

## Cd·Zn 复合污染对蚕豆叶绿体含量的影响

施晓东, 韩利红, 刘开全, 刘潮, 朱名燕 (曲靖师范学院生物资源与环境科学学院, 云南曲靖 655011)

**摘要** [目的] 研究Cd、Zn复合污染环境中蚕豆叶绿素含量的变化情况。[方法] 在培养液中设计Cd的浓度为0、0.1、1.0、10.0、50.0 ng/L, Zn的浓度为0.5、50、100、200 ng/L, 处理蚕豆苗, 处理后第10天取蚕豆苗相同叶位的叶片, 研究Cd、Zn单一及复合污染对蚕豆叶绿素含量的影响。[结果] 单一Cd、Zn处理的蚕豆叶绿素含量都低于对照, 且随着浓度的增加, 叶绿素含量降低。除0.1 ng/L Cd + 5 ng/L Zn处理外, 其余Cd、Zn复合污染处理的蚕豆叶绿素含量都低于相应的单一处理。在单一Cd各处理中加入Zn, 随着Zn浓度的增加, 蚕豆叶绿素含量下降的趋势更加明显, 说明Zn增强了Cd对蚕豆的毒害作用, 显示出协同作用。[结论] Cd、Zn的共存状态对蚕豆的毒害有协同、促进和加和作用, 不容忽视。

**关键词** Cd; Zn; 复合污染; 蚕豆; 叶绿素

**中图分类号** S643.6 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2008)30-13036-01

## Effects of Cd and Zn Combined Pollution on Chlorophyll Content in Broad Bean

SHI Xiaodong et al (College of Biological Resources and Environmental Science, Qijing Normal University, Qijing, Yunnan 655011)

**Abstract** [Objective] The study was to research the change of chlorophyll content in broad bean in the environment of combined pollution by Cd and Zn. [Method] Cd concn. of 0, 0.1, 1, 10 and 50 ng/L and Zn concn. of 0, 5, 50, 100 and 200 ng/L in culture fluid were designed to treat the seedlings of broad bean. On the 10th day after treatment, the leaves on the same leaf position of bean seedling were taken to study the effect of single pollution by Cd or Zn and combined pollution by Cd and Zn on chlorophyll content in broad bean. [Result] The chlorophyll contents in broad bean in the treatment of single pollution by Cd or Zn were all lower than that of CK, and with the increasing of Cd or Zn concn. the chlorophyll content was decreased. Except the treatment with 0.1 ng/L Cd + 5 ng/L Zn, the chlorophyll content in broad bean in other treatments of combined pollution by Cd and Zn were all lower than that in the treatment of corresponding single pollution. When Zn was added in each treatment of single pollution by Cd, with the increasing of Zn concn., the downward trend of chlorophyll content in broad bean was more obvious, which indicated that Zn increased the poison effect of Cd on broad bean, Zn and Cd showed synergistic effect. [Conclusion] The poison of coexisting status of Cd and Zn had cooperative, promotive and additive action, and this action was unnegligible.

**Key words** Cd; Zn; Combined pollution; Broad bean; Chlorophyll

由于重金属污染物能在生物体内富集, 并通过生物链的生物放大作用而对高营养级的生物甚至人类造成危害, 因此引起人们的日益关注。由于重金属元素之间的加和、协同、拮抗等效应使重金属污染的评价和监测更复杂, 因此如何正确评价重金属元素之间的联合作用对环境污染治理具有重要意义。在自然界中, 人们已经注意到Cd与Zn的共生状况和在植物体内的交互作用, 许多研究都报道了二者共存条件下的环境生态效应<sup>[1-3]</sup>。蚕豆是人类的主要粮食作物之一, 在Cd、Zn污染环境中蚕豆叶绿素含量变化可作为其对环境条件胁迫强度和自身抗污染能力的表征, 为人们正确评价重金属元素之间的联合作用, 筛选抗污作物品种具有重要意义。

## 1 材料与方 法

**1.1 材料与处理** 蚕豆: 采自曲靖农校农场, 为曲靖市当年产青皮蚕豆(*vicia faba*), 没有人为污染。用完全培养液培养于温室中, 生长25 d后, 选取生长一致的豆苗一次性施入含CdCl<sub>2</sub>·2.5H<sub>2</sub>O和ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 使培养液中Cd的浓度梯度为0.1、1.0、10.0、50.0 ng/L, Zn[以纯Zn计]处理浓度梯度为5、50、100、200 ng/L, 另设清水对照单一和复合污染处理以正交组合共25个(表1)。试验设3个重复, 处理后第10天取相同叶位的叶片, 蒸馏水洗净, 擦干, 测定叶绿素的变化。并对试验数据进行t分析, 检测其显著性差异。

**1.2 测量方法** 叶绿素含量的测定采用分光光度法, 单位

为ng/(g·FW), 参见参考文献[1]。

## 2 结果与分析

由表1可以看出, 单一Zn处理的叶绿素含量都低于对照, 并且, 各复合处理的叶绿素含量都低于相应的单一处理(除0.1 ng/L Cd + 5 ng/L Zn外)。统计分析表明, 在各单一Cd处理中加入Zn后, 随Zn浓度的增加, 协同性增强。

表1 Cd、Zn复合污染的蚕豆叶绿素含量

Table 1 Chlorophyll content in *Vicia faba* under the combined pollution of Cd and Zn

Zn ng/L	Cd ng/L				
	0	0.1	1	10	50
0	0.516	0.311	0.260	0.235	0.200
5	0.489	0.459	0.235	0.203	0.137
50	0.392	0.214	0.211	0.120	0.123
100	0.250	0.194	0.139	0.111	0.103
200	0.187	0.128	0.113	0.103	0.082

## 3 讨论与结论

(1) Cd是毒性较强的重金属元素<sup>[2]</sup>, 0.1 ng/L处理浓度即可引起细胞代谢的紊乱和结构损伤<sup>[4]</sup>。Zn作为植物生长必需的元素, 在植物体内参与正常的生化代谢, 但浓度超过一定范围(5 ng/L)时表现出对植物生理的毒害<sup>[3,5-6]</sup>。就试验中Cd和Zn对叶绿素含量的影响看, 1.0 ng/L Cd处理时加入5 ng/L Zn后, 叶绿素含量低于单一10.0 ng/L Cd处理时的含量。由于Zn的加入, 增强了Cd对植物的毒害作用。其作用机制可能是Cd和Zn有相同的价态和近似的离子半径, 在植物细胞表面发生Zn与Cd竞争结合位点的作用, 从而导致Cd的溶解度提高, 增大Cd的吸收和转移<sup>[7]</sup>。已有报道在Zn与Cd共存状态下, 蚕豆幼苗叶中Cd的积累量较单一Cd

**基金项目** 云南省教育厅科学研究基金项目(06Y133B); 曲靖师范学院研究基金项目(0513906)。

**作者简介** 施晓东(1965-), 男, 云南曲靖人, 硕士, 副教授, 从事生态学研究。

**鸣谢** 曲靖师范外语学院赵常友老师协助撰写英文摘要, 谨此致谢。

**收稿日期** 2008-09-01

(下转第13039页)

分子。这类物质不仅可以在植物体内运输,而且具有很强的挥发性,由它们“通知”未受伤部位和邻近植株,使其进入“警戒状态”,从而获得对病原菌和昆虫的免疫防卫能力。但目前对 JAs 作用机理的认识还不完整,其作为信号分子的调控网络尚不明确,在植物中 JAs 的作用是否具有种属特异性,还需进一步探讨。全面分析茉莉酸类物质对农作物的生理效应,将有助于理解其在植物生命活动中作用的过程和机理。

#### 参考文献

- [1] 邱德有,朱蔚华,吴蕴祺,等.利用茉莉酸类结合 mRNA 差示技术研究紫杉醇生物合成机制[J].中国新药杂志,2000,4(9):224-228.
- [2] 吴夏华,胡睦荫,蔡庭付,等.茉莉酸及其甲酯的代谢与生理功能[J].安徽农业科学,2007,35(14):4109-4125.
- [3] 王妮妍,蒋德安.茉莉酸及其甲酯与植物诱导抗病性[J].植物生理学通讯,2002,38(3):279-283.
- [4] 朱家红,彭世清.茉莉酸及其信号传导研究进展[J].西北植物学报,2006,26(10):2166-2172.
- [5] 柳爱莲,崔香环.茉莉酸类物质影响植物生理作用的研究进展[J].河南大学学报:自然科学版,2000,30(3):55-57.
- [6] 兰彦平.茉莉酸在植物体内的生理作用[J].山西农业大学学报,1999,19(2):111-113.
- [7] 李劲,萧浪涛,蔺万煌.植物内源茉莉酸类生长物质研究进展[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2002,28(1):78-84.
- [8] JONG JOO CHEONG, YANG DO CHI. Methyl jasmonate as a vital substance in plants[J]. Trends in Genetics, 2003, 19(7): 409-413.
- [9] 谷丽萍,周阮宝.茉莉酸类在植物体内作用研究进展[J].植物学通报,1997(1):31-35.
- [10] 贺立红,宾金华.花生采前茉莉酸甲酯处理对成熟种子黄曲霉抗性的影响[J].河南农业科学,2006(8):50-55.
- [11] 蔡昆争,董桃杏,徐涛.茉莉酸类物质(JAs)及其在逆境胁迫中的抗性作用[J].生态环境,2006,15(2):397-404.
- [12] 刘新,李云,孟繁霞,等.H<sup>+</sup>参与茉莉酸调控蚕豆气孔运动的信号传导[J].植物生理学通讯,2007,43(2):245-249.
- [13] 何红卫,廖令洁,肖文娟,等.茉莉酸甲酯对烟草幼苗抗病毒的影响[J].热带亚热带植物学报,2004,12(3):241-246.
- [14] 梁俊峰,谢丙炎,张宝玺,等.-氨基丁酸、茉莉酸及其甲酯诱导辣椒抗 TMV 作用的研究[J].中国蔬菜,2003(3):4-7.
- [15] 麻宝成,朱世江.苯并重氮和茉莉酸甲酯对采后香蕉果实抗病性及相关酶活性的影响[J].中国农业科学,2006,39(6):1220-1227.
- [16] 邹志燕,王振中.茉莉酸诱导水稻幼苗对稻瘟病抗性作用研究[J].植物病理学报,2006,36(5):432-438.
- [17] 张小冰.茉莉酸类物质在植物生长发育和胁迫防御中的作用[J].生物学教学,2006,31(12):2-4.
- [18] 席征,程新胜,杨丽文,等.茉莉酸甲酯诱导烟草抗斜纹夜蛾的作用[J].烟草科技,2007(3):51-55.

(上接第13036页)

处理时有极显著的增加<sup>[4]</sup>。

(2) 叶片褪绿是植物重金属毒害后出现的普遍现象。原因可能是重金属离子被植物吸收后,细胞内的重金属离子作用于叶绿素生物合成途径的几种酶(叶绿素脂还原酶、一氨基乙酰丙酸合成酶和胆色素脱氨酶)的肽链中富含SH的部分,改变了他们的正常构型,抑制了酶的活性和阻碍了叶绿素的合成<sup>[7]</sup>。

(3) 单一重金属Cd处理使叶绿素含量降低,加入Zn后叶绿素含量下降的趋势更明显,表明Zn加剧了Cd对叶绿素的破坏作用。Cd与Zn的共存状态对蚕豆毒害的协同、促进

- [19] 尹姣,陈巨莲,曹雅忠,等.茉莉酸诱导小麦抗病性初步研究[J].植物保护,2005,31(4):35-37.
- [20] 桂连友,陈宗懋,刘树生.外源茉莉酸甲酯处理茶树对茶尺蠖幼虫生长的影响[J].中国农业科学,2005,38(2):302-307.
- [21] 吕要斌,刘树生.外源茉莉酸诱导植物反应对小菜蛾生长发育的影响[J].应用生态学报,2005,16(1):193-195.
- [22] 吴国昭,曾任森.外源水杨酸甲酯和茉莉酸甲酯处理对挺立型普通野生稻保护酶活性的影响[J].西北农业学报,2007,16(3):82-84.
- [23] 兰彦平,周军,曹慧,等.茉莉酸对苹果幼树抗旱效应的研究[J].干旱地区农业研究,2001,19(2):71-74.
- [24] 陈培琴,郁松林,詹妍妮,等.茉莉酸对葡萄幼苗耐热性的影响[J].石河子大学学报:自然科学版,2006,24(1):87-91.
- [25] 董桃杏,蔡昆争,张景欣,等.茉莉酸甲酯对水稻幼苗抗旱生理效应[J].生态环境,2007,16(4):1261-1265.
- [26] 葛云侠,姚允聪,许雪峰,等.干旱胁迫下杏叶片中茉莉酸积累的作用[J].园艺学报,2007,34(3):575-578.
- [27] 韩晋,田世平.外源茉莉酸甲酯对黄瓜采后冷害及生理生化的影响[J].园艺学报,2006,33(2):289-293.
- [28] 冯磊,郑永华,汪峰,等.茉莉酸甲酯处理对冷藏水蜜桃品质的影响[J].食品科学,2003,24(9):135-138.
- [29] 黄胜琴,宾金华,李政平.茉莉酸甲酯和脱落酸对花生幼苗根和下胚轴生长的影响[J].植物生理与分子生物学学报,2002,28(5):351-356.
- [30] 徐曲毅,禹艳红,宾金华.茉莉酸甲酯和脱落酸对绿豆下胚轴生长的影响[J].广西农业生物科学,2003,22(2):114-118.
- [31] 宾金华,潘瑞焱.甲基茉莉酸酯对花生种子萌发和贮藏物质降解的影响[J].热带亚热带植物学报,1998,6(3):239-244.
- [32] 庞延军,戎鑫,施丽丽.外源茉莉酸甲酯缓解盐对水稻种子萌发的抑制作用[J].华南农业大学学报,2006,27(1):113-116.
- [33] 刘华山,陈平华,杨素勤,等.茉莉酸对烤烟烟苗生长的影响[J].中国烟草学报,2000,6(1):35-38.
- [34] 马焕普,陈静,刘志民,等.天然芸苔素和茉莉酸酯对葡萄果实品质及成熟期的影响[J].北方果树,2004(4):8-9.
- [35] 姚锋先,曾晓春,熊伟,等.茉莉酸类与光敏核不育水稻N5088S育性的关系[J].江西农业大学学报,2007,29(1):6-10.
- [36] 曾晓春,蒋海燕,吴晓玉,等.茉莉酸类植物激素对水稻花粉萌发的影响[J].江西农业大学学报:自然科学版,2003,25(1):17-19.
- [37] 陈大清,王雪英,李亚男.水杨酸和茉莉酸甲酯对试管马铃薯形成的影响[J].华中农业大学学报,2005,24(1):74-78.
- [38] 李会霞,王玉文,田岗,等.茉莉酸甲酯对谷子颖花开放的诱导效应[J].植物生理科学,2007,22(7):298-301.
- [39] 刘新琼,王春台,叶志杰,等.茉莉酸甲酯对水稻同核异质系HL CMS幼苗叶片蛋白质、纤维素及木质素含量的影响[J].中南民族大学学报:自然科学版,2007,26(2):43-46.
- [40] 吴文华,潘瑞焱.茉莉酸甲酯对水稻幼苗光合作用的影响[J].植物学报,1998,40(3):256-262.
- [41] 刘,赵秀兰,李欢庆.茉莉酸甲酯抑制小麦根生长及体内抗氧化酶活性变化[J].安徽农业科学,2007,35(4):988-989.
- [42] 赵春芳,余龙江,刘智.茉莉酸甲酯诱导下红豆杉细胞产生紫杉烷类物质群代谢轮廓分析[J].云南植物研究,2005,27(5):557-564.

和加和作用,不容忽视。

#### 参考文献

- [1] 张志良.植物生理学实验指导[M].2版.北京:高等教育出版社,2000:88-91,154-155.
- [2] 杨居荣,贺建群.不同耐性作物中几种酶活性对Cd胁迫的反应[J].中国环境科学,1996,16(2):113-117.
- [3] 周启星,高拯民.作物子实中的Cd与Zn的交互作用及其机理研究[J].农业环境保护,1994,13(4):430-436.
- [4] 周启星,高拯民.土壤水稻系统Cd、Zn复合污染及其衡量指标研究[J].土壤学报,1995,32(4):430-436.
- [5] 周启星,吴燕玉.重金属Cd、Zn对水稻的复合和生态效应[J].应用生态学报,1994,5(4):438-441.
- [6] 徐勤松,施国新,周红卫,等.Cd、Zn复合污染对水车前叶绿素含量和活性氧清除系统的影响[J].生态学杂志,2003,22(1):5-8.
- [7] 王焕校.污染生态学[M].北京:高等教育出版社,2000:77.