

文章编号 :1003-8701(2010)04-0006-03

Cd²⁺ 对高粱幼苗生理指标的影响

姜虎生¹, 胡春霞², 安 宁¹

(1. 辽宁石油化工大学环境与生物工程学院, 辽宁 抚顺 113001; 2. 抚顺师范高等专科学校, 辽宁 抚顺 113006)

摘 要: 通过温室盆栽试验, 研究了不同浓度 Cd²⁺ 对高粱幼苗生理指标的影响。研究表明: 在低浓度的 Cd²⁺ 离子作用下, 叶绿素含量、根系活力均有上升趋势; 在高浓度的 Cd²⁺ 作用下, 高粱的各项生理指标都有显著的变化, 叶绿素和根系活力呈现下降趋势, 且浓度越大, 下降越多, 而脯氨酸含量和细胞脂膜透性呈现上升趋势。

关键词: 镉离子; 高粱; 生理指标

中图分类号: S514

文献标识码: A

Effect of Cd²⁺ on the Physiological Indices of Sorghum Seedlings

JIANG Hu-sheng¹, HU Chun-xia², AN Ning¹

(1. *Environment and Biological Engineering Academy, Liaoning Petrochemical University, Fushun 113001*; 2. *Fushun Teachers College, Fushun 113006, China*)

Abstract: The effect of different concentrations of Cd²⁺ on the physiological indices of sorghum seedlings were studied using pot-cultured sorghum in the greenhouse. The results showed that under low concentrations of Cd²⁺, the chlorophyll content and root activity of sorghum seedlings increased. Under high concentrations of Cd²⁺, various physiological indices of sorghum changed significantly. Chlorophyll and root activity decreased, and the higher the concentration of Cd²⁺, the more they decreased. The proline content and cell lipid membrane permeability increased.

Keywords: Cadmium ions; Sorghum; Physiological indices

随着工农业生产的快速发展和三废的不合理排放, 重金属污染对陆地生态系统的影响日益严重并引起国内外的普遍关注。Cd²⁺ 是环境中广泛存在的重金属微量元素, 既不参与植物体的结构组成, 也不参与细胞的代谢活动, 如果在体内过量积累, 将对植物产生严重的毒害效应^[1]。Cd²⁺ 进入作物体内后, 不仅严重影响到作物的生长发育、品质及产量, 还可通过食物链富集放大, 危及人类健康^[2]。

高粱是一种高纤维、低脂肪、低糖的粮食作物。重金属污染对大麦、玉米、大豆等作物生理指标的影响研究较多, 但对高粱研究少见报道。本文以高粱为试验材料, 采用室内培养法, 研究了不同浓度 Cd²⁺ 对高粱幼苗叶片叶绿素含量、根系活力、

细胞膜透性及脯氨酸含量的影响。为探讨重金属胁迫与植物体内生理变化的关系, 了解植物生长代谢过程中适应和抵御外来污染物的损伤机制提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

高粱种子(铁丹 12), 由辽宁农科院提供。

1.2 试验方法

配制浓度分别为 0, 0.01, 0.1, 0.5, 1.0, 10 mg/L 的镉溶液。

挑选子粒完整无损、大小均匀的高粱种子, 种子用 1 mg/L 的 HgCl₂ 溶液浸泡消毒 10 min, 进行沙培培养, 每天用去离子水浇灌。待幼苗长出 1 片真叶时, 用改良的 Hoagland (pH 值 6.0±0.5) 营养液浇灌, 并同时以不同浓度的镉溶液浇灌。营养液

于每日上午浇灌,处理液于每日下午浇灌。浇灌程度以透灌为止。材料培养 7 d 后测定相关指标。每个处理浓度取 3 个样品,每个样品重复测定 3 次^[3]。

1.3 评价指标及测定方法

1.3.1 叶绿素含量的测定

叶片叶绿素含量采用无水丙酮提取叶绿素后用分光光度法测定^[4]。

1.3.2 根系活力测定

采用 TTC 显色,乙酸乙酯提取,分光光度法于 485 nm 处测定^[5]。

1.3.3 游离脯氨酸测定

采用 3% 的磺基水杨酸提取,2.5% 茚三酮显色,甲苯萃取,分光光度法于 520 nm 处测定。

1.3.4 细胞膜透性测定

细胞膜透性采用电导法测定^[6]。

2 结果与讨论

2.1 不同浓度的 Cd^{2+} 对叶绿素含量的影响

叶绿素是植物进行光合作用的重要色素,其含量多少直接影响叶片的光合能力,影响作物的产量。由图 1 可知,比起空白组,加入少量 Cd^{2+} 处理液 0.01 mg/L 使叶绿素含量有所增加,且此时叶绿素含量最高。这说明低浓度的 Cd^{2+} 对叶绿素合成有刺激作用,使光合作用增加。而 Cd^{2+} 浓度由 0.01~10 mg/L 时叶绿素含量出现下降的趋势,这说明 Cd^{2+} 浓度为 0.1 mg/L 时已经对叶绿素的合成产生抑制作用,但并不显著。本试验中叶绿素最大值出现在 Cd^{2+} 浓度为 0.01 mg/L 时。

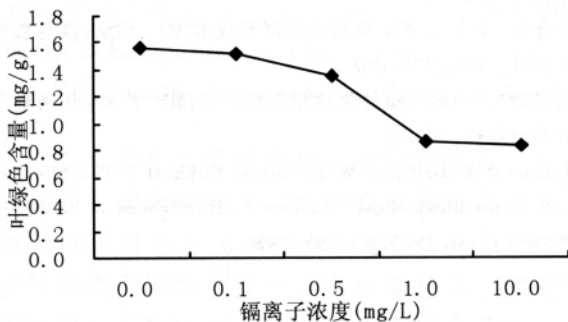


图 1 不同浓度 Cd^{2+} 对叶绿素含量的影响

叶绿素含量下降与重金属抑制原叶绿素酸酯还原酶和影响氨基-酮戊酸的合成有关^[7], Cd^{2+} 被植物根系吸收并被运输到植株的各个器官,导致植物体内的多种代谢活动发生变化,抑制植物生长(Foy 等,1978)。在重金属 Cd^{2+} 胁迫下,光合作用的反应最为敏感(Clijsters 和 Van Assche, 1985; Sheoran 等,1990)。在 Cd^{2+} 处理的高粱中,

叶片叶绿素含量的降低被认为是光合作用受抑制的主要原因。

2.2 不同浓度的 Cd^{2+} 对游离脯氨酸含量的影响

重金属对植物的伤害与其它环境胁迫伤害的另一个共同点是诱导游离脯氨酸的积累。通过试验证实:在 0.01~10 mg/L Cd^{2+} 处理下,高粱叶片脯氨酸含量持续增加,且增加趋势基本平稳,而在浓度为 10mg/L 时,脯氨酸含量达到最大值。植物体内脯氨酸含量的增加是植物对逆境胁迫的一种生理生化反应,脯氨酸含量的增加具有双重意义;其一是细胞结构和功能遭受伤害的反应,这一点已被许多研究证实(Tang, 1984; Bian, 1988);其二是植物在逆境条件下的适应表现,系防护反应,可作为鉴定植物相对抗性的指标,这时脯氨酸具有多种生理功能,如作为细胞渗透调节物质、稳定生物大分子结构、降低细胞酸度以及作为能量库调节细胞氧化还原势等(Favi 等,1995;Smimoff 等,1989; Tang,1989)。Costa 和 Morel(1994)报道在 Cd^{2+} 处理的莴苣中脯氨酸积累是由于 Cd^{2+} 促使植物水势降低,他们认为脯氨酸对于干旱胁迫的缓解作用有利于提高植物对镉离子的耐性。

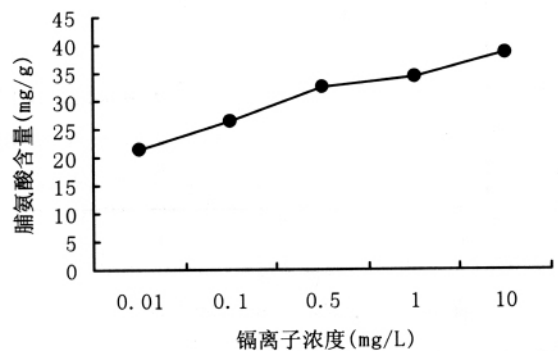


图 2 Cd^{2+} 对脯氨酸含量的影响

2.3 不同浓度 Cd^{2+} 对细胞脂膜透性的影响

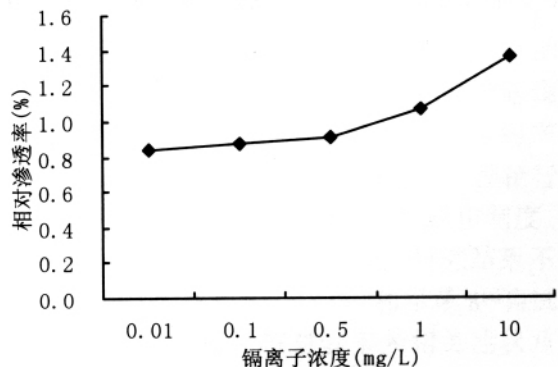


图 3 Cd^{2+} 对细胞脂膜透性的影响

由图 3 可知,随着 Cd^{2+} 浓度的增加,细胞膜的相对电导率出现持续上升的趋势。空白样中相对电导率最低,由 0~0.5 mg/L 其上升趋势很平稳,而由 0.5~1.0 mg/L 时其上升趋势加大,说明 Cd^{2+} 浓度为 1.0 mg/L 时对细胞脂膜的影响增大,危害性增加。由 1.0~10 mg/L 时其上升趋势最大,细胞脂膜相对电导率达到最大,说明此时危害最大。

细胞膜是细胞与环境之间物质交换的界面,各种逆境对细胞的影响首先作用于细胞膜,细胞膜又是选择透性膜,它能调节和控制细胞内外物质的运输和交换,当植物受到重金属胁迫时,其选择透性机能受损,透性增大,使细胞内一些活性物质外渗,破坏了细胞内酶及代谢作用原有的区域性,这是植物受害的原因之一。重金属胁迫下细胞膜透性的变化与膜脂过氧化程度有关(罗立新等,1998),膜脂过氧化引起膜透性增加的直接原因可能是磷脂性质的改变,间接的原因可能是膜蛋白在过氧化过程中受到伤害(陈少裕,1989)。

2.4 不同浓度 Cd^{2+} 对根系活力的影响

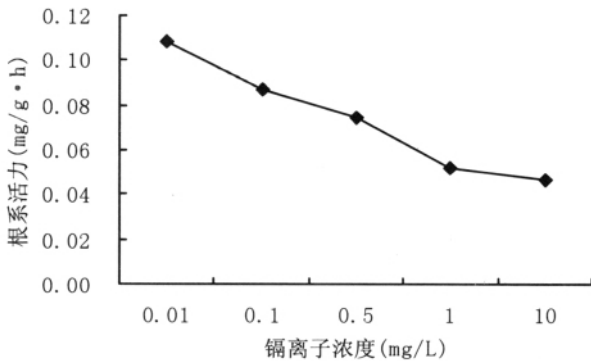


图 4 Cd^{2+} 对根系活力的影响

由图 4 可知,当 Cd^{2+} 浓度由 0~0.01mg/L 时,根系活力呈现上升趋势,且在 Cd^{2+} 浓度为 0.01mg/L 时根系活力达到最大值,这说明低浓度的 Cd^{2+} 对高粱根系活力有刺激作用。 Cd^{2+} 浓度由

0.01~10 mg/L 时,根系活力有显著的下降趋势,这说明 Cd^{2+} 浓度为 0.1 mg/L 时已经对高粱根系活力产生损害和抑制作用。

根系活力是体现根功能的重要生理指标。同时在含 Cd^{2+} 土壤中根也是最先最直接的受害部位。一旦其受害,植物的生长将受到程度不同的抑制。根系活力泛指根系的吸收能力、合成能力、氧化能力和还原能力等,是一种较客观地反映根系生命活动的生理指标。根系活力是指整个根系的代谢状况,其直接控制着作物对水分和养分的吸收,从而反映植物本身的生理生化情况。

3 结 论

Cd^{2+} 对高粱的毒性是随浓度的增加而增大。在低浓度的 Cd^{2+} 作用下,叶绿素含量、根系活力均有上升趋势;在高浓度的 Cd^{2+} 作用下,高粱的各生理指标都有显著的变化,叶绿素和根系活力呈现下降趋势,且浓度越大,下降越多,而脯氨酸含量和细胞脂膜透性呈现上升趋势,这也说明 Cd^{2+} 对高粱的毒害随着植物体内 Cd^{2+} 的积累而增强。

参考文献:

- [1] 张义贤. 镉、铅及其复合污染对大麦幼苗部分生理指标的影响[J]. 植物研究, 2008, 28(1): 43-46.
- [2] 许嘉琳, 杨居荣. 陆地生态系统中的重金属[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1995: 157-231.
- [3] 杨双春, 刘玲. Hg^{2+} 、 Cd^{2+} 胁迫对玉米生理生态的影响[J]. 辽宁石油化工大学学报, 2004, 24(3): 62-65.
- [4] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 北京高等教育出版社, 1990: 59, 61.
- [5] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 258-261.
- [6] 陈建勋, 王小峰. 植物生理学实验指导[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2002.
- [7] Stohart A K, Griffithe W T, Ameen- Bukhari I. The effect of Cd^{2+} on the biosynthesis of chlorophyll in leaves of badey [J]. Phyaiol Plant, 1985, 63: 295-298.