

镉对白菜、青菜生长的影响

郑爱珍^{1,2}, 刘传平², 沈振国²

(1. 河南商丘师范学院生物系, 商丘 476000; 2. 南京农业大学生命科学学院, 南京 210095)

摘要:采用溶液培养的方法, 比较研究了镉(Cd)对芸苔属植物白菜和青菜生长发育的影响。结果表明, 白菜对Cd毒害的耐性大于青菜, 并具有较高的吸收和转运Cd的能力。10 μmol/L Cd处理5 d(天), 根系的净增长量白菜比青菜高出10个百分点; 随着Cd处理浓度的增大, 白菜和青菜叶片叶绿素含量均呈下降的趋势; 相同Cd浓度处理下, 白菜地上部含Cd量高于青菜, 且Cd地上部含量/根系的值大于青菜。

关键词: 镉; 白菜; 青菜

中图分类号: S634.106⁺.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0009(2005)02-0042-02

随着矿产资源大量开发利用, 各种化学产品、农药、化肥的广泛使用以及城市污泥、污水的农用, 重金属对土壤、水体的污染越来越严重^[1]。在主要的重金属污染物中, 镉(Cd)有比较高的生物毒性。Cd主要用于电镀、颜料、化学制品、塑料工业、合金制造以及一些光敏元件的制造等。未处理的工业废水、生活废水、城市垃圾、污泥及磷肥均含有较高水平的Cd。据统计, 我国仅Cd污染的农田就超过10 900 hm²(公顷), 而且还有上升的趋势。蔬菜是人们日常生活中不可缺少的重要副食品。蔬菜遭受Cd污染后, 不但严重影响蔬菜的产量和质量, 而且通过食物链进一步危害人类健康。通常栽培的大众化蔬菜青菜和白菜是芸苔属植物, 国外的最近研究结果认为芸苔属植物含有重金属吸收和积累基因^[3]。国内研究也显示一些芸苔属植物如芥菜、白菜和油菜等具有较高的吸收和积累重金属的能力, 在植株表现出重金属毒害症状之前, 其体内重金属含量已超过食用安全标准^[4]。因而研究重金属Cd对蔬菜植物生长发育的影响, 了解其在体内的分布特点, 为发展绿色食品和无公害蔬菜提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与设计

供试材料: 芸苔属蔬菜白菜(*Brassica pekinensis* Rupr.), 品种为青研87-114; 青菜(*Brassica chinensis* L.), 品种为五月慢, 种子购于江苏省农业科学院。种子经0.1%的HgCl₂消毒5 min(分钟), 流水冲洗10 min(分钟), 25℃催芽, 24 h(小

时)后播种于蛭石中, 2 d(天)后移苗, 用1/2Haogland营养液培养, 每2 d(天)更换一次营养液。移苗30 d(天)后用Cd处理, 处理浓度为0、10、20、50、100 μmol/L(微摩尔/升), Cd以CdCl₂·2.5H₂O的形式加入, 每个处理设3个重复。处理当天和处理后第5 d、7 d(天)测量根长, 第8 d(天)取样测定叶片叶绿素含量和植株重金属含量。生长期间调节pH为6.0。

1.2 测定技术

叶绿素含量的测定: 参照张宪政(1990)的方法^[9]。

植物体内重金属含量测定: 植物样品, 105℃杀青5 min(分钟), 75℃烘至恒重, 玛瑙研钵磨碎。用HNO₃-HClO₄(V:V=87:13)混合液消煮, 消化至近干, 加HCl溶解, 定容到25 mL(毫升)。参照鲁如坤^[7]的方法萃取, 用TAS-986火焰原子吸收分光光度计测定有机相中Cd浓度。

2 结果与分析

2.1 Cd对白菜和青菜根系伸长的影响

在过量重金属处理下, 植物根系最先受到伤害。如图1, Cd处理下白菜和青菜根系的伸长生长明显受到抑制。无论是处理后5 d(天)还是7 d(天), 根系净伸长都随着Cd处理浓度的增加而减少。在供试的两个材料中, 青菜对Cd处理的敏感性大于白菜。10、20、50和100 μmol/L Cd处理5 d(天), 青菜的根系净增长量分别是对照植株的69%、48%、37%和33%; 而白菜的根系净增长量分别是对照植株的79%、57%、45%和38%。

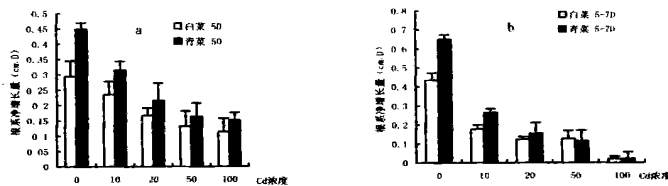


图1 Cd处理下5 d(天)根净增长量(a)和5 d~7 d(天)根系净增长量(b)

2.2 叶绿素含量变化

表1所示, 随着Cd处理浓度的增大, 青菜和白菜叶片叶

绿素含量都呈下降的趋势。低浓度的Cd处理(10 μmol/L)下青菜和白菜叶片叶绿素含量分别下降18%和20%。在重金属胁迫下, 植物光合作用的反应比较敏感, 叶片叶绿素含量下降是光合作用受抑的主要原因。

收稿日期: 2004-10-13

处理 $\mu\text{mol/L}$	Cd 处理下叶绿素含量变化			
	叶绿素含量($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)			
	白菜		青菜	
	绝对含量	与对照百分比	绝对含量	与对照百分比
0	1.06 ± 0.08	100.0	1.29 ± 0.21	100.0
10	0.85 ± 0.10	80.1	1.06 ± 0.13	82.2
20	0.74 ± 0.03	69.9	0.96 ± 0.09	74.0
50	0.71 ± 0.07	67.4	0.90 ± 0.04	69.9
100	0.68 ± 0.07	64.1	0.80 ± 0.05	62.1

2.3 Cd 处理对青菜、白菜体内 Cd 含量和分布的影响

在所有处理中, 无论是青菜还是白菜根系 Cd 含量均明

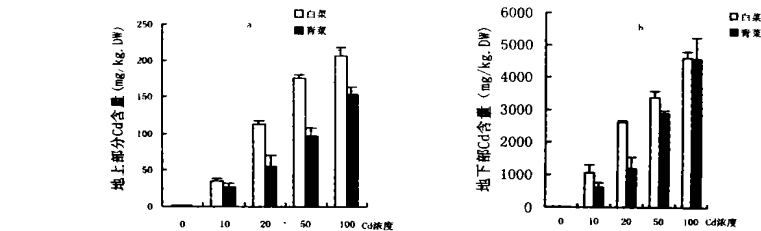


图 2 Cd 处理下植物地上部 Cd 含量(a)和地下部 Cd 含量(b)

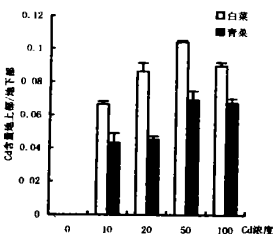


图 3 植物 Cd 含量地上部/根系值

长, 且随 Cd 处理浓度增大而加剧。根系往往是最直接、最严重的受害器官之一, 受 Cd 毒害的蚕豆苗根尖呈深褐色坏死^[7]。无论是处理后 5 d(天)还是 7 d(天), 白菜和青菜根系净伸长量都随着 Cd 处理浓度的增加而减少。在供试的两个材料中, 青菜对 Cd 处理的敏感性大于白菜。在重金属胁迫下, 植物光合作用的反应比较敏感, 用 Cd 处理豌豆幼苗, 可以降低叶片叶绿素含量、抑制 RuBPCase 活性等, 从而抑制光合作用^[8]。我们的实验也表明, 随着 Cd 处理浓度的增大, 青菜和白菜叶片叶绿素含量都呈下降的趋势, 10 $\mu\text{mol/L}$ 浓度的 Cd 处理, 能使叶绿素下降约 20 个百分点。大多数重金属离子带有较高的正电荷, 易与植物组织中带负电荷的大分子化合物结合, 因此, 一般条件下, 大多数植物吸收的重金属主要积累在根系而地上部的含量较低^[1], 当用不同浓度的 Cd 处理印度芥菜时其吸收的大部分 Cd 在根系中积累^[9], 在水培条件下, 无论是青菜还是白菜, 其根系的 Cd 含量都远远超过相同处理下地上部 Cd 含量。作为蔬菜植物的青菜和白菜, 其可食用部分主要是地上部, Cd 积累在植物根系, 减少向地上部的运输, 有利于提高蔬菜的品质。在田间条件下, 未受污染土壤中 Cd 的生物有效性一般较低, 植物地上部平均含量为 0.1~3 $\mu\text{g/g}$ ^[10], 与之相比, 这两种植物地上部积累 Cd

显高于地上部的 Cd 含量(图 2)。青菜和白菜地上部和根系的 Cd 含量均随着外界处理溶液中 Cd 浓度的增加而增加。与青菜相比, 白菜具有更强的向地上部运输 Cd 的能力。相同 Cd 浓度处理下, 白菜地上部含 Cd 量高于青菜, 且 Cd 地上部含量与根系比值大于青菜, 50 $\mu\text{mol/L}$ 的 Cd 处理时, 白菜和青菜 Cd 地上部含量与根系的比值均达到最高值 10% 和 7%(如图 3)。

3 讨论

Cd 是植物非必须元素, Cd 进入植物体内并积累到一定程度, 就会表现出毒害症状。宋玉芳等^[6] 研究发现, 用 Cd 处理白菜种子, 可以显著抑制种子发芽率和白菜根系的伸长生

的能力较强。白菜比青菜具有较高的吸收和积累 Cd 的能力, 因此我们认为在受 Cd 污染的土壤上种植白菜的安全性风险要大于种植青菜, 但青菜虽然地上部积累的 Cd 较少, 但青菜对 Cd 污染的抗性却较差, 因而不适合在受 Cd 污染的土壤上种植。尽管这一实验结果得自水培与田间条件有较大的差异, 但这给我们一个提示, 在蔬菜生产中, 我们更应注重环境质量, 以确保蔬菜食用的安全性。

参考文献:

[1] 罗春玲, 沈振国. 植物对重金属的吸收和分布[J]. 植物学通报, 2003, 20(1): 59~ 66.

[2] 秦天才, 吴玉树, 黄巧云等. 镉铅单一和复合污染对小白菜抗坏血酸含量的影响[J]. 生态学杂志, 1997, 16(3): 31~ 34.

[3] Pandey N., Shama C. P. Effect of metal CO^{2+} , Ni^{2+} and Cd^{2+} ngrowth and metabolism of cabbage. Plant Science 2002, 163: 753~ 758.

[4] 黄雅琴, 杨在中. 蔬菜对重金属的吸收积累特点[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 1995, 26(5): 608~ 614.

[5] 鲁如坤主编. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000.

[6] 宋玉芳, 许华夏, 任丽萍等. 土壤重金属对白菜种子发芽与根伸长抑制的生态毒性效应[J]. 环境科学, 2002, 23(1): 103~ 107.

[7] 莫文红, 李懋学. 镉离子对蚕豆根尖细胞分裂的影响[J]. 植物学通报, 1992, 9(3): 30~ 34.

[8] Chugh L. K., Mazhney SK., Photosynthetic activities of Pisum sativum seedlinggrown in presence of cadmium. Plant Physiol. Biochem., 1999, 37(4): 297~ 303.

[9] Salt DE., Prince RC., Pickering IJ., and Raskin L. M. echanisms of cadmium, mobility and accumulation in Indian mustard. Plant Physiol., 1995, 109: 1427~ 1433.

[10] Roger D. Reeves and Alan J. M. Baker., Metal—accumulating plants. In: Phytoremdiation of toxic metals; Using plants to clean up the environment. Edited by Raskin L And Ensley D., John, Wiley & Sons, Inc. New York., 2000.