

# 镉对牧草幼苗生长的影响

陆秀君<sup>1</sup>, 关欣<sup>1</sup>, 李常猛<sup>2</sup>, 王国娟<sup>1</sup>

(1. 沈阳农业大学林学院, 辽宁 110161; 2. 辽宁省朝阳市朝阳县大庙镇政府, 122642)

**摘要:**通过盆栽试验的方法,研究了不同浓度镉处理(5、10、30、50、100、200 mg/kg 土)对几种牧草幼苗生长及某些生理指标的影响。结果表明:生长在含镉土壤中的植株,在低浓度时促进了株高的生长,在高浓度时抑制了株高生长;叶绿素的含量在 5mg/kg 土时达到峰值,随着浓度的升高而逐渐降低;电解质外渗率也随着镉浓度的增加而增加,且增长迅速;根系活力随着浓度的增加而呈逐渐下降的趋势。

**关键词:**牧草;镉处理;生长

**中图分类号:**S 644.06 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2007)04-0056-03

当前,有关镉污染的研究主要集中于粮食作物和蔬菜作物<sup>[1]</sup>,而对其他植物的研究则较少。菊苣、黑麦草、苏丹草是三种常见的牧草。由于其具有生物量大,生长速度快,生长周期短,适宜在各种土壤上生长等显著特点。所以,它在修复重金属污染土壤方面具有重要的研究价值和广阔的利用前景<sup>[2]</sup>。研究以菊苣、黑麦草、苏丹草作为试验材料,研究了在盆栽土培条件下,镉污染对几种牧草的生物学性状,叶绿素含量,细胞膜透性及根系活力。为其安全生产以及在修复土壤镉污染的潜力研究方面提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

菊苣(*Cichorium intybus* L.)、黑麦草(*Lolium* L.)、苏丹草(*Sorghum Sudanense* Stapf);购自辽宁省林业厅林木种苗站。试验在沈阳农业大学植物园进行。采用盆栽土培试验将土壤和风化沙风干,过 2mm 筛子,土沙比例 3:1 按制成镉含量为 5, 10, 30, 50, 100, 200mg/kg 土融入溶液均匀喷入土壤中,同时设置对照。待土壤风干后,充分混匀装入播种盘中,每盘风干土 3.7kg。放置两周待离子平衡后备用<sup>[3]</sup>。每处理重复三次。

### 1.2 测定项目与方法<sup>[4]</sup>

**1.2.1 苗木生长状况调查** 4月1日播种,播种前每盆浇水 1 000mL。4月15日间苗,每盘留 60 株长势基本一致的牧草苗。生长过程中各试验处理均采用常规管理,定期观察并记录牧草的生长情况。

**1.2.2 叶绿素含量的测定** 采用丙酮乙醇混合液法<sup>[5]</sup>。

**1.2.3 细胞膜透性的测定** 采用外渗电导率法。

**1.2.4 根系活力的测定** 采用亚甲基蓝法。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同浓度镉处理对牧草幼苗叶绿素含量的影响

叶绿素是植物光合色素中最重要的一类色素,其含量可受多种逆境的胁迫而下降。污染物使光合作用下降的主要原因之一是叶绿素遭到破坏,尤其是叶绿素 a 受害<sup>[6]</sup>。在叶绿素中,叶绿素 a 对活性氧的反应较叶绿素 b 敏感。据林植芳<sup>[7]</sup>报道,叶绿体照光时在光系统 I 的还原端产生一种活性氧——超氧化物自由基( $O_2^{\cdot-}$ ),而光合作用反应中心的叶绿素分子捕获光能变成激发态,当其能量传递给氧分子时形成单线态( $^1O_2$ )。 $O_2^{\cdot-}$ 可通过启动自由基的链反应及其它类型的再氧化等产生羟基自由基(OH·)、 $^1O_2$ 和过氧化氢  $H_2O_2$ 。这些活性氧与细胞内的成分具有很强的反应能力。能够直接或间接启动膜质的过氧化作用,导致膜的损伤和破坏。活性氧直接引发叶绿素的破坏及部分特异性的破坏叶绿素 a,致使叶绿素含量下降及叶绿素 a/b 比值降低。

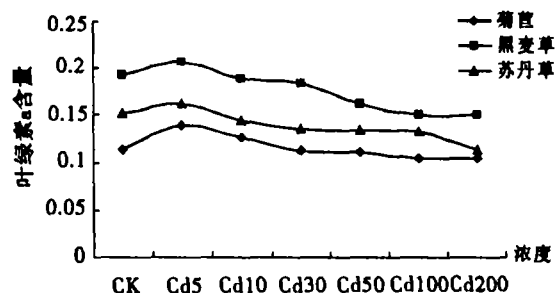


图1 不同浓度镉处理对牧草叶绿素 a 的影响

如图1所示,此时植物虽然在外在生态特征上没有明显表现,但生理指标的数据确有变化。表明植物叶片失绿。经过镉浓度处理后,几种牧草均在浓度为5mg/kg

**第一作者简介:**陆秀君(1966-),女,博士,教授,主要从事苗木培育及污染方面的研究。

**通讯作者:**陆秀君。

**收稿日期:**2006-11-10

土时叶绿素 a 含量达到峰值。随着浓度的增加叶绿素 a 含量逐渐下降。当浓度为 200mg/kg 土时,菊苣、黑麦草、苏丹草叶片叶绿素 a 含量分别比对照下降了 7%、23%、25%。可见重金属胁迫下,植物光合作用比较敏感,叶片叶绿素含量是光合作用受抑制的主要原因<sup>[8]</sup>。

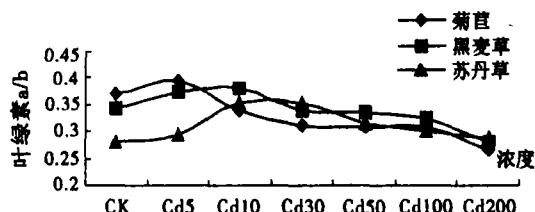


图2 不同浓度镉处理对牧草叶绿素 a/b 的影响

牧草叶绿素 a/b 值与叶绿素含量变化相似(图2)苏丹草叶绿素 a/b 的数值比对照增加,黑麦草叶绿素 a/b 的数值在 5~30mg/kg 土之间时比对照增加。在 5mg/kg 土时,菊苣叶绿素 a/b 的数值增加,这说明叶绿素 a 的变

化幅度大于叶绿素 b。但是在叶绿素 a/b 的数值在经过一个高峰后与对照比较增加的幅度下降了。而且在其余的浓度里与对照比出现了下降的趋势。表明叶绿素 a 比叶绿素 b 对镉敏感,相同处理条件下叶绿素 a 所受到的伤害是比较大的。更说明镉对作为叶绿素反应中心的叶绿素 a 影响比较大。

## 2.2 不同浓度镉处理对牧草幼苗生长的影响

2.2.1 不同浓度镉处理对牧草苗高的影响 镉浓度为 10mg/kg 土时,黑麦草,苏丹草株高最高(图3),分别为 8.7 cm,6.8 cm 较对照处提高了 11.75%, 43.16%。当浓度为 30~200mg/kg 土,黑麦草,苏丹草的苗高逐渐下降。黑麦草分别为对照的 91.7%, 87.7%, 76%, 74.9%。苏丹草为 69.5%, 57.9%, 55.7%, 49.4%。这说明在 5mg/kg 土和 10mg/kg 土时,由于镉胁迫的刺激,黑麦草和苏丹草的苗高高于对照。随着浓度的增加黑麦草和苏丹草受镉毒害苗高逐渐下降。而菊苣则对镉毒害比较敏感,随着浓度的增高苗高逐渐下降。

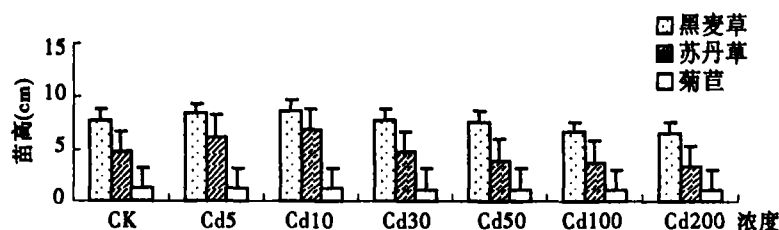


图3 不同浓度对牧草幼苗高的影响

2.2.2 不同浓度镉处理对牧草单株干重的影响 如图4所示,在对照时苏丹草和菊苣单株干重最大,分别为 0.2210g, 0.0833g。随着镉浓度的增加,二者单株干重逐渐下降且差异显著。黑麦草在浓度为 5mg/kg 土和 10mg/kg 土时单株干重高于对照,比对照高 7.56%,

12.96%。在 10mg/kg 土时单株干重最大为 0.03356g。30~200mg/kg 土时,黑麦草单株干重逐渐下降。三种牧草都是在浓度为 200mg/kg 土时,单株干重最小,分别为对照的菊苣 38.46%, 黑麦草 69.57%, 苏丹草 72.97%。

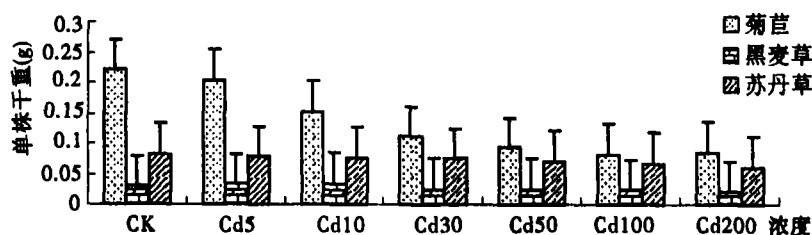


图4 不同浓度镉处理对牧草幼苗干重的影响

## 2.3 不同浓度镉处理对细胞膜透性的影响

细胞膜不仅是分隔细胞质和胞外成分的屏障,而且也是细胞与环境发生物质交换的主要通道,是细胞感受环境胁迫最敏感的部位。细胞膜的选择透性是其最重要的功能之一,各种逆境伤害都会造成质膜选择透性的改变或丧失,因此,质膜透性常常作为植物抗性研究中

的一个生理指标。当质膜的选择透性因逆境伤害而明显改变或丧失时,细胞内的物质(尤其是电解质)大量外渗,从而引起组织浸泡液的电导率发生变化,通过测定外渗液电导率的变化,就可反映出质膜的伤害程度和所测材料抗逆性的大小<sup>[4]</sup>。

电导率试验结果表明:(表1所示)在不同镉质量浓

度处理后都表现出相近的规律:镉处理使得牧草幼苗叶片的电导率都比对照有所增加,在 5mg/kg 土,10mg/kg 土时透性变化较小。当镉浓度高于 30mg/kg 土时,膜透性显著增大。由伤害率值可以明显看出,随着镉浓度增大,伤害率逐渐增加。对苏丹草的伤害率最大达到 51.78%。可以证明不同镉浓度的处理对植物的伤害率的顺序是苏丹草>黑麦草>菊苣。由此可见,细胞外渗液的电导度与污染物含量呈正相关<sup>[7]</sup>。

表 1 不同浓度镉处理对牧草细胞膜透性的影响

处理	菊苣		苏丹草		黑麦草	
	电导率	伤害率	电导率	伤害率	电导率	伤害率
CK	2.17	/	0.79	/	3.26	/
Cd5	2.95	0.7	1.89	1.09	4.47	1.32
Cd10	4.29	1.95	2.22	1.4	5.68	2.35
Cd30	6.67	4.39	14.38	13.16	9.09	5.88
Cd50	8.37	6.19	25.86	25.09	11.86	8.67
Cd100	10.68	8.6	44.78	44.05	13.49	10.36
Cd200	12.2	10	52.16	51.78	27.11	24.6

#### 2.4 不同浓度镉处理对根系活力的影响

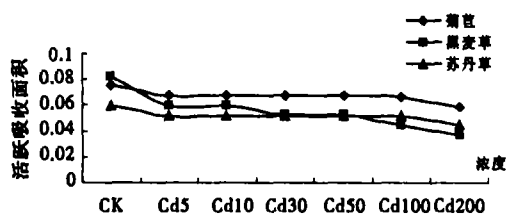


图 5 不同浓度镉处理牧草活跃吸收面积的影响

植物根系是活跃的吸收器官和合成器官,根的生长情况和活力水平直接影响地上部的生长和营养状况及产量水平,故根系活力是植物生长的重要生理指标之一。由图 5 可以看出三种植物的根系活力均表现出随浓度升高逐渐下降的趋势。且菊苣的根系活力大于黑麦草。镉明显抑制根系活力,镉含量越大,对根系的抑制作用越大。

### 3 结论

镉胁迫对几种牧草幼苗生长有重要影响。不同镉浓度处理对牧草幼苗的叶绿素含量,苗高作用存在显著差异。低浓度处理时,叶绿素含量高于对照。超过一定浓度则随着浓度的增加而逐渐下降。5mg/kg 土时,几种牧草的叶绿素含量高于对照,随着浓度的增加叶绿素含量则逐渐下降。叶绿素含量分别较对照高菊苣 19.01%,黑麦草 6.4%,苏丹草 6.6%。

黑麦草、苏丹草苗高在 10mg/kg 土时达到峰值,随着浓度的增加苗高逐渐下降。而菊苣则随着镉胁迫的增加苗高逐渐下降。苏丹草和菊苣的单株干重随着镉浓度的增加逐渐下降。而黑麦草则是先增加后增大。说明黑麦草耐镉的能力强于苏丹草和菊苣。苗木叶片的电导率与污染物含量呈正相关。随着污染物浓度的增大,其对植物的伤害率也逐渐增加。

几种牧草的根系活力均随着镉质量浓度的增加逐渐下降。由于镉的胁迫几种牧草的根系活力下降,活跃吸收面积逐渐下降。

#### 参考文献:

- [1] 王春春,沈振国. 镉在植物体内的积累及其对绿豆幼苗生长的影响[J]. 南京农业大学学报, 2001, 24(4): 9-13.
- [2] 邢素芝,汪建飞,王少梅. 施用 NPK 肥对高粱杂草吸收 Cu 的影响[J]. 安徽技术师范学院学报, 2003, 17(4): 313-31.
- [3] 马建军,朱京涛,于瑞芹. 单一稀土处理油菜种子对其吸收镉的影响[J]. 河北技术师范学院学报, 1998, 12: 13-16.
- [4] 王焕校. 污染生态学基础[M]. 昆明: 云南大学出版社, 1990: 91-94.
- [5] 郝建军,刘延吉. 植物生理学试验技术[M]. 辽宁科学技术出版社, 2001.
- [6] 孙铁珩,周启星,李培军. 污染生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2001, 309-368.
- [7] 郑爱珍,刘传平,沈振国. 镉对白菜、青菜生长的影响[J]. 北方园艺 2005(2): 42-43.
- [8] 谷利源. 类培育出可清除重金属污染的白杨树[J]. 中国科学报, 1998, 10, 4.

## Affection of Cd on the Young Herbage Seedling Growth

LU Xiu-jun<sup>1</sup>, GUAN Xin<sup>1</sup>, LI Chang-meng<sup>2</sup>, WANG Guo-juan<sup>1</sup>

(1. College of Forestry, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161; 2. The Gov of Damiao Chaoyang Cty, Liaoning 122642)

**Abstract:** Via pot culture, it researches the Cd pollution affection on growth and some physiological quotas of several species of herbage seedling. The result indicates: if the seedlings grow in the soil which contain chromium, low density stimulates growth while high density restrains growth; the content of chlorophyll gets its peak value under 5mg/kg, and it decreases along with the increase of chromium density; the exosmosis rate of electrolyte increases when the chromium density increases and even more quicker; the vitality of roots show out an tendency of decreasing when the density of chromium is up.

**Key words:** Herbage; Cd treatment; Growth