

白菜镉积累基因型差异研究

李德明 朱祝军* 钱琼秋

(浙江大学园艺系, 杭州 310029)

摘要: 采用 87 个白菜品种, 于春夏和秋冬两生长季节在镉 (Cd) 污染土壤中进行植株地上部 Cd 积累差异研究。结果表明, 不同品种间镉含量存在极显著差异, 且春夏季高于秋冬季。

关键词: 白菜; 镉; 积累; 季节; 基因型

中图分类号: S 634 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2004) 01-0097-02

Investigation of Genotypic Difference of Cadmium Contents in Shoots of *Brassica campestris* ssp. *chinensis*

Li Deming, Zhu Zhujun*, and Qian Qiongqiu

(Department of Horticulture, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China)

Abstract: Cadmium contents in the shoots of 87 cultivars of pakchoi (*Brassica campestris* ssp. *chinensis* L.) were studied in a Cd-contaminated soil in two growth seasons. Significant differences of shoot Cd contents were found among the cultivars. Cd contents in spring and summer were higher than in autumn and winter.

Key words: Pakchoi; Cadmium content; Growth season; Genotype

1 目的、材料与方法

镉 (Cd) 是生物毒性最强的重金属之一, 其在蔬菜中的积累问题日益受到关注^[1~3]。原产我国的白菜 [*Brassica campestris* (L.) ssp. *chinensis* (L.) Makino], 包括普通白菜变种、乌塌菜变种、菜薹 (菜心) 变种等, 多在城市近郊与中远郊种植, 易受工业发展带来的 Cd 污染。据报道, 芸薹属植物 Cd 积累能力存在基因型差异^[4]。因此筛选 Cd 低积累品种对无公害蔬菜生产具有重要意义。

从浙江、江苏、广东等地收集有代表性的 87 个白菜品种, 于 2001 年 10 月~2002 年 3 月 (秋冬季) 和 2002 年 4~5 月 (春夏季) 在浙江大学华家池校区农场 Cd 污染土壤 (Cd 6 mg kg⁻¹干土) 中以盆栽形式进行品种比较试验。每品种均为 6 株/盆, 4 次重复, 长出真叶后施园试营养液, 共施 4 次。植株达 7~9 片真叶时采收, 洗净, 烘干, 磨细。加 HNO₃ 5 mL 和 HClO₄ 2 mL 消煮后, 用 ICP-AES 测定 Cd 含量。数据采用 DPS 软件进行统计分析。

2 结果与分析

表 1 表明, 在秋冬季, 青岛交配 91-1、80 天油青、超纯四季、红薹菜、苏州青等品种地上部 Cd 含量均低于 6.25 mg kg⁻¹DM, 显著低于其它品种 ($P < 0.05$), 属于低 Cd 积累品种类群; 台湾明珠、全年油青、十月红二号、小叶青、抗热一号等品种均高于 23.72 mg kg⁻¹DM, 且显著高于其它品种 ($P < 0.05$), 属高 Cd 积累品种类群。在春夏季, 中箕白菜、杂交黄叶二号、乌油菜、无锡白、沪青一号等品种 Cd 含量均低于 17.68 mg kg⁻¹DM, 且显著低于其它品种 ($P < 0.05$), 属于低 Cd 积累品种类群; 油冬儿、小叶青、华青千禧、高华青梗、苏州青等品种表现为高 Cd 积累, 均高于 74.11 mg

收稿日期: 2003 - 03 - 03; 修回日期: 2003 - 11 - 12

* 通讯作者 E-mail: zhjzhu@zju.edu.cn

$\text{kg}^{-1} \text{DM}$ ，且显著高于其它品种 ($P < 0.05$)。秋冬季试验中低、高 Cd 积累品种 Cd 含量相差 3.80 倍以上，春夏季试验中两类群相差 4.19 倍以上。春夏季栽培植株 Cd 含量较高，可能与春夏季气温较高、植株蒸腾速率较高有关。

表 1 两生长季节 87 个白菜品种植株地上部镉含量

Table 1 Cadmium contents in the shoots of 87 cultivars of pakchoi in two growth seasons

(mg $\text{kg}^{-1} \text{DM}$)

品种 Cultivar	秋冬栽培 In autumn and winter	春夏栽培 In spring and summer	品种 Cultivar	秋冬栽培 In autumn and winter	春夏栽培 In spring and summer
乌油菜 Wuyoucai	6.88 \pm 1.78	14.51 \pm 2.38	绿元帅 L ū Yuanshuai	11.25 \pm 1.41	37.35 \pm 9.83
红薹菜 Hongtaicai	5.73 \pm 2.06	17.39 \pm 2.94	见杆青菜 Jiangnan Qingcai	8.39 \pm 1.73	40.24 \pm 8.11
无锡白 Wuxibai	7.68 \pm 2.12	15.57 \pm 3.51	十月红二号 Shiyuehong 2	26.13 \pm 2.06	23.71 \pm 6.18
中箕白菜 Zhongqi Baicai	12.14 \pm 4.02	12.11 \pm 1.67	黄心菜 Huangxincai	11.18 \pm 1.38	39.42 \pm 8.65
超纯四季 Chaochun Siji	5.58 \pm 0.45	19.86 \pm 4.48	高梗白 Gaogengbai	10.61 \pm 1.93	41.17 \pm 5.57
迟花矮脚黑叶 Chihua Aijiao Heiye	6.74 \pm 0.30	19.96 \pm 1.53	五月蔓 Wuyueman	12.82 \pm 0.59	40.49 \pm 12.79
80 天油青 80 t-youqing	5.34 \pm 0.01	22.47 \pm 2.66	抗热杂交 Kangre Zajiao	10.31 \pm 2.64	44.20 \pm 9.44
束腰矮秆白 Shuyao Aiganbai	9.62 \pm 3.13	20.18 \pm 3.42	四季黄秧 Siji Huangyang	9.13 \pm 1.86	45.80 \pm 10.74
湘研菜薹 Xiangyan Caitai	7.48 \pm 0.88	22.52 \pm 1.12	抗热 605 Kangre 605	11.31 \pm 2.20	44.45 \pm 6.52
花叶高秆白 Huaye Gaoganbai	9.53 \pm 1.40	20.65 \pm 7.09	夏优高抗 Xiayou Gaokang	12.44 \pm 0.80	44.05 \pm 7.23
夏冬青 Xiadongqing	12.74 \pm 1.66	17.50 \pm 2.05	油青四九 Youqing Sijiu	10.45 \pm 0.27	46.52 \pm 15.75
红霸王 Hongbawang	7.55 \pm 1.19	22.81 \pm 6.47	矮宝青 Aibaoqing	20.40 \pm 2.26	36.72 \pm 3.33
杂交黄叶二号 Zajiao Huangye 2	16.43 \pm 6.21	14.34 \pm 3.36	大头青江白 Datou Qingjiangbai (Taiwan)	11.87 \pm 1.95	45.55 \pm 9.65
白梗菜心 Baigeng Caixin	8.88 \pm 1.92	22.21 \pm 4.84	2 号油青 Youqing 2	8.43 \pm 1.27	49.63 \pm 8.05
五峰抗热青 Wufeng Kangreqing	15.48 \pm 2.59	16.74 \pm 2.49	早熟白菜薹 Zaoshu Baicaitai (B)	10.79 \pm 0.77	50.23 \pm 9.11
黑心乌 Heixinwu	9.90 \pm 1.76	23.59 \pm 2.76	青岛交配 91-1 Qingdao Jiaopei91-1	4.70 \pm 0.73	57.86 \pm 16.83
无勺白 Wushaobai	6.99 \pm 1.46	27.87 \pm 3.75	独秀红 Duxiuhong	9.11 \pm 0.92	53.69 \pm 3.72
抗热将军 Kangre Jiangjun	7.88 \pm 1.93	26.99 \pm 8.38	四九 31 号 Sijiu 31	18.72 \pm 3.31	46.01 \pm 3.65
黄叶四九-32 Huangye Sijiu32	6.69 \pm 0.17	29.01 \pm 4.31	沪青一号 Huqing 1	19.18 \pm 3.32	17.67 \pm 5.19
七宝 Qibao	12.71 \pm 1.14	23.57 \pm 2.24	绿霸王 L ū Bawang	7.37 \pm 0.73	30.46 \pm 1.42
8902 红菜薹 8902 Hongcaitai	8.74 \pm 1.53	27.92 \pm 3.67	矮抗青 Aikangqing	12.01 \pm 2.90	52.90 \pm 2.49
箭秆白 Jiangnanbai	13.03 \pm 3.88	26.26 \pm 1.18	高雄甜脆 Gaoxiong Tiancui	8.03 \pm 0.29	57.04 \pm 4.07
黑油冬儿 Heiyoudong'er	12.36 \pm 2.04	27.10 \pm 2.85	赤叶条更 Chiye Tiaogeng	12.59 \pm 1.17	53.69 \pm 7.63
50 天油青 50 t-youqing	12.01 \pm 0.25	27.67 \pm 1.36	湘园菜薹 Xiangyuan Caitai	10.82 \pm 1.82	55.76 \pm 1.11
青江白菜 Qingjiang Baicai	19.75 \pm 2.66	20.14 \pm 2.81	矮脚葵扇黑叶 Aijiao Kuishan Heiye	20.44 \pm 2.97	46.40 \pm 3.59
九月鲜 Jiuyuexian	6.79 \pm 1.50	33.14 \pm 1.73	60 天油青 60 t-youqing	11.09 \pm 3.22	55.99 \pm 12.05
抗热青一号 Kangreqing 1	13.24 \pm 2.98	27.09 \pm 7.70	31 号甜菜心 Tiancaixin 31	10.36 \pm 0.04	58.28 \pm 6.52
黑油白菜 Heiyou Baicai	12.45 \pm 0.29	28.11 \pm 1.10	葵扇黑叶 Kuishan Heiye	16.82 \pm 2.45	53.67 \pm 2.67
乌塌菜 Wutacai	13.07 \pm 3.89	29.05 \pm 10.58	45 天油青 45 t-youqing	12.52 \pm 0.31	58.56 \pm 2.28
上海青 Shanghai Qing (Kangbing)	15.87 \pm 3.32	26.53 \pm 1.21	水口白菜 Shuihou Baicai (Texuan)	14.09 \pm 2.88	57.29 \pm 9.38
矮脚黄 Aijiaohuang	13.74 \pm 2.49	29.43 \pm 7.15	油青 18 号 Youqing 18	10.79 \pm 0.40	65.43 \pm 9.02
70 天油青 70 t-youqing	19.76 \pm 1.76	23.60 \pm 5.02	苏州青 Suzhouqing	5.81 \pm 1.24	74.10 \pm 8.38
超级霸王 Chaoji Bawang	11.80 \pm 1.89	31.58 \pm 2.38	矮脚大头青江 Aijiao Datou Qingjiang	15.63 \pm 2.66	69.49 \pm 15.87
汕头甜白菜 Shantou Tianbaicai	8.69 \pm 0.17	35.77 \pm 13.17	水口黄叶 Shuihou Huangye	17.64 \pm 4.14	68.01 \pm 2.16
大头小叶青 Datou Xiaoyeqing	9.93 \pm 1.67	34.75 \pm 1.97	抗热一号 Kangre 1	25.19 \pm 1.06	61.03 \pm 14.33
蚕白菜 Can Baicai	12.69 \pm 2.26	32.68 \pm 3.41	上海青 Shanghai Qing	23.71 \pm 2.16	64.14 \pm 3.32
矮箕 Aiqi	12.39 \pm 3.06	33.10 \pm 3.70	矮脚奶白菜 Aijiao Naibaicai	23.72 \pm 4.92	64.18 \pm 11.55
502 四季 502 Siji	17.45 \pm 3.67	28.10 \pm 10.56	高华青梗 Gaohua Qinggeng	9.60 \pm 2.09	78.66 \pm 12.49
热优二号 Reyou 2	14.47 \pm 4.25	31.49 \pm 4.40	华青千禧 Huaqing Qianxi	15.17 \pm 2.28	82.39 \pm 8.22
绿冠 L ū Guan	7.16 \pm 1.52	39.60 \pm 9.70	全年油青 Quannian Youqing	50.70 \pm 0.56	51.98 \pm 7.17
勺白菜 Shaobaicai	9.38 \pm 1.10	37.78 \pm 5.81	小叶青 Xiaoyeqing	25.88 \pm 3.03	82.77 \pm 1.61
抗热青三号 Kangreqing 3	19.37 \pm 2.89	27.99 \pm 6.46	杭油冬 Hangyoudong	11.85 \pm 1.28	106.64 \pm 4.71
四月慢 Siyueman	12.79 \pm 1.32	35.18 \pm 4.62	台湾明珠 Taiwan Mingzhu	80.60 \pm 8.75	60.07 \pm 16.73
黄叶四九 Huangye Sijiu	9.75 \pm 0.43	38.43 \pm 5.44	SE	1.40	4.49

注：数据为平均值 \pm 标准误。Note: Data represent as mean \pm SD.

参考文献:

- 1 Satarug S, Baker J R, Urbenjapol S, et al. A global perspective on cadmium pollution and toxicity in non-occupationally exposed population. Toxicology Letters, 2003, 137 (1, 2): 65 ~ 83
- 2 何江华, 柳 勇, 王少毅, 等. 广州市郊区菜园主要蔬菜的重金属含量. 园艺学报, 2003, 30 (3): 290
- 3 张金彪, 黄淮南, 柯玉琴. 草莓对镉的吸收积累特性及调控研究. 园艺学报, 2003, 30 (5): 514 ~ 518
- 4 Ebbs S D, Lasat M M, Brady D J, et al. Phytoextraction of cadmium and Zinc from a contaminated soil. J. Environ. Qual., 1997, 26: 1424 ~ 1430