

# The Response of Different Tobacco Types to the Mixed Heavy Metal Tolerance

Meiyu Liu, Xingyin Xi, Xinbin Zhou, Yun Zhang,

College of Resource and Environment, Southwest University, Chongqing, China, 400715

Email: liumeiyu1217@163.com, xixiangyin@126.com

**Abstract:** In this paper, indoor sand culture was conducted to study the response of different tobacco types to the mixed heavy metal tolerance. The results showed that the various of heavy metals were mainly distributed in the tobacco roots and stems after mixed heavy metal culturing. To the Burley hybrids, Cu was richest in the stem, and Pb, Cd, Cr and Zn was richest in the root; to the Burley, Cu, Pb, Cd, Cr, Zn were the highest in the stem; for the oriental tobacco, contrary to the burley, Cu, Pb, Cd, Cr, Zn were the highest in the root. Among the three tobacco types, Burley was the strongest tolerant tobacco type to Cu, Pb, Cd, Cr and Zn in the stem, especially Pb, its value up to  $7061.89 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ; After mixed metal culturing, there was no significant difference among three types of dry weight of tobacco. Therefore, the Burley was stronger one than the others in the tolerance and richness of Pb, and was considered as a plant material which could remend Pb pollution.

**Keywords:** tobacco type; mixed heavy metal; tolerance culture; Pb

## 不同烟草类型对混合重金属耐性的响应

刘美玉, 习向银, 周鑫斌, 张 韵

资源环境学院, 西南大学, 重庆, 中国, 400715

Email: liumeiyu1217@163.com, xixiangyin@126.com

**摘 要:** 本文采用室内砂培法研究了不同烟草类型对混合重金属耐性的响应。结果表明, 混合重金属培养后, 各烟草类型重金属主要分布在根和茎中。对白肋烟杂交种而言, 茎中富含 Cu, 根中富含 Pb、Cd、Cr、Zn; 对白肋烟而言, Cu、Pb、Cd、Cr、Zn 均以茎中最高; 对香料烟来说, 则与白肋烟相反, Cu、Pb、Cd、Cr、Zn 均以根中最高。在三种烟草类型中, 白肋烟对 Cu、Pb、Cd、Cr 和 Zn 忍耐性均最强, 尤其是对重金属 Pb, 其茎中 Pb 含量可达  $7061.89 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ; 混合重金属培养后, 三种烟草类型干重之间无显著差异。因此, 白肋烟是一种对重金属 Pb 的耐性和富集均比较强的烟草类型, 可考虑作为修复 Pb 污染的植物材料。

**关键词:** 烟草类型; 混合重金属; 耐性培养; 铅

### 1 引言

随着工业中三废及机动车尾气的排放, 以及农业中污水灌溉、农药、除草剂和化肥的使用, 我国部分农田受重金属污染日益严重, 目前受重金属污染的耕地面积已达  $2000 \times 104 \text{ hm}^2$ , 约占耕地总面积的  $1/5$ <sup>[1-5]</sup>。如何科学有效地解决重金属对土壤的污染已经成为世界各国政府以及广大环保工作者研究的热点之一。土壤重金属污染不仅面广, 而且治理费用高昂。近年来提出的植物修复技术是一种绿色清洁而廉价的土壤重金属污染的治理技术<sup>[6]</sup>。植物修复技术是一种主要利用植物去除

和消减污染物的环境治理技术, 且对于化学方法无力对付的大范围的低浓度污染有着很好的治理作用。植物修复技术具有投资和维护成本低、操作简便、不造成二次污染、具有双重经济效益等特点被广泛地应用于修复受重金属污染的土壤<sup>[7-9]</sup>。因此, 发现和验证新的重金属超积累植物, 对解决土壤重金属污染具有重要意义。目前已经报道和证实能修污染土壤中的重金属 Cd、Zn、Se、Ni、Cu、Pb、Co、Cr、Mn 的植物种类较多, 但是国内外关于烟草作为修复重金属污染的植物材料方面的研究较少<sup>[10-13]</sup>。因此, 本文以不同的烟草类型为试验材料, 采用砂培法研究不同烟草类型对混合重金属耐性的响应, 从而为解决重金属污染问题提供一定的理论依

项目基金: 国家自然科学基金(40801109)和重庆市烟草公司(2006年)项目资助

据。

## 2 材料与方法

### 2.1 实验材料

供试材料为白肋烟杂交种 (MSKY14×L8)、白肋烟 (B21-30-17)、香料烟 (克撒锡巴斯玛)。于 2006 年 3 月 6 日 取上述三种烟草种子分别播种在泡沫浮盘里的基质中, 该基质的配比是 60%草碳、20%的蛭石、20%的珍珠岩, 然后把泡沫浮盘放入有自然光照的人工温室里的苗床上用营养液培养 60 天。

### 2.2 实验设计

试验设置 3 个处理: 白肋烟杂交种 (MSKY14×L8)、白肋烟 (B21-30-17)、香料烟 (克撒锡巴斯玛)。每个处理重复四次, 共 3×4=12 株。

### 2.3 实验实施

实验材料预培养: 本实验采用砂培方法进行培养。取颗粒大小均匀的石英砂 (40-70 目), 经稀 HCl 浸泡 48h 后, 用自来水冲洗至中性, 再用蒸馏水淘洗数次后装入塑料盆钵 (直径 12 cm×高 20 cm, 装石英砂 2.5kg)。2006 年 5 月 9 日 从苗床上选取长势均一的具有 4 片真叶的幼苗, 用去离子水漂去根系上的基质, 移栽至砂培盆钵中, 1 株/盆。5 月 9 日至 5 月 29 日, 每天定量补充用去离子水配置的完全营养液 (每天上午 9 点和下午 3 点各一次, 每株浇营养液量 50ml)。

重金属耐性实验: 实验所用混合重金属浓度为镉 (CdSO<sub>4</sub>·8H<sub>2</sub>O 2mg/L)、汞 (HgCl<sub>2</sub> 1mg/L)、铅 (Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 20mg/L)、铬 (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 10mg/L)、铜 (CuSO<sub>4</sub> 10mg/L)、锌 (ZnSO<sub>4</sub> 40mg/L)。于 2006 年 5 月 29 日开始进行重金属培养 (每天上午 9 点和下午 3 点各一次, 每株浇混合重金属溶液 50ml)。6 月 7 日, 混合重金属浓度增至 5 倍, 直至烟株生长出现被抑制现象为止, 即培养到 6 月 19 日。

实验材料预培养和重金属耐性实验均在西南大学植物营养系的光照培养室中进行, 每天均有 14 个小时的持续光照, 到达砂培塑料盆钵面的光照强度为 220-270 μmol m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>。每天用加氧泵持续通气 24h。

收获方式: 6 月 19 日收样, 先用水把烟株冲洗干净, 用吸水纸把其表面水吸干后, 而后分为根、茎、上部叶 (4 片) 及下部叶 (3 片)。鲜样分别在 105℃ 下杀青 30min, 然后在 70℃ 下烘干至恒重, 称重, 最后磨碎过筛 (<0.5mm), 装入自封袋待测。

## 2.4 实验测定指标

### 2.4.1 烟草植株各部位的干重

采用百分之一天平称重。

### 2.4.2 农化指标

植物全 P 含量, 采用钒钼黄比色法<sup>[13]</sup>; 全 K 含量, 采用火焰光度法<sup>[13]</sup>。

### 2.4.3 重金属含量

镉、铅、铬、铜、锌; 采用原子光谱法<sup>[14]</sup>。

## 2.5 数据分析

所用数据均为 4 次重复的平均值, 采用 Excel 3.0 和 SPSS 10.0 处理分析。

## 3. 结果与分析

### 3.1 不同烟草类型干重对重金属耐性的响应

由表 1 可看出, 混合重金属培养后, 同一烟草类型各器官干重不同, 对于白肋烟杂交种和白肋烟而言, 叶和根较高, 而茎较少; 而香料烟叶和茎较高, 根较少。

**Table1 .Dry weights of each organ in different tobacco types after heavy metal treatment**  
**表 1. 混合重金属培养后不同烟草类型各部位干重变化**  
 单位 Unit: g · plant<sup>-1</sup>

烟草类型 Tobacco types	上部叶 Upper leaf	下部叶 Lower leaf	茎 Stem	根 Root
白肋烟杂交 The Hybrid of burly tobacco	1.63b	1.83a	1.03b	1.36a
白肋烟 Burly tobacco	2.32a	2.15a	1.03b	1.61a
香料烟 Orient tobacco	1.73b	1.89a	1.99a	1.40a

Values in a column followed by different letters are significantly different (Duncan test, P <0.05).The same was below.

同时, 由表 1 可看出, 混合重金属培养后, 不同烟草类型同一器官干重也不同, 在叶和根中, 白肋烟显著高于其他两个烟草类型。

此外, 由图 1 可看出, 不同烟草类型在混合重金属培养下整株干物质积累量也不同, 虽然白肋烟、香料烟和白肋烟杂交种之间差异不显著, 但是白肋烟还是偏高。由图 1 还可以看出, 各烟草类型干物质积累主要表现在地上部分, 而根部相对较少。

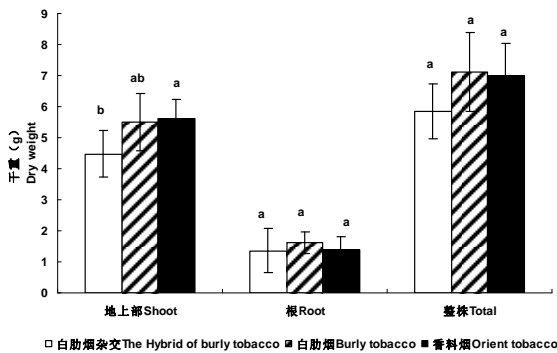


Figure 1 The response of dry weight in different tobacco types to heavy metal tolerance

图 1. 不同烟草类型干重对重金属耐性的响应

### 3.2 不同烟草类型各部位全磷和全钾含量对重金属耐性的响应

由表 2 可知，混合重金属培养后，同一烟草类型不同部位全磷含量不同，对于三个烟草类型而言，其叶和茎中全磷含量均较高，而根中最低。在同一部位中，各种烟草类型全磷含量对混合重金属的响应也不同，白肋烟杂交种和白肋烟下部叶和茎中全磷含量都显著高于香料烟，而各烟草类型上部叶和根中全磷含量差异均不显著。同时，由表 2 还可知，混合重金属培养后，同一烟草类型不同部位全钾含量也不同，对于三个烟草类型而言，其叶和茎中全钾含量均较高，而根中较低。

### 3.3 不同烟草类型各部位 Cu、Pb、Cd、Cr、Zn 含量

由表 3 可知，混合重金属培养后，所有烟草类型根中 Cu 含量均较高。在同一部位中三种烟草类型 Cu 含量不同，下部叶和茎中以白肋烟最高，其值高达 1072.14mg.kg<sup>-1</sup>，根中以香料烟最高，但就上部叶中 Cu 含量而言，三种烟草类型之间无显著差异。

混合重金属培养后，各烟草类型各部位 Pb 含量均 >1000mg/kg (见表 3)，这表明三种烟草类型具有超累积植物的基本特征之一，这与前人<sup>[15-21]</sup>研究结果类似。同一烟草类型不同部位 Pb 含量不同，白肋烟杂交种和香料烟以根中 Pb 含量最高，而白肋烟以茎中 Pb 含量最高。在同一部位中三种烟草类型 Pb 含量也不同，叶和根中 Pb 含量以白肋烟杂交种最高；茎中 Pb 含量以白肋烟最高，其值高达 7061.89mg.kg<sup>-1</sup>。

Table 2.Total phosphorus and total potassium contents of each organ in different tobacco types after heavy metal treatment  
表 2. 混合重金属培养后不同烟草类型各部位全磷和全钾含量变化  
单位 Unit: g · kg<sup>-1</sup>

项目	烟草类型	上部叶	下部叶	根	茎
Item	Tobacco types	Upper leaf	Lower leaf	Root	Ste m
全磷 Total phosphorus	白肋烟杂交	5.98a	5.97a	3.34	5.39
	The Hybrid of burly tobacco			a	a
	白肋烟	6.17a	5.61a	3.75	5.26
	Burly tobacco			a	a
	香料烟	4.67a	4.14b	2.84	3.13
全钾 Total potassium	白肋烟杂交	21.19b	28.18a	10.5	26.5
	The Hybrid of burly tobacco			5b	1a
	白肋烟	20.88b	32.91a	14.3	25.2
	Burly tobacco			3a	6a
	香料烟	26.51a	27.73a	13.9	22.2
	Orient tobacco			9a	5a

混合重金属培养后，同一烟草类型不同部位 Cd 含量也不同，白肋烟杂交种和香料烟以根中最高，白肋烟以茎中最高，这和 Pb 结论类似 (如表 3)。在同一部位中三种烟草类型 Cd 含量也不同，下部叶和根中 Cd 含量以白肋烟杂交种最高，茎中以白肋烟最高；对于上部叶中 Cd 含量而言，三种烟草类型之间差异不显著。

混合重金属培养后，同一烟草类型不同部位 Cr 含量不同白肋烟杂交种和香料烟以根中最高，白肋烟以茎中最高，这和 Pb、Cd 结论类似 (如表 3)。在同一部位中，各种烟草类型 Cr 含量也不同，上部叶中 Cr 含量以香料烟最高；茎中 Cr 含量以白肋烟最高，其值可达 4084.87 mg.kg<sup>-1</sup>；根中 Zn 含量以白肋烟杂交种最高，其值可达 1789.91 mg.kg<sup>-1</sup>。

混合重金属培养后，同一烟草类型不同部位 Zn 含量不同，白肋烟以茎中最高，香料烟和白肋烟杂交种均以根中最高，这和 Pb、Cd、Cr 结论类似 (见表 3)。在同一部位中各种烟草类型 Zn 含量也不同，茎中 Zn 含量以白肋烟最高，其值可达 2392.23 mg.kg<sup>-1</sup>；上部叶中 Zn 含量以香料烟最高，其值可达 543.60 mg.kg<sup>-1</sup>；根中 Zn 含量以白肋烟杂交种最高，其值可达 1131.04 mg.kg<sup>-1</sup>。综上，混合重金属培养后，各烟草类型重金属主要分布在根和茎中。对白肋烟杂交种而言，茎中富含 Cu，而根中富含 Pb、Cd、Cr、Zn；对白肋烟而

言, Cu、Pb、Cd、Cr、Zn 均以茎中最高; 对香料烟来说, 与白肋烟相反, Cu、Pb、Cd、Cr、Zn 均以根

中最高。与此外可知, 白肋烟对 Cu、Pb、Cd、Cr 和 Zn 忍耐性均最强, 尤其是对重金属 Pb。

**Table 3 .The Cu、Pb、Cd、Cr、Zn contents of each organ in different tobacco types after heavy metal treatment**  
**表 3. 混合重金属培养后不同烟草类型各部位 Cu、Pb、Cd、Cr、Zn 的含量变化**

		单位 Unit:mg · kg <sup>-1</sup>			
项目 Item	烟草类型 Tobacco types	上部叶 Upper leaf	下部叶 Lower leaf	茎 Stem	根 Root
Cu	白肋烟杂交 The Hybrid of burly tobacco	51.37a	49.22a	653.94b	79.13b
	白肋烟 Burly tobacco	48.76a	51.47a	1072.14a	129.52b
	香料烟 Orient tobacco	41.17a	31.58b	19.78c	235.88a
	白肋烟杂交 The Hybrid of burly tobacco	1510.86a	1855.69a	2244.17b	3105.90a
Pb	白肋烟 Burly tobacco	1427.92a	1791.77a	7061.89a	1464.52c
	香料烟 Orient tobacco	1255.51b	1474.90b	1224.91c	2656.88b
	白肋烟杂交 The Hybrid of burly tobacco	54.40a	70.28a	59.06a	79.09a
	白肋烟 Burly tobacco	54.93a	65.70ab	107.59a	54.65b
Cd	香料烟 Orient tobacco	63.80a	61.31b	52.66a	70.75ab
	白肋烟杂交 The Hybrid of burly tobacco	39.01b	110.64a	92.50b	1789.91a
	白肋烟 Burly tobacco	38.37b	101.98a	4084.87a	41.32b
	香料烟 Orient tobacco	85.30a	82.66a	35.54b	1742.31a
Cr	白肋烟杂交 The Hybrid of burly tobacco	359.30b	550.30a	601.19b	1131.04a
	白肋烟 Burly tobacco	367.00b	558.39a	2392.23a	593.42c
	香料烟 Orient tobacco	543.60a	465.10a	526.80b	851.93b
	白肋烟杂交 The Hybrid of burly tobacco	359.30b	550.30a	601.19b	1131.04a

#### 4 结论

混合重金属培养后, 同一烟草类型各器官干重不同, 对于白肋烟杂交种和白肋烟而言, 叶和根中较高, 而茎较少; 而香料烟叶和茎中较高, 根中较少。白肋烟叶和根干重显著高于其他两种烟草类型, 但三者的整株干重无显著差异, 不过白肋烟还是偏高。

混合重金属培养后, 各烟草类型叶和茎中全磷、全钾含量均较高, 而根中最低, 这和干重结论相吻合。白肋烟杂交种和白肋烟下部叶和茎中全磷含量都显著

高于香料烟, 而香料烟上部叶和根中全钾含量都高于其它两个烟草类型。

混合重金属培养后, 各烟草类型重金属主要分布在根和茎中。对白肋烟杂交种而言, 茎中富含 Cu, 根中富含 Pb、Cd、Cr、Zn; 对白肋烟而言, Cu、Pb、Cd、Cr、Zn 均以茎中最高; 对香料烟来说, 则与白肋烟相反, Cu、Pb、Cd、Cr、Zn 均以根中最高。此外可知, 白肋烟对 Cu、Pb、Cd、Cr 和 Zn 忍耐性均最强, 尤其是对重金属 Pb。

综上所述, 白肋烟是一种对重金属 Pb 的耐性和富

集均比较强的烟草类型,可作为修复 Pb 污染的植物材料。

## 致谢

感谢中国国家自然科学基金(40801109)项目和重庆市烟草公司项目(2006年)的资金大力支持。

## References (参考文献)

- [1] Zheng Maobo. The influences of calcium ion to the absorbing amount of the tobacco cadmium[J], *Journal of Heilongjiang Hydraulic Engineering College*, 2005,32(2),P86-89(CH).  
郑茂波. 钙离子对烟草富集镉量的影响研究[J]. 黑龙江水专学报, 2005,32(2),P86-89.
- [2] Zhang Yali, Shen Qirong, Jiang Yang. Effects of organic manure on the amelioration of Cd polluted soil [J], *Aeta Pedologica Sinica*, 2001,38(2),P212-218(CH).  
张亚丽, 沈其荣, 姜洋. 有机肥料对镉污染土壤的改良效应. 土壤学报, 2001,38(2),P212-218.
- [3] LiJilin, LiuGuangde, Zhao Zhongjin, HuangYun, Liu Dalong. The pollution situation and prevention measures in Chongqing vegetable heavy metal polluted soil [J], *Journal of agricultural environment and development*, 2004,21(1),P30-32(CH).  
李其林, 刘光德, 赵中金, 黄昀, 刘大龙. 重庆市菜地土壤重金属污染现状与防治对策[J]. 农业环境与发展, 2004,21(1),P30-32.
- [4] Wan Yunbing, Chou Rongliang, Chen zhiliang etc. The explore of improving plant extract repair function in heavy metal polluted soil [J], *Environmental pollution treatment technology and equipment*, 2002,3(4),P56-59(CH).  
万云兵, 仇荣亮, 陈志良等. 重金属污染土壤中提高植物提取修复功效的探讨[J]. 环境污染治理技术与设备, 2002,3(4),P56-59.
- [5] Zhou Q x, Song Y F, eds. Principle and methods of contaminated soil accumulating plants. *Resource Conservation Recycling*, 1994,11,P41- 49.
- [6] Silver S., Misra T. K.. Plasmid-mediated heavy metal resistances. *Annu. Rev. Microbiol.*, 1986, 42:717-743.
- [7] Wang Xiaochang .Metal phytoremediation-a pollution control approach of green cleaner[J], *Journal of agronomy nuclear*, 2000,14(5),P315-320(CH).  
王校常. 重金属的植物修复-绿色清洁的污染治理途径[J]. 核农学报, 2000,14(5),P315-320.
- [8] Baker A J M, Brooks R R. Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metallic elements-A review of their distribution, ecology and phytochemistry[J]. *Biorecovery*, 1989, 1,P81-86.
- [9] Vazquez M.D., Poschenrieder Ch., Barcelo J., et al. Compartment of zinc in roots and Leaves of the zinc hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens* J&C PresL. *Botanica Acta.*, 1994,107,P243-250.
- [10] Shirong Tang and B.M.wilke. Heavy metal uptake by *Elsholtzia haichowensis* sun and *Commelinacommunis* L grown on contaminated soils[J]. *Plant and Soil*, 2000,184,P50-62.
- [11] X.J.Jiang, X.M.LU and Q.G.Zhao. phytoextraction of cadmium and zinc by India mustard (*Brassica juncea*) Apot experiment[C]. *Proceedings of International Conference of Soil-rem.*, 2000,263-278.
- [12] Lin.Y, X chen and Y.F.He. Rhizospheric behaviour of Lead and its bioavailability[J]. *Journal of Contamination*, 2000,7:467-478.
- [13] Yang Jianhong etc. Soil Analysis in agriculture and environmental monitoring[M], *the press of China Land*, 2008(CH).  
杨剑虹等. 土壤农化分析与环境监测[M], 中国大地出版社, 2008.
- [14] He Zengyao. Environmental monitoring [M], *China agricultural university press*, 2002.  
何增耀. 环境监测[M]. 中国农业出版社, 2002.
- [15] Shi Jie, LI Li, Yuan Huqin, Liu Huimin, and Cao PengPu. Advance in Determination of Trace Elements and Heavy Metals in Tobacco[J], *Tobacco chemistry*, 2006,2,P40-46(CH).  
石杰, 李力, 胡清源, 刘惠民, 曹丰璞等. 烟草中微量元素和重金属检测进展, 2006,2,P40-46.
- [16] Zhao F J, Lombi E, McGrath S P. Assessing the potential for zinc and cadmium phytoremediation with the hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens*. *Plant and Soil*, 2003,249,P37-43.
- [17] Jiang Xianjun, Luo Yongming, Zhao Jiguo, etc. The research of phytoremediation in the heavy metal polluted soil :The response of Brassica plant with metal enrichment of copper to zinc and cadmium, lead[J], *Aeta Pedologica Sinica*, 2000,2,P71-78(CH).  
蒋先军, 骆永明, 赵其国, 等. 重金属污染土壤的植物修复研究: I 金属富集植物 *Brassica juncea* 对铜、锌、镉、铅污染的响应[J]. 土壤学报, 2000,2,P71-78.
- [18] Brooks R R. Gerbotany and hyperaccumulators. In : R. R. brooks ed. *Plants that hyperaccumulate heavy metals* Wallingford[J], UK, CAB International, 1998,P55-94.
- [19] Baker A J M. Accumulators and excluders Strategies in the response of plants to heavy metals[J]. *Journal of Plant Nutrition*, 1981,3,P643-654.
- [20] Pueyo M , Lopez-Sanchez J F, Rauret G. Assessment of CaCl<sub>2</sub>, NaNO<sub>3</sub> and NH<sub>4</sub> NO<sub>3</sub> extraction procedures for the study of Cd, Cu, Pb and Zn extractability in contaminated soils. *Analytica Chimica Acta*, 2004,504,P217-226.
- [21] Zhang Chuandong, He Tengbing, Lin Changhu. The research Progress in Effects of Some Heavy Metals on Tobacco[J], *Guizhou Agricultural Sciences*, 2008,36(6)P78-80(CH).  
张川东, 何腾兵, 林昌虎. 几种重金属对烟草的影响研究进展[J]. 贵州农业科学, 2008,36(6),P78-80