

不同基因型的青菜、白菜耐镉性差异研究

郑爱珍, 王万君

(商丘师范学院 生命科学系 河南 商丘 476000)

摘要:通过溶液培养,对重金属镉(Cd)处理下不同品种的青菜和白菜地上部可食部分的生物量以及对镉的吸收和积累特点进行了比较研究。结果表明:在 $50\mu\text{mol/L}$ 的Cd处理下,青菜和白菜的生长均受到不同程度的抑制作用,其地上部的生物量均显著低于对照,青菜对Cd具有较强的敏感性,其相对生物量均下降到对照的50%以下,白菜对Cd的耐性高于青菜;镉处理下,不同品种的青菜和白菜对镉的吸收积累具有显著性差异,青菜单位重量的Cd含量明显高于白菜;对青菜和白菜进行了镉耐性和敏感性品种筛选,为无公害蔬菜的种植及镉污染土壤的植物修复提供理论参考。

关键词:青菜;白菜;镉污染;基因型

中图分类号:Q 946 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2007)09-0010-03

近年来随着重金属矿山的大量开采、各种化学产品、农药、化肥的广泛使用、汽车尾气和生活污水的超标以及城市污泥、污水的农用,重金属对土壤、水体的污染越来越严重^[1,2]。Cd是五毒(Hg、Cd、Pb、Cr、As)之一,目前国内外对重金属Cd污染的研究已相当广泛、深入^[3,4],普遍认为工业废物和污灌可能是农田土壤Cd污染的主要来源^[5]。蔬菜中含有丰富的维生素和膳食纤维,是人类必需的食品,当被Cd污染后,很容易通过食物链进入人体,影响人体健康^[6],Cd在蔬菜中的积累问题引起了人们极大的关注^[7-9]。青菜和白菜是大众化蔬菜,对不同种质的青菜和白菜耐Cd性差异比较的研究还很少见报道。试验以青菜、白菜为试验材料,比较研究Cd对其生长的影响及其吸收积累Cd的差异,筛选出耐Cd性且食用部分Cd含量低的青菜和白菜品种,对合理进行蔬菜的生产布局,发展绿色食品和无公害蔬菜,提高人类的健康水平具有重要的现实意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为青菜(*Brassica chinensis* L.)和白菜(*Brassica pekinensis* Rupr.)。青菜品种有:上海青、绿优1号、黄心乌、四月慢、青菜杂交一代、小矮人、矮抗1号、热抗605、矮脚黄、矮抗青、七宝青菜、五月慢;白菜品种有:胶白6号、丰抗70、山东7号、山东4号、丰抗90、小

杂56、先锋夏王、夏抗50、改良青杂3号、丰源2号、丰抗80、惊春。种子购于郑州种子大市场。

1.2 材料处理

种子经0.1%的HgCl₂表面消毒5min,去离子水冲洗干净,25℃催芽,1d后播种于蛭石中,2d后移苗,用Hoagland营养液培养,每2d换一次营养液,生长期营养液pH值调至6.0。幼苗在自然温度和自然光照条件下生长。移苗30d后每个品种设2个Cd水平:0(为Hoagland营养液)和 $50\mu\text{mol/L}$ 的CdCl₂·2.5H₂O,各设3次重复。处理一周后收获地上部,测定其生物量和重金属含量。

1.3 测定方法

105℃杀青20min,70℃下烘干至恒重,测定其地上可食部分的生物量;玛瑙研钵研磨,HNO₃-HClO₄(V:V=4:1)混合液消煮,TAS-986火焰原子吸收分光光度计测定Cd含量^[10]。

1.4 数据分析

利用SPSS软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 Cd污染对青菜参试品种地上部平均干重的影响

Cd处理下青菜参试各品种地上部的生物量差异不显著,但都显著小于对照。表1可知,Cd胁迫对青菜幼苗生长具有明显的抑制作用,12个青菜参试品种的相对生物量均处于50%以下,其中矮脚黄、绿优1号的生物量仅为对照的21.86%和22.65%,品种矮抗青对Cd表现为一定的耐性,但其地上生物量也下降50%以上。参试品种地上部生物量减少率从小到大的排列顺序为:矮抗青<五月慢<七宝青菜<小矮人<四月慢<热抗605<矮抗1号<上海青<黄心乌<青菜杂交一代<绿

第一作者简介:郑爱珍(1970-),女,副教授,主要从事植物逆境生理生态的教学与研究。

基金项目:河南省科技厅自然科学基金资助项目(0511030200);河南省教育厅科技攻关资助项目(200510483005)。

收稿日期:2007-05-14

优 1 号<矮脚黄。

表 1 水培 Cd 处理对青菜各参试品种地上部平均干重的影响

青菜品种	平均干重/g·株 ⁻¹		相对生物量/%
	CK	处理	
矮脚黄	0.247bcd±0.014	0.054g±0.018	21.86
绿优 1 号	0.309ab±0.018	0.070g±0.017	22.65
青菜杂交一代	0.307ab±0.020	0.083fg±0.016	27.04
黄心乌	0.281abc±0.021	0.079g±0.022	28.11
上海青	0.331a±0.017	0.113fg±0.023	34.14
矮抗 1 号	0.260bcd±0.015	0.091fg±0.021	35.00
热抗 605	0.251bcd±0.019	0.088fg±0.019	35.06
四月慢	0.285abc±0.053	0.109fg±0.028	38.25
小矮人	0.269abcd±0.042	0.110fg±0.013	40.89
七宝青菜	0.230cd±0.031	0.097fg±0.021	42.17
五月慢	0.207de±0.021	0.093fg±0.022	44.93
矮抗青	0.154ef±0.022	0.071g±0.018	46.10

注:表中小写字母不同表示在 P=0.05 水平上差异显著,以下同。

2.2 Cd 污染对白菜参试品种地上部平均干重的影响

Cd 处理下除品种先锋夏王外,其他 11 个参试品种的生物量没有显著性差异,但都显著低于对照。表 2 显示,Cd 处理显著抑制白菜幼苗的生长,品种先锋夏王、夏抗 50 对 Cd 表现为较高的抗性,其地上部的相对生物量较高,分别为 67.99%和 66.05%,品种惊春、改良青杂 3 号、丰源 2 号、胶白 6 号的相对生物量均达到了 50%以上。品种丰抗 70、小杂 56 的耐 Cd 性较弱,Cd 处理下其生物量下降为对照的 20%以下。白菜各参试品种地上部生物量减少率从小到大的排列顺序为:先锋夏王<夏抗 50<惊春<改良青杂 3 号<丰源 2 号<胶白 6 号<丰抗 80<山东 7 号<山东 4 号<丰抗 90<小杂 56<丰抗 70。

表 2 水培 Cd 处理对白菜各参试品种地上部平均干重的影响

青菜品种	平均干重/g·株 ⁻¹		相对生物量/%
	CK	处理	
丰抗 70	0.630a±0.018	0.158f±0.013	25.08
小杂 56	0.593a±0.032	0.160f±0.018	26.98
丰抗 90	0.488b±0.021	0.213f±0.028	43.64
山东 4 号	0.356d±0.020	0.157f±0.016	44.10
山东 7 号	0.415bcd±0.035	0.195f±0.029	46.99
丰抗 80	0.363d±0.032	0.174f±0.027	47.93
胶白 6 号	0.384cd±0.025	0.192f±0.023	50.00
丰源 2 号	0.352d±0.031	0.186f±0.032	52.84
改良青杂 3 号	0.346d±0.028	0.197f±0.026	56.94
惊春	0.411bcd±0.021	0.238ef±0.019	58.05
夏抗 50	0.324de±0.019	0.214f±0.022	66.05
先锋夏王	0.4781e±0.018	0.325de±0.024	67.99

2.3 Cd 污染对参试品种地上部 Cd 含量的影响

2.3.1 Cd 污染对青菜地上部 Cd 含量的影响 50 μmol/L 的 Cd 处理下,青菜各参试品种地上部 Cd 含量(mg·kg⁻¹DW)有很大差异(表 3)。其中小矮人、绿优 1 号、黄心乌地上部分 Cd 含量较高,显著高于其他参试品

种;品种五月慢、矮脚黄、四月慢的 Cd 含量较低。青菜地上部 Cd 含量从小到大的排列顺序为:五月慢<矮脚黄<四月慢<青菜杂交一代<矮抗 1 号<七宝青菜<矮抗青<热抗 605<上海青<黄心乌<绿优 1 号<小矮人。

2.3.2 Cd 污染对白菜地上部 Cd 含量的影响 50 μmol/L 的 Cd 处理下,白菜各参试品种地上部 Cd 含量(mg·kg⁻¹DW)差异显著(表 3)。其中品种先锋夏王的 Cd 含量较高,显著高于其他参试品种,胶白 6 号、丰抗 70、丰抗 90 Cd 含量较低。白菜地上部 Cd 含量从小到大的排列顺序为:胶白 6 号<丰抗 70<丰抗 90<丰抗 80<山东 7 号<惊春<小杂 56<丰源 2 号<山东 4 号<夏抗 50<改良青杂 3 号<先锋夏王。

表 3 还显示,Cd 在青菜和白菜品种间的含量高低不一,青菜的单位重量的 Cd 含量高于白菜,品种胶白 6 号、丰抗 70、丰抗 90 的 Cd 含量显著低于参试的青菜各品种,在 Cd 污染的田地里种植这些白菜品种的风险应该低于种植青菜。

表 3 水培 Cd 处理下青菜、白菜各参试品种地上部 Cd 含量

青菜品种	Cd 含量/mg·kg ⁻¹ DW	白菜品种	Cd 含量/mg·kg ⁻¹ DW
小矮人	21.2a±4.022	先锋夏王	1.98a±2.023
绿优 1 号	20.6a±2.015	改良青杂 3 号	1.74bc±3.325
黄心乌	19.5a±2.132	夏抗 50	1.56cde±1.956
上海青	17.6b±1.091	山东 4 号	1.38ef±1.154
热抗 605	16.4bcd±2.046	丰源 2 号	1.29fg±2.082
矮抗青	14.8de±2.218	小杂 56	1.08hi±3.054
七宝青菜	13.9ef±2.210	惊春	0.85jk±1.059
矮抗 1 号	12.8fg±3.121	山东 7 号	0.81k±2.325
青菜杂交一代	11.7gh±2.012	丰抗 80	0.78k±2.451
四月慢	10.8hi±1.055	丰抗 90	0.72kl±2.195
矮脚黄	10.6hi±1.321	丰抗 70	0.69kl±2.320
五月慢	9.6ij±2.050	胶白 6 号	0.56l±1.861

3 讨论

重金属镉是植物非必需元素,重金属胁迫下细胞膜透性和膜脂过氧化程度增加,细胞选择透性机能受损^[1]。镉进入植物体内并积累到一定程度,会影响细胞分裂和生长,干扰营养物质的吸收和分配,从而影响植物的生长,表现出生长迟缓,植株矮小,产量下降等症状^[12]。研究结果显示,镉胁迫下青菜和白菜的生长受损,生物量下降,均显著低于对照,其中青菜的受损更为严重,生物量下降率均达 50%以上,表明了白菜较青菜对镉具有较高的耐性,也表明了青菜较白菜对镉具有较强的敏感性;镉处理下,白菜的单位重量的镉含量普遍低于青菜,是由于青菜的生物量相对较小,对 Cd 具有一定的浓缩效应所致,还是白菜具有严格的选择性吸收机制、具有严格的分配规律和镉代谢能力,有关其机理性研究还有待于深入,从食品安全性角度出发,在镉污染的土壤里种植青菜的风险性相对大于白菜;青菜品种矮

脚黄单位重量的 Cd 含量虽然相对较低,但其对 Cd 敏感性较强,相对生物量低,所以,五月慢和四月慢等青菜品种适宜在镉污染的土壤里种植;白菜品种胶白 6 号的 Cd 含量较低,对镉也表现出较好的耐性,可能是受镉污染土壤上适宜种植的白菜品种,其次是丰抗 90、丰抗 80、山东 7 号和惊春等品种。如果青菜和白菜用于镉污染土壤的植物修复,则青菜品种小矮人,白菜品种先锋夏王为首选。

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] Sagner S, Kneer R, Wanner G et al. Hyperaccumulation, complexation and distribution of nickel in *Sebertia acuminata*[J]. Phytochemistry, 1998, 47: 339-347.
- [3] 杜应琼,何江华,陈俊坚等.铅、镉和铬在叶类蔬菜中的积累及对其生长的影响[J].园艺学报,2003,30(1):51-55.
- [4] 李德明,朱祝军,钱琼秋.白菜镉积累基因型差异研究[J].园艺学报,2004,31(1):97-98.

- [5] 方晓航,曾晓雯,于方明,等. Cd 胁迫对白菜生理特征及元素吸收的影响研究[J].农业环境科学报,2006,25(1):25-29.
- [6] Scheifler R, Vauflery A G, Badot P M. Transfer of Cadmium from plant leaves and vegetable flour to the snail *Helix aspersa*: Bioaccumulation and Effects[J]. Ecotoxicology and Environmental Safety, 2002, 53: 148-153.
- [7] Cui Y J, Zhu Y G, Zhai R H, et al. Transfer of metals from soil to vegetables in an area near a smelter in Nanning China[J]. Environment International, 2004, 30: 785-791.
- [8] Queirolo F, Stegen S, Restovic M, et al. Total arsenic lead and cadmium levels in vegetables cultivated at the Andean villages of northern Chile[J]. The Science of the Total Environment, 2000, 255: 75-84.
- [9] 徐照丽,吴启堂,依艳丽.不同品种菜心对镉抗性的研究[J].生态学报,2002,22(1):571-576.
- [10] 鲍士旦.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业出版社,1999.
- [11] 任安之,高玉葆,刘爽,铭.镉、铅胁迫对青菜叶片几种生理生化指标的影响[J].应用与环境生物学报,2006(2):112-116.
- [12] 宋玉芳,许华夏,任丽萍.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.

Studies on Cadmium Tolerance between *Brassica chinensis* L. and *Brassica pekinensis* Rupr. of Different Genetic Groups

ZHENG Aizhen, WANG Wan-zhen

(Department of Life Science Shangqiu Teachers' College, Shangqiu, Henan 476000, China)

Abstract: Conducted solution culture experiments to carry out a comparative research concerning the decrease of edible above-ground biomass and Cadmium accumulation in *Brassica chinensis* L. and *Brassica pekinensis* Rupr. of different genetic groups which were treated with Cadmium. The test showed that: the growth of the treated plants was restrained to different degree after the treatment of Cadmium (50 mol/L) and the decrease of above-ground biomass was remarkable in contrast to the untreated cultivars. Besides, as the experiment showed, *Brassica chinensis* L. could be easily affected and the above-ground biomass of all the samples decreased by more than 50%, while the decrease of *Brassica pekinensis* Rupr., in comparison, was much lower which suggests that the *Brassica pekinensis* Rupr. had stronger tolerance to Cadmium than *Brassica chinensis* L. The paper also indicated the obvious difference in Cadmium accumulation between the treated *Brassica chinensis* L. and *Brassica pekinensis* Rupr. of different varieties. Besides, the Cd content in *Brassica chinensis* L. of unit weight was obviously more than that of *Brassica pekinensis* Rupr. It is expected that the research finding of this paper will provide theoretical reference for the selection of excellent varieties according to their Cadmium tolerance and sensitivity, for environment-safety vegetable planting as well as for the restoration of plants grown in Cadmium-polluted soil.

Key words: *Brassica chinensis* L.; *Brassica pekinensis* Rupr.; Cd (Cadmium) pollution; Genetic group

欢迎订阅《北方园艺》期刊

邮发代号 14-150 单月刊 每册定价 6.00 元 全年 72.00 元