	0.70			
20	0.733	0.68			
21	0.701	0.65			
22	0.786	0.65			
23	0.808	0.65			
24	0.768	0.61			
25	0.904	0.72			
26	0.707	0.67			
27	0.778	0.60			
28	0.781	0.78			
29	0.777	0.61			
30	0.766	0.53			
平均值 ($\bar{X}$)	0.759	0.64		0.651	0.52
标准差 (s)	0.108	0.09		0.055	0.10

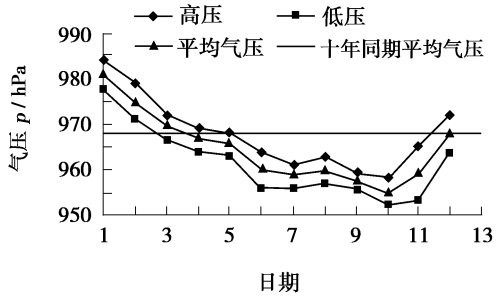

图 1 4月 1—12日气压变化

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

4.2 相对湿度

4月 1—12日平均相对湿度为 73%～91%,均高于十年 4月份平均相对湿度值。4月 1—12日平均相对湿度变化见图 2。

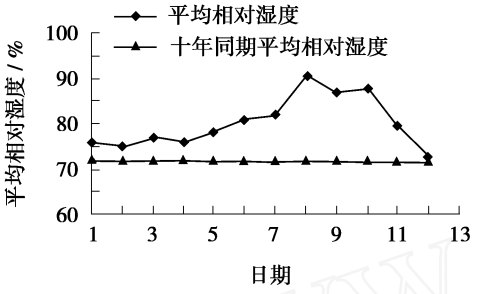

图 2 4月 1—12日平均相对湿度变化

4.3 风速风向

4月 1—12日污染区地面风向出现频率与当地十年 4月份平均风向频率相比,偏西风频率(WWS,WWN)明显偏高,高出 15.7%。该期间风速平均为 1.16 m/s,十年 4月份平均风速为 1.60 m/s,可见该段时期污染区处于偏西风、小风天气。

4.4 大气稳定度

大气稳定度频数分布见图 3。通过计算 4月 1—12日当地各类大气稳定度出现的频率发现,极不稳定天气(A类)出现频率为 10.5%,中度不稳定天气(B类)出现频率为 34.2%,中性天气(D类)出现频率为 31.6%,而稳定天气(E类和 F类)10.5%和 13.2%。和当地多年气象资料相比,该期间稳定天气出现频率偏高。

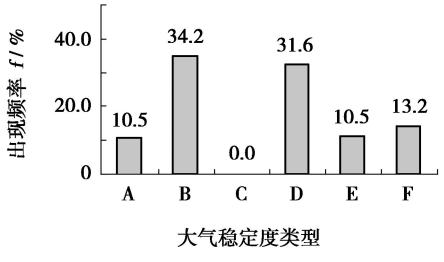

图 3 大气稳定度频数分布

综上所述,在 4月 1—12日期间污染区处于低气压、高湿度、低风速、偏西风、稳定天气频率偏高的天气状况。在该气象条件下造成污染源排放的硫氧化物易于高浓度落地滞留,并形成硫酸雾,遇到植物则产生伤害。

5 结论

(1)通过现场调查发现,小麦旗叶和倒二叶绝大多数受害,其主要症状是叶脉间有因失绿引起的水渍状黄褐色条斑或点块状、连珠状褐色斑,叶片出现症状的部分与未受害的部分之间界限分明如刀刻状,呈典型的硫氧化物危害和硫酸雾腐蚀特征。

(2)小麦生物学性状和产量调查结果表明,污染区与对照区小麦无论株高、茎粗、穗长均无显著差异;每 667 m^2 穗数和每穗粒数污染区比对照区略少;而小麦千粒重则差异显著。说明污染区小麦的最终产量已受到影响。

(3)污染区小麦叶片全硫量和水溶性硫测定结果表明,全硫量均值为 0.759%,高出对照区全硫含量均值 0.651%的 17%,经 t检验差异显著;水溶性硫含量均值 0.64%,高出对照区水溶性硫含量均值 0.52%的 23%,经 t检验差异极显著。该测定结果表明污染区小麦受害确系 SO_2 所致。

(4)污染区小麦是在低气压、高湿度、低风速、偏西风、稳定天气频率偏高的天气状况下受到污染的。

[参考文献]

[1] 张 从. 农业环境保护概论 [M]. 北京:中国农业大学出版社, 1999.

[2] 陕西省农业环境保护协会. 农业环境污染及其防治 [M]. 西安:陕西科学技术出版社, 1988.

[3] 崔 微,娄成后,阎龙飞,等. 作物栽培生理基础 [M]. 北京:科学出版社, 1999.

[4] 潘瑞炽,董愚得. 植物生理学 [M]. 北京:人民教育出版社, 1979.

[5] 中国土壤学会农业化学专业委员会. 土壤农业化学常规分析方法 [M]. 北京:科学出版社, 1983.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net