

研究快报

镉与酸雨对大豆幼苗光合作用的复合影响

Complex Toxic Effects of Cadmium and Acid Rain on Photosynthesis of Soybean

文可佳, 陈敏敏, 蒲洁, 周青

(江南大学环境与土木工程学院, 江苏 无锡 214122)

关键词: 镉; 酸雨; 大豆幼苗; 光合作用; 复合毒害效应

国内外关于镉(Cadmium, Cd)或酸雨(Acid rain, AR)单一污染对植物生长发育、生理、生化影响的研究已有大量报道,但自然背景下,上述污染极少单一存在,而多呈复合型,故研究二者复合污染对植物的影响具有理论价值与现实意义。光合器官将太阳光能转变为化学能的光合作用是植物生长发育的物质基础,光合效率是植物生产和作物产量高低的根本决定因素。鉴于此,本文以重要经济作物大豆(*Glycine max*)为试材,选取3个重要光合参数——叶绿素(Chl)含量、Hill反应速率及 Mg^{2+} -ATPase活性为考察目标,分析三者对不同浓度Cd和不同pH AR的响应规律,进而判断Cd与AR两个环境因子复合影响上述3个光合指标的作用类型,旨在理论上进一步阐明大豆幼苗响应二者复合胁迫的内在原因,为在实践上评价Cd与AR复合污染对环境安全存在的风险提供借鉴。

Chl含量、Hill反应速率及 Mg^{2+} -ATPase活性检测显示(见表1),较之CK,单一Cd或AR处理使上述3指标降低且降幅

与Cd或AR强度呈现剂量-效应关系。复合处理对3指标的抑制效应较Cd或AR单一作用更显著,双因素方差分析结果表明,Cd与AR对Chl含量的抑制($F=0.121, P>0.05$)无显著交互作用,但对Hill反应速率($F=2.520, P<0.05$)及 Mg^{2+} -ATPase活性($F=3.928, P<0.05$)的抑制显现出显著交互作用,即Cd与AR复合处理对Chl含量的抑制表现为相加效应,而对Hill反应速率及 Mg^{2+} -ATPase活性的抑制显现协同效应。

上述结果表明:(1)较之Cd或AR单一污染,复合污染加剧了对大豆幼苗光合作用的抑制,机制包括进一步降低Chl含量;通过极大降低Hill反应速率及叶绿体膜上 Mg^{2+} -ATPase活性而抑制光化学反应,使光合电子传递速率受阻,继而抑制整个光能转换过程。(2)Hill反应速率及 Mg^{2+} -ATPase活性对复合污染响应的敏感度高于Chl含量,暗示Cd与AR复合污染加剧对大豆幼苗光合功能抑制的机制复杂,有多个作用位点,则对各环节的抑制机制值得进一步探讨。

表1 Cd与AR对大豆幼苗叶绿素含量、Hill反应速率、 Mg^{2+} -ATPase活性的复合影响Table 1 Complex toxic effects of Cd and acid rain on chlorophyll content, Hill reaction activity and Mg^{2+} -ATPase activity of soybean

Cd 浓度/ $mg \cdot L^{-1}$	酸雨 pH 值	叶绿素含量/ $mg \cdot g^{-1}FW$	Hill 反应速率/ $\mu mol 2, 6-DCIP \cdot mg^{-1}Chl \cdot h^{-1}$	Mg^{2+} -ATPase 活性/ $\mu mol \cdot mg^{-1} \cdot h^{-1}$
0	CK	2.93±0.12a (100.00)	90.77±5.27a (100.00)	85.79±1.99a (100.00)
	4.5	2.67±0.07ab (91.13)	85.90±9.07ab (94.63)	79.34±2.26a (92.48)
	3.0	2.42±0.28b (82.59)	47.07±7.26d (51.86)	42.22±0.99cd (49.21)
3	CK	2.68±0.12ab (91.47)	80.63±6.52ab (88.83)	77.56±6.67a (90.41)
	4.5	2.35±0.04bc (80.20)	44.31±3.67de (48.82)	39.58±2.84d (46.14)
	3.0	2.18±0.02c (74.40)	35.05±5.28e (38.61)	34.10±1.99de (39.75)
5	CK	2.54±0.06ab (86.69)	65.86±8.65b (72.56)	70.82±3.31b (82.55)
	4.5	2.20±0.12c (75.09)	40.39±2.51de (44.50)	35.91±2.38d (41.86)
	3.0	2.12±0.07cd (72.35)	32.51±5.76ef (35.82)	26.41±1.57ef (30.78)
20	CK	2.52±0.08b (86.01)	51.47±1.28cd (56.70)	52.36±1.21c (61.03)
	4.5	2.03±0.05d (69.28)	29.14±3.84f (32.10)	25.65±0.69fg (29.90)
	3.0	2.02±0.15d (68.94)	23.72±5.29f (26.13)	16.42±2.28g (19.14)

注:表中数据为平均值±标准差($n=3$);同列中无相同字母者分别表示在 $P<0.05$ 水平上差异显著;括号中为相对值。

收稿日期: 2010-04-19

基金项目:教育部“国家大学生创新实验计划项目”(081029515)

作者简介:文可佳(1989—),女,内蒙古包头人,国家生命科学基地本硕连读生。

通讯作者:周青 E-mail:zhouqeco@yahoo.com.cn