

大庆石油化工大气污染对几种大豆幼苗的伤害初探^{*}

赫延龄 郑蔚虹 张东向 李赫宇

(齐齐哈尔师范学院生物系,齐齐哈尔 161006)

摘 要

用大庆石油化工(以下称石化)污染大气,对四个品种大豆幼苗进行熏气处理试验的结果可见,叶片浸液的电导率和 K^+ 外渗率都明显增大;叶片叶绿素、可溶性糖、蛋白质和核酸的含量却显著下降;过氧化物酶同工酶的含量和活性升高。这表明石化大气污染对大豆幼苗具有伤害作用。但是,不同品种的大豆幼苗对其伤害的反应不同,所测试的四个品种大豆中,合丰25和嫩丰4抗性较强,而黑河5和嫩丰11则抗性较弱。这为石化大气污染对植物(或作物)伤害的研究和抗污大豆品种的选择提供参考。

关键词 石化污染;大豆幼苗;伤害;抗性

前 言

石油的开采,炼油和其产品的加工等生产过程中都会排放出大量有毒物质,会造成严重的环境污染,不仅威胁人类的健康,而且对植物和农作物也造成较大的伤害。然而,对农作物特别是对大豆的危害研究报导少见。本文仅用大庆石化总厂采集的污染大气,对几种栽培大豆幼苗的伤害作了初步探讨,为石油化工造成的环境污染,对植物或农作物伤害的研究以及抗污大豆品种的选择,提供参考。

材料和方法

材料 选取合丰25 嫩丰4 嫩丰11 黑河5等四种大豆种子,清水洗净,并用1%的次氯酸钠消毒,用水培法放 $25^{\circ}C$ 恒温培养箱中发芽,待幼苗长7cm高时分别移到大花盆中,每种栽种20盆,每盆10株,浇水培养。长到8~10个叶左右,将每种各取10盆分别放入 $4m \times 10m \times 2m$ 的两个塑料大棚中作为试验组和对照组。

* 本文于1996年8月7日收到。

This paper was received on Aug. 7, 1996.

大气采集及处理 取 5 个空氧气钢瓶,分别带到大庆石化总厂的合成氨、化纤、炼油、乙烯和丙烯酰等分厂,在距车间 50m 左右的地方将氧气瓶先用真空泵将其瓶内空气抽出,然后泵入车间附近的污染大气(内装量每瓶均为 150kg/g $/\text{cm}^2$),带回备用。将试验组棚门上的排气孔打开,分别将 5 瓶钢瓶气门打开各放入 20kg/g $/\text{cm}^2$ 然后密封排气孔,6 小时后再冲一次气,密封。用同样方法,采集未受污染的大气处理对照组 48 小时和 96 小时各取样一次进行测试。

电导率和 K^+ 外渗率测定 以张志良主编的植物生理学实验指导的方法^[1],用 DDS-11A 型电导率仪和火焰光度计分别进行测试。

叶绿素含量测定 以分光光度法^[1],用 751-G 型分光光度计测定。

可溶性糖含量测定 以蒽酮比色法^[1],用 751-G 型分光光度计测定。

蛋白质含量测定 用 Folin-酚试剂法^[2]测定。以牛血清蛋白制标准曲线。

核酸含量测定 用植物体总核酸浓度测定总核酸浓度 $(\text{mg}/\text{ml}) = 0.0629A_{260} - 0.0360A_{280}$

过氧化物酶同工酶含量测定 用吴少伯聚丙烯酰胺凝胶电泳法^[3],在 4°C 冰箱中进行电泳。用抗坏血酸-联苯胺染色液染色,将各胶柱装入小试管,用 DGS-1 型电泳光密度扫描仪分别对各胶柱扫描,按扫描图积分曲线计算酶含量。

过氧化物酶同工酶活性测定 用 751-G 型分光光度计以比色法测定^[1]。

结果与讨论

1. 叶片浸液电导率和 K^+ 外渗量的变化

石化大气污染的叶片浸液的电导率和 K^+ 的外渗量会明显的大于对照(表 1) 但是,不同品种的大豆增加的幅度大小不同,在所测试的四个品种大豆中,无论是浸液电导率的增加幅度,还是 K^+ 的外渗量增加的幅度,从大到小都依次为嫩丰 11 黑河 5 嫩丰 4 合丰 25 从表 1 还可见叶片浸液电导率地变化与 K^+ 的外渗量呈正相关。这些变化表明石化污染的大气伤害了大豆叶片的膜系,使膜的透性加大,细胞内的物质和离子大量外流,外流

表 1 石化污染大气处理 96h 的大豆叶片浸液电导率和 K^+ 外渗量变化

Table 1 Electric conductivity and K^+ leakage changes of soybean leaves treated with petrochemical pollution air for 96 hours

品种 Varieties	电导率 $\mu\Omega/\text{cm}$ Electric conductivity		污染增加值 (%)	K^+ 外渗量 $\mu\text{g}/\text{g}^\circ\text{Fw}$ K^+ leakage		污染增加值 (%)
	对照 Control	污染 Pollution	Increment from pollution	对照 Control	污染 Pollution	Increment from pollution
合丰 25	56	223	298	57	226	296
黑河 5	59	440	646	58	420	624
嫩丰 4	55	226	311	59	348	490
嫩丰 11	53	474	794	52	432	730

注:表中数值为 6 次测试平均值

量大,电导率和 K^+ 外渗量就增大,说明膜伤害的程度就大。在四种大豆中,嫩丰 11 黑河 5 膜系破坏程度较大,合丰 25和嫩丰 4膜系伤害的程度较小。

2. 叶片中叶绿素含量的变化

植物在逆境伤害时最明显地表现是叶绿素的分解破坏或合成受阻,使其含量下降。我们的试验表明石化污染大气可使叶片叶绿素含量下降(表 2),说明其大气污染对叶绿素产生伤害作用。从表 2可见各种大豆下降幅度不同,最大的是嫩丰 11,其次是黑河 5和合丰 25,嫩丰 4下降的幅度最小,说明前者比后者受污染伤害程度大。

表 2 石化污染大气处理 48h 的大豆叶片叶绿素和可溶性糖含量变化

Table 2 Chlorophyll and soluble sugar content changes of soybean leaves treated with petrochemical pollution air for 48 hours

品种 Varieties	叶绿素含量 $mg/g^{\circ} Fw$ Chlorophyll content		污染下降值 (%) Decrement from pollution	可溶性糖含量 $mg/g^{\circ} Fw$ Soluble sugar content		污染下降值 (%) Decrement from pollution
	对照 Control	污染 Pollution		对照 Control	污染 Pollution	
	合丰 25	0.550	0.421	23.5	4.76	3.38
黑河 5	0.512	0.302	41.0	4.66	1.93	58.6
嫩丰 4	0.533	0.415	22.1	4.57	3.25	28.9
嫩丰 11	0.537	0.263	51.0	4.55	1.62	64.4

注:表中数值为 6次测试平均值

3. 叶片中可溶性糖含量变化

石化污染的大气处理会使大豆叶片中可溶糖含量降低(表 2)。正常生长着的植物其叶内含有极其丰富的可溶性糖,使得代谢十分活跃。当植物体在逆境条件下正常代谢受到干扰破坏,特别是光合作用受阻时,其可溶性糖含量大量减少。我们的试验结果不仅可见可溶性糖含量下降,而且可见其下降幅度与叶绿素含量的下降幅度呈正相关,说明石化污染大气已使大豆叶片受到伤害干扰破坏了正常代谢和叶片的光合作用。四种大豆中伤害由重至轻依次为嫩 11 黑河 5 合丰 25和嫩丰 4。

4. 叶片中蛋白质、核酸含量的变化

表 3 石化污染大气处理 96h 的大豆叶片蛋白质和核酸含量变化

Table 3 Protein and nucleic acid content changes of soybean leaves treated with petrochemical pollution air for 96 hours

品种 Varieties	蛋白质含量 $mg/g^{\circ} Fw$ Protein content		污染下降值 (%) Decrement from pollution	核酸含量 mg/ml Nucleic acid content		污染下降值 (%) Decrement from pollution
	对照 Control	污染 Pollution		对照 Control	污染 Pollution	
	合丰 25	52.23	46.51	10.95	0.226	0.183
黑河 5	51.42	37.26	27.54	0.162	0.085	47.53
嫩丰 4	61.13	52.18	14.64	0.202	0.156	22.77
嫩丰 11	48.25	34.81	27.85	0.174	0.076	56.32

注:表中数值为 6次测试平均值

大庆石化污染的大气使大豆叶片蛋白质和核酸的含量下降(表 3)。酶本身是一种功能蛋白,在植物生命活动中起重要的作用^[4]。核酸在蛋白质合成上的基因释放,模板转录,氨基酸的转移等起重要作用,核蛋白体又是蛋白质合成的场所^[4]。大豆含蛋白质多,氮代谢占有中心的地位,蛋白质的含量不断的增大,才能保证植株生长发育的需要。然而,石化污染大气使二者含量都下降,说明污染大气对蛋白质、核酸已产生伤害。表 3 可见蛋白质和核酸下降的幅度基本一致,这又表明了其伤害不仅在分解作用上,也在合成作用上。伤害由大到小依次为嫩丰 11 黑河 5 嫩 4 合丰 25

5. 叶片中过氧化物酶同工酶含量和酶活性的变化

受石化大气污染的大豆叶片过氧化物酶发生了显著的变化(表 4)。

表 4 石化污染大气处理 48h 的大豆叶片过氧化物酶同工酶含量和活性变化

Table 4 Peroxide isoenzyme content and activity changes of soybean leaves treated with petrochemical pollution air for 48 hours

品种 Varieties	酶相对含量 Relative content of enzyme		污染增加值 (%) Increment from pollution	酶活性 OD/mg ^o Protein Enzyme activity (OD/mg protein)		污染增加值 (%) Increment from pollution
	对照 Control	污染 Pollution		对照 Control	污染 Pollution	
	合丰 25	372.75	413.20	10.85	0.1811	0.3382
黑河 5	351.23	373.16	6.24	0.1680	0.2153	25.42
嫩丰 4	381.21	428.10	12.30	0.2114	0.3712	75.59
嫩丰 11	345.18	354.12	2.59	0.0991	0.1184	19.48

注:表中数值为 4 次测试平均值

表 4 可见污染大气处理的大豆叶片过氧化物酶同工酶的含量和活性都有显著的增大。过氧化物酶是适应环境的重要的酶,参与体内保护反应,具有解毒作用,它的增大标志保护反应的增强^[5-6]。所测四种大豆中,无论是酶含量,还是酶活性合丰 25 和嫩丰 4 增加幅度大,即抗性强。嫩丰 11 和黑河 5 则抗性较弱。

综合上述可见石化污染大气对四种大豆伤害的幅度在叶绿素、可溶性糖、蛋白质、核酸的变化间表现为正相关。而这些指标的变化恰好与过氧化物酶同工酶含量和酶活性,与电导率和 K^+ 的外渗量呈明显地负相关。这充分说明所受伤害及伤害原因的一致性。然而,它们间变化幅度的相关性并非是成比例的线性关系,说明其伤害还存在着相互联系的复杂的代谢上的综合作用因素。

石化大气污染导致大豆叶片的伤害是由于石化生产过程排放 SO_2 和稀烃类碳氢化合物所致。 SO_2 进入叶内成为 HSO_3^- 、 SO_3^{2-} 、 H^+ 三种离子^[7]。 H^+ 的增多使细胞 pH 值降低,引起气孔关闭,使叶绿素转为去镁叶绿素,降低了光合作用,合成糖类减少。 SO_3^{2-} 和 HSO_3^- 能与二硫化物作用切断双硫键,引起某些酶的活性抑制,膜蛋白结构破坏。并抑制 CO_2 固定和光合磷酸化,干扰有机酸及氮代谢。另外,叶绿体照光后产生超氧自由基(O_2^-),可启动 SO_3^{2-} 或 HSO_3^- 的氧化产生更多的自由基(HSO_3^- 、 O_2^- 、 OH^{\cdot}),使细胞内的蛋白质、叶绿素等大分子化合物分解^[7-8]。特别是能使膜脂发生过氧化,破坏膜结构, K^+ 外渗^[8]。膜过氧化物 H_2O_2 会钝化 CO_2 的固定。过氧化物酶的含量和活性的增高对消除

H₂O₂的伤害具有重要的作用,并且能和植物体内存在的SOD及过氧化氢酶配合消除自由基的伤害,即称为保护酶系统。

在石化生产过程中产生大量的烯烃类碳氢化合物和NO_x,会在大气中形成光化学烟雾,其内所含的O₃、NO₂、PAN都会伤害植物体^[4]。O₃能氧化膜蛋白质和不饱和脂肪酸,使膜受破坏,还能破坏叶绿素的合成。NO₂可与细胞中的水形成硝酸、亚硝酸使酸度过高而破坏类囊体。PAN更为剧毒,可破坏叶绿素,抑制光合磷酸化、CO₂固定以及一些代谢酶活性,使光合作用减慢,合成碳水化合物减少。石化生产中有乙烯的排放,植物在逆境下本身也有乙烯的产生,乙烯会直接使蛋白质、膜透性和叶绿素遭到破坏,乙烯的存在加重了SO₂的伤害,两种气体表现了协同或增效作用^[9-10]。但是不同的植物或同一的植物不同的品种,由于生理特性不同对其污染伤害的反应是不同的。抗性大的则膜伤害小,即电导率、K⁺外渗率小;叶绿素、可溶性糖、蛋白质、核酸下降幅度小,而SOD活性下降幅度小;POX活性增加的幅度大。所测试的四种大豆中,对石化大气污染的反应,合丰25和嫩丰4抗性较强,而黑河5和嫩丰11则抗性较弱。

参 考 文 献

- [1] 张志良, 1994, 植物生理学实验指导, 高等教育出版社
- [2] 上海植物生理学会, 1985, 植物生理学实验手册, 上海科学技术出版社
- [3] 吴少伯, 1979, 植物生理学通讯, (1) 33- 35
- [4] 潘瑞炽, 董愚得, 1995, 植物生理学, 高等教育出版社
- [5] 颜丽英, 朱天机, 1985, 环境科学, (2) 7
- [6] 沈其益, 闫隆飞, 1978, 植物学报, (2) 108
- [7] 余叔文, 1983, 植物生理学通讯, 二氧化硫对植物的伤害和植物对二氧化硫的抗性, (3) 7- 9
- [8] 余叔文等, 1980, 科学通报, 植物对二氧化硫的反应和抗性研究, (4)
- [9] 谭常等, 1980, 植物生理学报, 二氧化硫和乙烯对芝麻伤害的增效作用, (4) 433- 435
- [10] 李振国等, 1980, 植物生理学报, 植物对二氧化硫的反应和抗性研究, (1) 47- 54

STUDY ON INJURY OF PETROCHEMICAL POLLUTION AIR OF DAQING TO SOYBEAN SEEDLING

He Yangling Zheng Weihong Zhang Dongxiang Li Heyu

(*Department of Biology, Qiqihar Teacher's College,
Qiqihar Heilongjiang, 161006*)

Abstract

Four varietal seedling of soybean were treated with petrochemical pollution air of Daqing. The results showed that both electrolytic leakage and K^+ leakage of leaves of soybean seedling were increased, and contents of either chlorophyll or soluble sugar or proteins decreased, and content of peroxide isoenzyme increased and its activity intensified in the polluted seedling. This showed that there was injury of petrochemical pollution air to soybean seedling. However, there was variance of the seedling to the injury of the pollution air among four varieties of soybean. The pollution hardinesses of Hefeng-25 and Nengfeng-4 were higher than that of Hefeng-5 and Nenfeng-11 among the four varieties of soybeans. This provides the scientific basis for the study on injury of petrochemical pollution air to crops and the choices of pollution-resistance varieties of soybeans.

Key words Petrochemical pollution air; Soybean seedling; Injury; Hardiness