

# 大气污染物烟尘对农作物环境的影响研究\*

傅嘉媛

郑泽群

(福州大学环境与资源工程系 福州 350002) (西安农业科学研究所 西安 710054)

**摘要** 模拟试验研究烟尘对大白菜品质及产量的影响结果表明,烟尘对大白菜生物学性状、生理功能、产量与品质均有不同程度的影响,差异显著与差异极显著临界降尘量分别为  $45.7\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{月}$  和  $65.7\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{月}$ , 对应大白菜减产幅度分别为 16.6% 和 30.0%, 可溶性糖含量分别降低 16.7% 和 31.0%, 粗蛋白质含量分别降低 15.0% 和 15.9%。

**关键词** 烟尘 大白菜 临界降尘量 产量 品质

**Study on influence of atmosphere infectant soot on crop.** FU Jia-Yuan(Department of Environment and Resources Engineering, Fuzhou University, Fuzhou 350002), ZHENG Ze-Qun(Xi'an Institute of Agricultural Sciences, Xi'an 710054), *CJEA*, 2004, 12(1):165~167

**Abstract** The harm symptom and harm degree to Chinese cabbage were studied in the soot simulating test. The results show that the Chinese cabbage has changed in biology characters, physiological function, output and quality by the influence of soot of different quantities. The critical soot quantity of distinct difference and bally distinct difference are  $45.7\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{mon.}$  and  $65.7\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{mon.}$ , their ranges of reduction output are 16.6% and 30.0%. The influence of soot on quality of the Chinese cabbage is distinct too. The contents of solubility sugar are decreased by 16.7% and 31.0%, and the contents of coarse protein are decreased by 15.0% and 15.9%, respectively.

**Key words** Soot, Chinese cabbage, Critical soot quantity, Yield, Quality

燃煤锅炉烟气中含有  $\text{SO}_2$ 、烟尘、 $\text{NO}_x$  和 CO 等污染物质,特别是  $\text{SO}_2$  和烟尘排放量大,易对农作物造成慢性伤害或急性伤害。陕西省略阳电厂的燃煤锅炉耗煤量大,加之所处地形复杂,大气扩散条件较差,曾多次发生电厂排放的  $\text{SO}_2$  和烟尘致使农作物受害事件。本研究模拟试验了烟尘对大白菜生长、产量、生理功能和品质的影响,确定了烟尘伤害农作物的可能性、阈值以及伤害症状和伤害程度,为火电厂或大型工业燃煤锅炉的污染防治提供理论依据。

## 1 试验材料与方法

试验在陕西省西安市郊区塑料大棚内进行,供试土壤为壤质垆土,各试验小区面积  $1.3\text{m}^2$ ,种植 4 棵大白菜,株行距  $0.5\text{m}\times 0.57\text{m}$ 。供试大白菜品种为“小杂 56”,生育期 92d(8月21日播种,11月20日收获)。试验用粉煤灰采自陕西省略阳电厂 210m 烟囱内,其比重和容重分别为  $2.37\text{t}/\text{m}^3$  和  $0.438\text{t}/\text{m}^3$ ,93.7% 的粉煤灰颗粒粒径  $< 0.1\text{mm}$ 。采用光谱半定量法测定降尘化学成分,用电位法(灰水比为 1:10)测定其 pH 值。设 6 种模拟降尘量分别为  $0\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{月}$  (CK)、 $20\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{月}$  (I)、 $30\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{月}$  (II)、 $40\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{月}$  (III)、 $50\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{月}$  (IV) 和  $60\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{月}$  (V) 处理,在大白菜生长 20d 后(5 片真叶)进行第 1 次模拟降尘,之后每 5d 模拟降尘 1 次,连续降尘 6 次。实测大棚内自然降尘量为  $15.7\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{月}$ ,试验实际降尘量则分别为  $15.7\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{月}$ 、 $35.7\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{月}$ 、 $45.7\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{月}$ 、 $55.7\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{月}$ 、 $65.7\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{月}$  和  $75.7\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{月}$ 。每处理重复 6 次,随机区组排列,施肥、灌溉及其他管理同大田。于大白菜生长 50d 后采集功能叶片,分别用分光光度法、改良半叶法和电导仪法测定其叶绿素、光合强度和电导率。大白菜收获后分别用 2,6-二氯吡啶酚钠滴定法、蒽酮比色法和靛酚蓝比色法测定其维生素 C、可溶性糖和粗蛋白质含量<sup>[1]</sup>。用单向分组资料进行统计方差分析检验各处理间差异显著性,用新复极差检验比较各处理平均值。

\* 陕西省环境保护局“略阳电厂污染事故处理专项调查试验研究”项目资助

收稿日期:2002-11-20 改回日期:2002-12-23

## 2 结果与分析

### 2.1 降尘对大白菜生长与产量的影响

模拟测定结果表明,供试降尘主要化学成分含量 Fe、Al、Ca、Mg、Si、Ti 和 Na 分别为 25g/kg、>100g/kg、20g/kg、5g/kg、>100g/kg、7g/kg 和 5g/kg, Mn、Cu、Pb、Zn、Ni 和 Cr 分别为 0.1g/kg、0.04g/kg、0.06g/kg、0.15g/kg、0.05g/kg 和 0.06g/kg。第 1 次降尘处理后第 3d 大白菜叶片均出现白色斑点,叶尖失绿枯萎并向上卷缩,部分叶片因局部受害停止生长而发生扭曲,表明大白菜幼苗对降尘很敏感,较小降尘量(18.7t/km<sup>2</sup>·月左右)也会伤害大白菜。且随降尘次数的增多而大白菜受害症状越加严重,叶片相继出现多处坏死褐斑,甚至致使叶片细小侧脉干枯。据观察降尘危害大白菜主要发生在幼苗期和莲座初期,而对莲座后期与结球期影响较小。降尘主要危害大白菜展开的较宽叶形第 1~9 片外叶。由表 1 可知随降尘量的增大而大白菜长势明显减弱,与对照相比处理 I 大白菜长势植株差异较小,处理 II 长势则明显低于对照,而处理 V 大白菜植株矮小,包心不紧且结球率低,生长严重受抑。由表 2 可知降尘量每增加 10t/km<sup>2</sup>·月,大白菜约减产 6%~7.4%,其回归方程为<sup>[2,3]</sup>:

$$Y = 5941 - 37X \quad (R = -0.9967^{**}) \quad (1)$$

表 1 降尘对大白菜生物学性状的影响\*

Tab.1 The influence of soot on biology characters of Chinese cabbage

处 理 Treatments	株高/cm Average plant height	株径/cm Average plant breadth	球高/cm Average ball height	球径/cm Average ball breadth	紧实度 Tightness degree	结球率/% Rate of produce ball
CK	43.0	60.0	38.0	11.0	紧实	100.0
I	41.0	59.0	37.0	11.0	紧实	100.0
II	40.0	59.0	36.0	11.0	紧实	100.0
III	39.0	59.0	33.0	10.0	中等	91.7
IV	40.0	59.0	36.0	9.0	疏松	95.8
V	39.0	57.0	33.0	9.0	疏松	83.3

\* 表中株高、株径、球高和球径均为平均值。

表 2 降尘对大白菜产量的影响

Tab.2 The influence of fall-soot on output of Chinese cabbage

处 理 Treatments	毛菜/kg·hm <sup>-2</sup> Cabbage output	净菜/kg·hm <sup>-2</sup> Net cabbage output	净菜率/% Rate of net cabbage	减产率/% Rate of reduction output
CK	87900	68175	77.6	-
I	79335	56670	71.4	9.7
II	73335	54165	73.9	16.6
III	66840	45675	68.3	24.0
IV	61500	42330	68.8	30.0
V	55005	37005	67.3	37.4

方差分析结果表明,处理 I 大白菜产量下降 9.7%,但与对照植株相比无显著差异;处理 II 大白菜产量显著下降,减产率为 16.6%;处理 IV 大白菜产量极显著下降,减产率为 30.0%;处理 V 大白菜产量降低 37.4%,大白菜生产明显受抑。故实际降尘量 45.7t/km<sup>2</sup>·月和 65.7t/km<sup>2</sup>·月可

视为大白菜产量受显著和极显著影响的临界降尘量。

### 2.2 降尘对大白菜生理功能及品质的影响

降尘对大白菜生理功能的影响。大白菜叶片叶绿素含量与光合强度均随降尘量的增大而呈直线下降趋势(见图 1),其回归方程分别为:

$$\hat{Y}_{\text{叶绿素}} = 1.6 - 0.057X \quad (R = -0.9035^{**}) \quad (2)$$

$$\hat{Y}_{\text{光合强度}} = 6.2 - 0.110X \quad (R = -0.9445^{**}) \quad (3)$$

大白菜叶片电导率随降尘量的增大而增大,电导率破坏大白菜叶片细胞结构,引起叶片细胞膜透性增大,导致叶片细胞内含物外渗,其回归方程为:

$$\hat{Y}_{\text{电导率}} = 0.49 + 0.008X \quad (R = 0.8900^{**}) \quad (4)$$

表明降尘能降低大白菜叶片叶绿素含量与光合强度,破坏大白菜叶片细胞结构,抑制大白菜生长。

降尘对大白菜品质的影响。受降尘污染后大白菜维生素 C

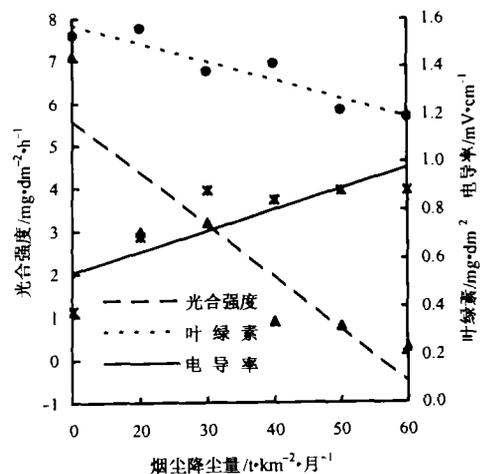


图 1 烟尘对大白菜生理功能的影响

Fig.1 Influence of soot on physiological function of Chinese cabbage

含量无明显变化( $P>0.05$ ),可溶性糖与粗蛋白质含量随降尘量增大而呈直线下降趋势,其回归方程分别为:

$$\hat{Y}_{\text{可溶性糖}} = 2.15 - 0.013X \quad (R = -0.9286^{**}) \quad (5)$$

$$\hat{Y}_{\text{粗蛋白质}} = 22.3 - 0.0977X \quad (R = -0.9388^{**}) \quad (6)$$

方差分析结果表明(见表 3),处理 I 大白菜可溶性糖与粗蛋白质含量分别下降 9.7% 和 5.9%,与对照相比均未达显著差异水平;处理 II 大白菜可溶性糖和粗蛋白质含量分别下降 16.7% 和 15.0%,与对照相比差异显著;处理 IV 大白菜可溶性糖和粗蛋白质含量分别下降 31.0% 和 15.9%,这与降尘量对大白菜有明显伤害表现一致。

### 3 小 结

燃煤锅炉烟尘对供试大白菜“小杂 56”生长、产量和品质均有明显影响,其显著差异与极显著差异临界降尘量分别为  $45.7\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{月}$  和  $65.7\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{月}$ ,对应减产幅度分别为 16.6% 和 30.0%,可溶性糖含量分别降低 16.7% 和 31.0%,粗蛋白质含量分别降低 15.0% 和 15.9%。大白菜幼苗期和莲座初期对烟尘污染反应十分敏感,较小降尘量也会对大白菜产生明显伤害。

### 参 考 文 献

- 1 中国土壤学会. 土壤农业化学常规分析方法. 北京:科学出版社,1989
- 2 叶文虎,栾胜基. 环境质量评价. 北京:高等教育出版社,1994
- 3 孙秋碧. 统计学. 厦门:厦门大学出版社,1997

表 3 降尘对大白菜品质的影响

Tab. 3 The influence of fall-soot on quality of Chinese cabbage

处 理 Treatments	维生素 C/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ Vitamin C	可溶性糖/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ Solubility sugar	减少率/% Rate of decrease	粗蛋白质/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ Coarse protein	减少率/% Rate of decrease
CK	140	21.6	—	220	—
I	139	19.5	9.7	207	5.9
II	137	18.0*	16.7	187*	15.0
III	152	18.4*	14.8	187*	15.0
IV	150	14.9**	31.0	185*	15.9
V	161	16.1**	25.5	154**	30.0

\* 表示 LSD 法检验差异显著( $P<0.05$ ), \*\* 表示差异极显著( $P<0.01$ )。