

木本植物对土壤中镉的吸收、积累和耐性

黄会一 蒋德明 张春兴 张有标 李书鼎

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳)

摘要 应用模拟试验及放射性同位素示踪技术研究木本植物对土壤重金属污染物镉的吸收、积累、迁移分配和耐性。结果表明, 木本植物对土壤镉的生物积累效率较高, 但种间差异明显。旱柳、杨树是富集土壤镉能力较强的树种, 桑树是富集力较低的树种。土壤镉进入植物体后迁移量较大, 山桃可将根部吸收的镉的43.6%迁移积累在干部。由于个体差异或土壤理化性质、气候条件以及培育管理措施等不同, 使同一树种对土壤镉的吸收量不一致, 但在体内的运转和分配率基本是一致的。木本植物对土壤镉具有较强的耐性; 旱柳幼树在50ppm镉污染土壤中, 生物量未受影响, 加拿大杨生物量仅下降17%。以上为以木本植物为主体的生态工程法治理和改造镉污染土地提供了重要依据和理论前提。

关键词: 木本植物, 积累, 耐性。

我国由于不合理的污水灌田, 被镉污染的农田已达13万亩, 所产稻米大部分含镉量超标或严重超标(稻米含镉量超过0.4ppm)。有些重污染区每人每天摄入的镉量是清洁区的32倍^[1]。农田镉污染已成为人体健康的严重威胁。因此, 探求改造和治理镉土的途径和技术措施是当务之急。

利用以木本植物为主要组分的生态工程法治理和改造镉土具有明显的优越性。因为木本植物不与食物链相连; 同时具有高大茎干、茂密枝叶及发达根系, 形成较大的绿色空间和根系网络, 可与环境发生较强的相互作用, 从而促进生态系统的良性循环。

在利用生态工程法治理镉土时, 研究木本植物对土壤镉的吸收积累、镉在各器官中的迁移分配以及耐性等具有重要意义。

一、试验方法和材料

应用模拟试验以及放射性同位素示踪技术, 以研究镉污染与树木生长过程之间相互

作用。

(一) 试验树种

为北方绿化常用树种, 共11种:

北京杨(*Populus pekinensis*)、加拿大杨(*Populus canadensis*)、沙兰杨(*P. × euramericana* (Dode) Guinier cv. 'sacrau 79')、健杨(*P. × euram.* cv. 'robusta')、旱柳(*Salix matsudana*)、白榆(*Ulmus pumila*)、桑树(*Morus alba*)、花曲柳(*Fraxinus rhynchophylla*)、山桃(*Prunus davidiana*)、桧柏(*Sabina chinensis*)和落叶松(*Larix koreana*)等。

(二) 土壤

河淤土、砂质中壤, 呈中性反应。

(三) 添加镉浓度

CdCl_2 溶液于树木栽植前浇灌于土壤中, 并搅拌均匀, 形成不同的浓度梯度: 10、50、100、200ppm。盛土容器为陶瓷盆钵, 口径30cm, 高40cm, 装土17.5kg。每一处理重复5~10次。

(四) 管理措施

三年生幼树, 于4月下旬栽植, 9月下

旬采样。生长期各处理灌水、除草、松土等管理措施相同。

(五) 样品处理

定期采集的植物样品用中性洗涤液将表面附着物刷洗干净, 自来水充分冲洗后, 再用去离子水冲洗两次。风干、80℃烘干、研磨、过70目尼龙筛, 装于牛皮纸袋内, 待测。

定期采集的土壤样品风干、研磨、过70目尼龙筛, 装于牛皮纸袋内, 待测。

(六) 分析方法

植物样品测定: 用硝酸-过氯酸湿法灰化, 甲基异丁酮萃取, 石墨炉无焰原子吸收分光光度法测定。

土壤样品测定: 全量镉用王水、高氯酸湿法灰化, 有效镉用0.1N盐酸浸提; 国产401型火焰原子吸收分光光度计测定。测定过程中分别用土壤、植物标准样校定。

二、试验结果与讨论

(一) 木本植物对土壤镉的吸收富集

镉是植物生命活动的非必需元素。植物体内镉的背景含量为0.2~0.8ppm。关于植物对土壤镉吸收富集能力方面的研究多用农作物或蔬菜等为材料, 对木本植物(特别是造林用材树种、观赏绿化树种或经济林树种)这方面的研究只有零星分散的工作^[2,3]。

为了查明木本植物对土壤镉的吸收积累能力, 我们首先进行了模拟盆栽试验。选择北方地区造林、城市绿化或经济林中广泛采用的加拿大杨、旱柳、白榆和桑树等4个树种为代表。以不同浓度的氯化镉投入土壤, 设4个不同镉量处理。自4月下旬至9月下旬150天的生长期木本植物吸收积累镉量见表1。

为了阐明不同土壤镉量处理与树木吸镉量的相关关系, 我们分别对各树种依线性回归方程进行拟合, 其结果列于表2

由表1、2数据表明, 木本植物对土壤镉

盆栽木本植物对土壤镉的吸收积累

单位: (ppm) 表1

土壤镉含量 (ppm)	加 拿 大 杨		旱 柳	
	含镉量	增加倍数	含镉量	增加倍数
对 照	1.51	—	3.23	—
10	7.51	4.97	19.28	5.97
50	16.60	10.99	36.54	11.31
100	26.19	17.34	38.87	12.03
200	49.58	32.83	47.19	14.61

土壤含镉量 (ppm)	白 榆		桑	
	含镉量	增加倍数	含镉量	增加倍数
对 照	1.53	—	0.73	—
10	4.12	2.69	2.85	3.90
50	5.47	3.58	5.48	7.51
100	—	—	8.18	11.21
200	10.22	6.68	14.10	19.32

盆栽木本植物吸镉量与土壤

镉含量的相关性

表2

树 种	回 归 方 程	相关系数	显 著 性
加拿大杨	$y = 3.72 + 0.23x$	0.9993	极显著
旱 柳	$y = 16.06 + 0.18x$	0.8499	显著
白 榆	$y = 2.87 + 0.04x$	0.9602	极显著
桑	$y = 1.73 + 0.06x$	0.9899	极显著

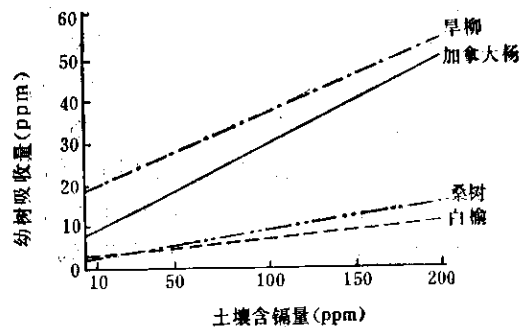


图1 盆栽幼树吸镉量与土壤镉含量关系

的生物积累效率较高。在盆栽条件下, 三年生幼树在一个生长期对土壤镉的吸收积累量可超过对照植株含镉量的2~32倍。植物

对镉的吸收积累量随土壤中镉含量的增加而增加，两者呈显著直线相关。如加拿大杨，在土壤镉为10ppm条件下，根系对镉的吸收量为7.51ppm，以后随土壤镉含量的增加吸收量递增。至土壤镉为200ppm时树体内镉量可达50ppm左右，其余树种亦显示出类似规律。木本植物对土壤镉的生物积累能力因树种而异，差异明显。同为速生阔叶树种，旱柳在土壤镉量为100ppm以下的范围内，富集力明显高于加拿大杨。随土壤镉量增加富集力减弱，至土壤镉为200ppm时，其吸收积累量与加拿大杨趋于一致。白榆和桑树亦属速生树种，但对土壤镉的吸收积累能力较低。这四个树种对镉的生物积累效率为旱柳>加拿大杨>桑树>白榆。

(二) 土壤镉在植物体内的迁移分配

以木本植物作为土壤重金属污染物镉的蓄积库，必须研究土壤镉被根系吸收后在植物体内的迁移及在各器官中的分配和积累状况，以判明通过非循环的主干积累对土壤重金属污染物的净化作用以及通过可循环的叶片和根系的积累向土壤的归还量。试验研究采用放射性同位素示踪技术。以北方绿化常用树种北京杨、白榆、山桃、落叶松、桧柏为代表树种进行试验测定。在盆钵土壤中施镉^{115+115m}、每一盆钵装土7.5kg，以稳定氯化镉为载体，总放射性为400微居里/盆，土壤含镉

量10ppm。每一树种重复3次。7月下旬将上述树种2年生幼树移于盆钵内，9月中旬采样测定，活性镉半衰期为43天，试验树木的生长天数为51天，时间修正按D·A·Lambie给出的表格计算。树木对放射性物质的吸收等于放射性处理与对照处理相应测定值之差。

树木各器官中放射性镉含量按下列公式计算：

$$C = \frac{N \cdot wa \cdot 100}{w \cdot \eta \cdot S \cdot 50}$$

C：树木各器官中镉含量

N：经过时间修定后的净计数率

w：灰化前样品重

wa：灰重

S： $Cd^{115+115m}$ 的比放射性
(dpm/g·Cd)

η：计数效率(%)

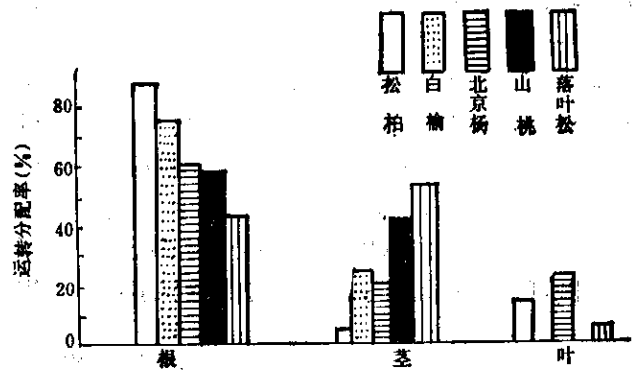


图 2 土壤镉在树木体内运转分配率

土壤镉^{115+115m}在树木体内的迁移分配

表 3

树 种	迁 移 分 配 率								
	根			干			叶		
	放 射 性 (dpm/g)	吸 镉 量 (ppm)	分配率 (%)	放 射 性 (dpm/g)	吸 镉 量 (ppm)	分配率 (%)	放 射 性 (dpm/g)	吸 镉 量 (ppm)	分配率 (%)
北京杨	37352±1812	3.17±0.15	54.4	12284±1087	1.04±0.09	21.5	13507±1379	1.14±0.14	24.1
白 榆	40503±2377	3.42±0.22	74.2	13906±1160	1.17±0.10	25.8	未 检 出	未 检 出	—
山 桃	34964±1909	2.95±0.16	56.4	25890±1576	2.19±0.15	43.6	未 检 出	未 检 出	—
落叶松	27706±2052	2.34±0.17	42.3	34749±1424	2.93±0.12	53.9	2494±1296	0.21±0.11	3.8
桧 柏	65688±2395	5.55±0.10	71.4	1634±570	0.14±0.05	9.2	8618±1467	0.73±0.07	19.4

木本植物不同器官内镉积累量排列次序

表 4

树 种	镉 积 累 量
北 京 杨	根>叶>干
白 榆	根>干
山 桃	根>干
落 叶 松	干>根>叶
桧 柏	根>叶>干

试验结果见表 3。

表中材料表明, 土壤镉被植物根系吸收进入植物体后迁移量是较大的。五种主要针阔叶树种根部积累的镉为吸收总量的42.3~74.2%; 迁移到干部的数量为总量的9.2~53.9%; 迁移到叶部的数量相对较少。白榆及山桃均未检出, 落叶松为3.8%, 桧柏为19.4%。北京杨迁移到叶部的数量最高为24.1%, 也就是吸收总量的近1/4能运转到叶片中。土壤镉在植物体内的迁移, 因树种的生物学特性不同而有差异。针叶树种从根部吸收的镉在植物体内的迁移要比阔叶树为好, 可向上迁移至干部, 乃至积累在叶片内。白榆和山桃根部吸收的镉很少迁移到叶器官, 而迁移到干部的数量较大, 山桃为43.6%, 白榆为25.8%。北京杨从根部吸收的镉既可迁移积累在干部, 又可迁移积累在

叶部。根、干、叶器官的积累率分别为54.4%、21.5%和24.1%, 也就是杨树可将根部吸收的近一半的镉迁移到地上部分。山桃可将根部吸收的镉的43.6%迁移积累在干部。因此, 这两个树种是镉土污染地区开展生态工程的理想树种。木本植物从根部吸收的镉在各器官的分配不是按一般所谓的金字塔形分配(根>干>叶), 而是根据各树种的生物学特性不同分别为根>叶>干, 根>干>叶或干>根>叶, 干>根等多种形式。由于种间差异和个体差异或土壤理化性质、气候条件以及抚育管理措施的不同, 即使处于同一土壤污染量下, 相同树种的不同植株之间对土壤镉的吸收量也不尽一致, 有时变动较大, 但在体内的运转和分配率基本是稳定的。

(三) 不同树种对土壤镉吸收积累能力的比较

在比较树木对土壤镉吸收积累能力的差异时, 着重比较树干的吸收积累能力。试验用树种为北方绿化常用树种或推广树种: 北京杨、加拿大杨、沙兰杨、健杨、白榆、旱柳、桑树等三年生幼树。模拟盆栽试验, 在土壤中投加不同量氯化镉, 形成四个镉处理浓度等级。4月上旬栽植, 生长中期(6月下旬)及生长末期(9月下旬)各采样一次进行测定。

盆栽幼树根、干器官中的镉含量

表 5

器 官	土 壤 镉 浓 度 (ppm)	含 镉 量 (ppm)						
		北 京 杨	加 拿 大 杨	沙 兰 杨	健 杨	白 榆	旱 柳	桑 树
根	对 照	5.69	6.67	11.23	6.42	3.07	8.25	1.08
	10	11.01	13.70	14.04	17.47	12.07	77.88	6.70
	50	23.81	19.48	21.14	36.29	23.49	137.95	15.55
	100	33.44	45.46	66.90	59.99	—	163.07	—
	200	85.35	92.18	113.13	109.89	67.22	245.43	36.32
干	对 照	1.30	0.42	1.33	0.68	0.46	0.72	0.61
	10	7.08	7.13	7.12	—	1.94	8.72	1.76
	50	14.93	17.36	16.30	15.21	2.36	10.11	2.40
	100	16.02	21.26	19.70	18.19	6.00	19.79	3.91
	200	24.16	40.79	35.97	38.05	9.20	22.67	5.59

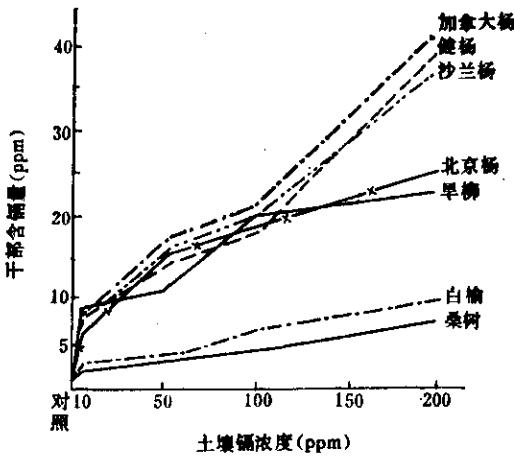


图 3 盆栽幼树干部含镉量

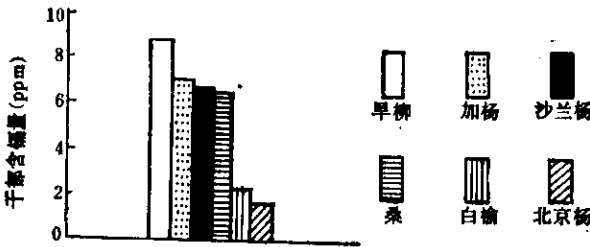


图 4 土壤镉含量10ppm时树干部含镉量

表5、图3、图4表明，木本植物干部镉的积累量随土壤镉的增加而增加。从土壤镉10ppm增加至50ppm、100ppm、200ppm时，干部吸镉量与土壤镉含量都呈显著的线性相关。木本植物干部镉的积累量，因树种生物学特性不同而有差异，旱柳枝干富集镉

的能力最强，桑树枝干的积累能力最弱。在土壤镉10ppm时，一个生长期旱柳干部可富集镉8.72ppm，而桑树干部只有1.94ppm。杨树4个品种的枝干积累镉的能力基本在一个水平上。其中北京杨干部的积累能力稍低。

为了解木本植物在生长期吸收积累土壤镉的动态，于生长期的中期（6月下旬）和末期（9月下旬）分别采样进行测定。测定结果见表6。

表6表明，木本植物生长期对土壤镉的吸收积累动态不完全相似，而是随树种不同而有变化的。杨树类在生长期对土壤镉的吸收积累随生长天数的增加而增加。可以认为杨树类吸收积累土壤镉的活动期是较长的，对土壤镉的吸收积累动态亦很相似。旱柳是富集土壤镉能力强的树种，桑树是富集土壤镉能力低的树种，但它们在生长期吸收积累镉的动态却极相似。即在生长中期吸收积累量就已接近于饱和状态，所以生长中期与末期对镉的吸收积累量差异不大。

（四）木本植物对土壤镉的耐性

自然情况下，土壤内镉含量为0.01~0.7ppm，植物体内镉的背景浓度为0.2~0.8ppm^[6]。但当土壤遭到污染时，植物镉含量可增高到10ppm以上，超出背景含量的几倍或几十倍以上，表现出对镉的生物富集

生长中期和末期树木干部含镉量(ppm)

表 6

土壤镉含量	树 木 干 部 镉 含 量													
	北 京 杨		加 拿 大 杨		沙 兰 杨		健 杨		白 榆		旱 柳		桑 树	
	中期	末期	中期	末期	中期	末期	中期	末期	中期	末期	中期	末期	中期	末期
10	1.16	7.08	1.04	7.13	1.64	7.12	2.04	—	1.31	1.94	8.24	8.72	1.47	1.76
50	5.20	14.93	4.16	17.36	2.60	16.30	3.96	15.21	2.46	2.46	9.41	10.11	1.30	—
100	6.87	16.02	4.90	21.26	3.51	19.70	4.59	18.19	3.99	—	19.01	19.79	3.64	3.91
200	13.62	24.16	18.05	40.79	12.94	35.97	13.32	38.05	—	3.96	22.67	22.67	5.90	5.69

• 中期：生日45天
末期：生日140天

土壤镉对盆栽幼树的毒性

表 7

树 种	土壤镉浓度 (ppm)	树 木 含 镉 量 (ppm)					受 害 反 应		
		叶镉	干镉	根镉	株含镉量	增加倍数	生 长 状 况	根	叶
加拿大杨	对 照	1.39	0.42	6.67	1.51	—	正 常	正 常	正 常
	10	5.51	7.23	13.62	7.51	4.94	正 常	正 常	正 常
	50	13.72	17.11	20.00	16.60	10.99	生物量下降17%	根系短	正 常
旱 柳	对 照	0.74	2.83	8.28	3.23	—	正 常	正 常	正 常
	10	21.57	8.71	77.78	19.28	5.97	正 常	正 常	叶 退 绿
	50	43.09	13.66	138.02	36.54	11.31	正 常	正 常	叶褪绿, 叶尖出现褐斑
白 榆	对 照	0.50	0.46	3.07	1.53	—	正 常	正 常	正 常
	10	1.57	1.93	12.21	4.12	2.69	生物量下降55%	根系少	1/4叶片出现褐斑
	50	2.11	2.41	23.26	5.47	3.58	生物量下降57%	根系少	全部叶出现褐斑
桑 树	对 照	0.40	0.61	1.08	0.73	—	正 常	正 常	正 常
	10	1.42	1.26	6.75	2.85	3.90	生物量下降36%	根系少	褪绿、叶量少、1/2叶片出现褐斑
	50	3.37	1.70	15.55	5.48	7.51	生物量下降48%	根系少	全部叶片出现褐斑

率高的特点。但是,植物富集大量重金属后对其生长发育是否具有影响,以及影响的程度如何是开展生态工程措施的又一重要问题。

为了观察木本植物对土壤镉的耐性,我们进行了专门试验。在生长开始前,将4种三年生幼树栽植于盆钵内。在基质中加入不同量的氯化镉。观察树木的反应(表7)。

表7表明,土壤镉对木本植物的伤害症状种间差异很大。加拿大杨在植株镉含量超过其背景含量的4倍时生长仍然正常,镉含量超过其背景含量的10倍时根系出现较轻的受害现象,而叶片正常,生物量下降17%。旱柳植株镉含量高达36.54ppm时,虽然叶片出现轻度伤害症状,但生长正常。而桑树在植株镉含量2.85ppm时即出现明显的受害症状,生物量下降36%。

从表7还可看出,有些树种地上部分的叶片并没有受害症状的出现,而植株的生物量却有明显的下降(如加拿大杨)。说明植物本身受镉的危害并不都是表现在叶片症状上。而有的树种虽然体内积累的镉量较大,叶片也出现退绿等被害症状,但植株长势正常,与对照植株比生物量未出现差异(如旱

柳)。

为了查明土壤镉对植物生长的影响,我们对盆栽试验的300株幼树进行了生长调查和生物量测定。结果示于表8。

表8表明,土壤镉对杨树类生长的影响不大。北京杨与沙兰杨对土壤镉的耐性最强,健杨次之,加拿大杨相对较差。北京杨在土壤镉200ppm时(植株镉含量为34.93ppm)其根系发育正常,无论枝干粗度、高度或生物量均与对照植株无明显差别。沙兰杨也表现出类似情况。加拿大杨在土壤镉50ppm时(植株镉含量为16.66ppm)生长量出现下降现象。旱柳富集镉的能力最强,在土壤镉200ppm时(体内镉含量达47.19ppm),根系受抑不大,枝干粗、枝高以及生物量与对照植株比均无明显差异。花曲柳对大气镉的耐性较强而对土壤镉表现敏感,在土壤镉50ppm时吸收根很少,部分植株枯萎死亡。白榆和桑树是对土壤镉耐性小的树种。在土壤镉10ppm时,白榆体内积累镉4.12ppm,桑树积累镉2.85ppm,根系发育均受抑,生物量分别下降55.6%和36.1%。随土壤镉浓度的增高,植株体内镉含量相应增高,生物量则随之递减。

土壤镉对盆栽 幼树的影响

表 8

树 种	土壤镉 浓度 (ppm)	植 株 含 镉 量 (ppm)	枝 干 粗 (cm)	枝 干 高 (cm)	生 物 量 (g)	受 害 症 状
北 京 杨	对 照	2.11	0.93	98.7	29.86	
	10	8.07	0.93	96.3	30.46	未出现症状
	50	17.53	0.92	95.7	29.72	未出现症状
	100	20.05	0.94	104.0	30.78	未出现症状
	200	34.93	0.91	108.0	29.86	未出现症状
加 拿 大 杨	对 照	1.51	0.91	105.0	48.95	
	10	7.51	0.90	116.0	39.53	未出现症状
	50	16.66	0.86	104.8	38.19	叶面积稍减、根变短
	100	26.19	0.84	102.0	37.07	叶面积稍减、根变短
	200	49.58	0.89	102.0	37.74	叶面积稍减、根变短
沙 兰 杨	对 照	4.80	0.95	100.5	29.39	
	10	8.39	1.05	116.5	33.15	未出现症状
	50	17.30	0.92	104.8	27.80	未出现症状
	100	30.71	1.02	112.0	43.34	未出现症状
	200	56.46	1.05	102.0	30.07	未出现症状
健 杨	对 照	2.53	0.92	103.3	35.56	
	10	—	0.92	107.8	35.16	未出现症状
	50	21.41	0.94	96.5	34.00	未出现症状
	100	27.53	0.93	105.8	35.85	未出现症状
	200	54.04	0.86	97.0	30.05	根长稍减
旱 柳	对 照	3.23	0.74	143.0	29.56	
	10	19.28	0.75	147.5	28.32	根系正常
	50	36.54	0.76	139.3	29.09	根系正常，叶退绿
	100	38.87	0.73	143.5	30.74	根系正常，叶退绿、叶尖有褐斑
	200	47.19	0.77	140.5	30.22	根系正常，叶退绿、叶尖有褐斑
白 榆	对 照	1.53	0.65	70.9	30.64	
	10	4.12	0.51	61.3	13.60	根系较少，叶片出现褐斑
	50	5.47	0.55	57.7	13.34	根系较少，全部叶片出现褐斑
	100	—	0.53	61.8	13.55	根系较少，叶量少，叶面积减小有褐斑
	200	10.22	0.51	56.9	9.43	根系较少，叶量少，叶面积减小有褐斑
桑	对 照	0.73	0.93	68.0	42.69	
	10	2.85	0.75	61.7	27.34	叶量少，1/2叶片叶绿出现褐斑
	50	5.48	0.72	58.6	22.27	根系不发达，全部叶片出现褐斑
	100	8.18	0.73	32.7	20.41	根系不发达，全部叶片出现褐斑
	200	14.01	0.58	38.6	17.80	根系很少，叶片较正常叶小1/2,2/3叶片受害脱落
花 曲 柳	对 照	—	0.60	31.8	16.49	
	10	样品少未测	0.62	31.5	—	沿叶绿有少量坏死症
	50	样品少未测	0.55	23.0	8.87	根系少，全部叶片出现褐斑，1/3植株枯死
	100	样品少未测	0.29	4.5	5.46	只萌出1条小根，叶小，全部褐斑
	200	样品少未测	0.30	14.0	9.12	根未萌，枯死

基于以上结果，可以看出木本植物对土壤重金属污染物镉具有明显的耐性，但耐性大小因树种不同而差异较大。可划分为耐性强、耐性中等、耐性弱和敏感四种类型。

三、 结 论

（一）木本植物不仅对土壤镉具有较强的吸收积累作用，而且具有明显的耐性。在盆栽模拟试验条件下，杨柳类植物体内积累

的镉达34.93和47.19ppm，超过对照植株积累量的10倍以上，生长未出现异常现象，生物量无明显下降。因而建立以木本植物为主的生态系统，以改造和治理镉土污染，可以收到良好效益。

（二）木本植物对土壤镉的耐性和吸收积累作用具有明显的种间差异。同是速生树种，旱柳体内积累镉47.19ppm时，生长正常；而白榆体内积累镉仅4.12ppm时，受害症状明显，生物量下降55%。所以在植物

生态工程实践中需要重视树种的选择,应根据不同目的选择相应的树种。

(三)木本植物对土壤重金属污染物的耐性可根据生物量的减少程度和体内镉的积累量划分为四种类型—耐性强、耐性中等、耐性弱和敏感。

(四)土壤镉被植物吸收后,在体内的运转量较大。在大部分供试树种中,运转到干部的镉量为总镉量的9.2~53.9%,而运转到叶部的镉量较少。在生态工程中,木本植物通过非循环部分(干部)积累镉具有重要意义。因为可以通过木材利用达到消减、稀释重金属污染物,使之短期内不进入环境。

(五)木本植物对土壤镉的吸收量因种

间差异,个体差异或土壤理化性质、气候条件以及栽培管理措施的差异而有所不同。但在体内的运转和分配率基本是稳定的。

参 考 文 献

- [1] 冯兆良,中国医科大学学报, 14(4), 287 (1985)。
- [2] William, H-Smith, Air Pollution and Forests, Springer-Verlag New York Inc 1981.
- [3] Lepp, N.W., Effect of heavy metal pollution on plants, Applied Science Publishers LTD 1981.
- [4] 原子能研究所,放射性同位素产品目录, 46, 北京, 1980。
- [5] 胡荣梅等译,农地中重金属的控制技术, 48, 科学出版社, 1987。

STUDY ON ABSORBING AND ACCUMULATING CADMIUM FROM POLLUTED SOIL AND TOLERANCE TO IT IN WOODY PLANTS

Huang Huiyi

Jiang Deming

Zhang Chunxing

Zhang Youbiao

Li Shuding

(Shenyang Institute of Applied Ecology, Academia Sinica, Shenyang)

Abstract

Based on the experimental analyses, we found out that woody plants not only play an important role in absorbing and accumulating cadmium from polluted soil, but also have strong tolerance to it. Under simulation experimental condition, some tree species, such as populus and salix could respectively accumulate 34.93ppm and 47.19ppm of Cd without reducing biomass. 9.2-53.9% pollutant Cd absorbed from soil by woody plants were removed to stems. Cd in stems can be not returned to soil. Woody plants function as a sink for pollutant Cd in soil.

Key words, woody plant, accumulate, tolerance.