

# 垃圾填埋场营造人工植被的研究

敦婉如 岳喜连 赵大民

(青岛市环境保护科学研究所, 青岛 266003)

**摘要** 采用 3 种不同栽培方式, 受试木本植物 16 种、草本植物 9 种, 在垃圾填埋场进行营造人工植被的试验。结果表明, 填埋场甲烷气是影响植物成活的主要因素。在埋龄 1—2 年的废弃地上, 栽培短周期生长植物全部成活, 获得了预期效果。在埋龄 1 年的垃圾废弃地上不易种植长周期生长的木本植物, 在埋龄 2 年的废弃地上, 仍需采取覆盖 60cm 土层阻断沼气等措施才能生长。筛选出抗性较好的植物枸杞、苦楝、紫穗槐、刺槐、白蜡树、女贞、苜蓿、画眉草、牛筋草和知风草等十几个品种。

**关键词** 垃圾填埋场, 废弃地, 甲烷气, 植被。

我国城市垃圾产生量大, 多采用卫生填埋处理。在大面积的垃圾填埋地营造人工植被, 建设绿地、林带和农田, 可以得到更多的土地资源。因此, 研究在垃圾填埋地植被种类栽培技术, 寻找与废弃地自然条件相适应的植被种类具有重要意义。

笔者于 1989—1991 年在湖岛垃圾填埋场建立人工植被栽培试验田, 初步筛选出适于垃圾废弃地上生长的植物品种, 为城市垃圾采用生态工程处理提供了依据。

## 1 试验田的自然情况和试验方法

### 1.1 试验场地

试验地设在青岛市胶州湾东岸海滩湖岛垃圾场上, 见图 1。选用 1987—1988 年填埋起来的废弃地, 建立栽培试验田 0.33hm<sup>2</sup>。该场垃圾土层厚度几米至十多米不等, 以生活垃圾为主, 并兼有建筑垃圾和少量的工业废弃物。填埋层质地不均, 结构粗糙, 保水性能差, 易干旱。垃圾土呈碱性, 有机物占 20% 以上, N、P、K 含量丰富。有机物经生物降解产生沼气并使地温增高。重金属 Cu、Zn、Pb、Hg、As、Cd、Cr 含量高于一般栽培土。

据多年资料统计, 该区年平均气温 12℃, 极端最高气温 34.4℃, 极端最低气温 -16℃, 年降

水为 755.6mm, 日最大降水为 182.0mm。本区海风频以 SE、N、NNW 和 ESE 向为最多, 平均风速 5.5m/s, 相对湿度为 75%, 平均气压 1008.0 mPa。

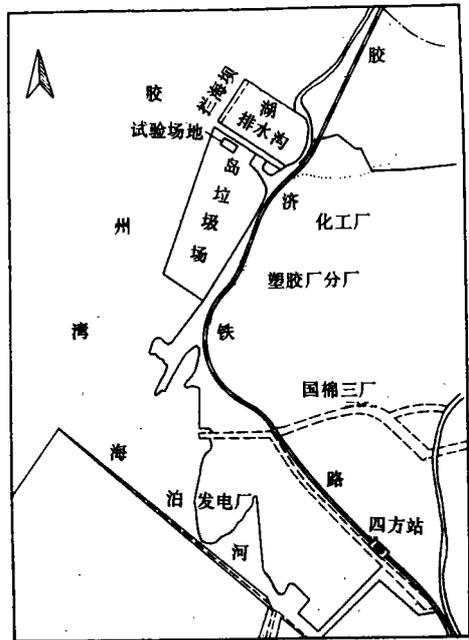


图 1 湖岛垃圾场试验场地示意图

### 1.2 试验品种

选择当地适应性广,抗逆性强,特别是抗干旱、抗寒冷、抗海风、耐地热、抗沼气,能在较粗放甚至无管理条件下生长的种类进行栽种试验。

木本植物:苦楝 (*Melia azedarach* L.)、枸杞 (*Lycium chinensis* Mill.)、刺槐 (*Robinia pseudoacacia* Linn.)、紫穗槐 (*Amorpha fruticosa* Linn.)、臭椿 (*Ailanthus altissima* Mill. Swingle)、金银木 (*Lonicera maackii* Rupr. Maxim.)、法桐 (*Platanus orientalis* L.)、大叶黄杨 (*Euonymus Japonicus* Tnunb.)、白蜡树 (*Fraxinus chinensis* Roxb.)、木槿 (*Hibiscus syriacus* Linn.)、女贞 (*Ligustrum lucidum* Ait.)、紫荆 (*Cercis chinensis* Bunge)、龙柏 (*Sabina chinensis* L. Ant. CV. Kaizuca)、连翘 (*Forsythia suspensa* Tnunb. Vahl.)、黑松 (*Pinus thunbergii* Parl)、迎春 (*Jasminum nudiflorum* Lindl.)。

草本植物:紫花苜蓿 (*Medicago sativa* L.)、画眉草 (*Eragrostis Pilosa*)、白花三叶草 (*Trifolium repens* L.)、知风草 (*Eragrostis ferrnginea* (Tnunb.) Beanv.)、马尼拉草 (*Zogsia Matrella* (L.) Merr)、稗草 (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beanv.)、中华结缕草 (*Zogsia sinica* Pance)、马唐 (*Digiteria sanguinalis* (L.) Scop.)、牛筋草 (*Eleusine indica*)。

### 1.3 栽种方式和方法

#### 1.3.1 挖坑开穴换土

乔灌木种植:采用 60×60×60cm<sup>3</sup> 开穴,将垃圾土翻出,采用换生土、换熟土和不换土(作对照)3种处理。处理小区面积 7m<sup>2</sup>,株行距 1×1m,随机排列,重复 3 次,每种植物占地 63m<sup>2</sup>,苗木为 1-2 年生,苗高控制在 100-150cm,于 1989 年 7 月 4 日-10 日换土栽植。

草本植物种植:采用覆生土、熟土 10cm 和不覆土作对照 3 种处理,处理小区面积 5m<sup>2</sup>(1×5m)随机排列,重复 3 次,每个品种共占地 45m<sup>2</sup>。于 1989 年 7 月下旬种植,草皮用移栽法;苜蓿采用开沟播种,种植方式见图 2。

#### 1.3.2 挖沟修筑条台田

以 3m 宽两边为界开沟,沟长 21m,宽 50cm,深 50cm 成条田状,在条田垃圾层上先铺设 20cm

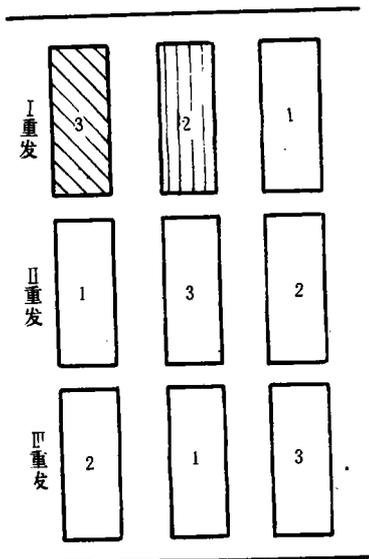


图 2 挖坑开空换土种植(3种处理)  
1. 对照 2. 生土 3. 熟土

粘土层压实,再铺以 40cm 厚熟土层,构成 8 条宽 3m,长 21m 供种植的条田。在每条台田上,一半插入直径为 6cm,长 100cm 带孔塑料管导气,另一半不插管作对照。每条台田种植 2 种植物,株行距 1×1.5m,于 1990 年 4 月 3 日采用 50×50×50cm<sup>3</sup> 开穴种植,栽后浇足水,根部覆土成堆,种植方式见图 3。

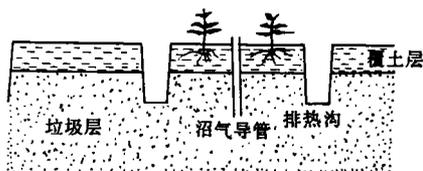


图 3 条台田种植示意图(剖面)

#### 1.3.3 覆不同厚土层建成土坡地

先在垃圾层上铺设 10cm 厚粘土层压实,以阻断沼气的逸出,再在上面铺设 10cm、30cm、50cm、70cm、80cm 不同厚度熟土层,建成中间高 80cm,逐渐向两边坡下为 20cm 厚的土层构成马鞍形土坡地,面积为(长 22m、宽 18m)396m<sup>2</sup>,并铺设直径为 6cm,长 1.3m 带孔的垂直导气管,以利排气。种植方式同条台田,见图 4。

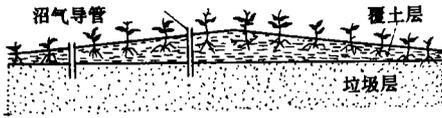


图 4 不同覆土厚度土地种植示意图(剖面)

以上种植的苗木来源于青岛市园艺二分场苗圃,移栽时,将相同树种同时移栽于一块空闲地上,作为对照。

定植后,对较高的苗木进行剪枝、截干,减少水分蒸发,以促进扎根、缓苗、再发新芽。生长期内进行适时浇水、松土、除草、防虫等抚育管理工作。待缓苗萌发出新枝后,于春季发芽、秋季落叶前进行树高、茎粗、树冠生长量测定,观察记载物候期、适应性,在植物生长区,测定垃圾土层地温变化和沼气产生量,以判断不同栽种方式植物生长状况。

## 2 结果与讨论

### 2.1 换土栽种植物的生长情况

1989年7月4日—10日栽种的乔灌木移栽时枝叶繁茂,一周后,阔叶类树叶发黄,全部落叶。随后,刺槐、臭椿、金银木、木槿、紫荆等又重新发芽,到八月中下旬,发出芽的树木又开始干枯、死亡。常绿树叶色也开始变黄,到10月中下旬,大批树木死亡。死亡的树木根区土变黑发臭,主根烂掉,有的干枯而不发根。只有少数冬青成活,主根干枯又发出次生根,而枸杞的根系正常,并有侧根生长,90%以上成活。笔者认为树木死亡原因:

(1)1989年栽种时节过晚。七月分正是树木生长旺期,枝叶繁茂,水分蒸发量大,移栽时伤根多,根系不能及时得到水分和养分而不能扎根,等耗尽了本身的养分后死亡。

(2)七、八月份正值高温多雨季节,垃圾中有有机物分解发酵,产生大量的沼气和热量,给根系造成无氧区而窒息。较高的地温也会烧伤根系而导致死亡。

(3)换土量少,根系接触的底部没有一定厚度土层压实来阻断沼气通路,致使缺氧而死亡。

表 1 条台田植物生长情况

树种	净生长量				生长状况	成活率 (%)	名次排列
	树高(m)		树茎或树冠(cm)				
	1990年	1991年	1990年	1991年			
乔木							
白蜡树	0.50	0.30	0.15	0.48	生长正常	100	3
苦辣	0.47	0.38	0.34	1.13	生长正常	100	1
法桐	0.10	0.11	0.07	0.36	长势减弱、叶黄	84.2	8
臭椿	0.22	0.06	0.34	0.24	生长正常	100	4
刺槐	0.39	0.30	0.51	0.59	生长正常	100	2
女贞	0.12	0.11	0.20	0.35	生长正常	100	5
黑松	0.02	0.02	0.18	0.22	长势下降	83.4	7
龙柏	0.05	0.05	0.50	0.48	生长正常	95	6
灌木							
金银木	0.17	0.16	0.37	0.49	生长正常	80	3
紫穗槐	0.81	0.37	0.97	0.86	生长正常	100	1
木槿	0.20	0	0.11	0.15	长势减退叶片小	60	5
紫荆	0.05	0.04	0.18	0.02	长势衰退叶片发黄	75	6
连翘	0.12	0.06	0.25	0.29	长势弱,有死亡	52.6	7
枸杞	0.19	0.08	0.29	0.43	生长正常	100	2
迎春	0.10	0.11	0.36	0.24	长势弱,大量死亡	29.4	8
冬青	0.18	0.09	0.04	0.11	生长正常	100	4

草皮马尼拉草、中华结缕草、苜蓿全部成活,野生种牛筋草、画眉草生长茂盛。覆以生土和熟土处理的比不覆土长势好,绿色面积覆盖度高。

2.2 条台田方式的植物生长情况

1990年4月在条台田种植的乔灌木移栽后经缓苗,到5月份调查基本全部成活。结果见表1。

表1数据表明,各种树木在条台田上生长情况不一,有些树种生长较好,树高、树茎呈明显增高,生长正常,成活率高,如苦楝、刺槐、白蜡树、女贞、臭椿、龙柏、紫穗槐、枸杞、金银木、冬青。而有些树种生长势逐渐减弱,表现出不抗沼气,对恶劣条件适应性差,叶色发黄,叶片缩小,根系发育不良,并开始死亡,如法桐、黑松、木槿、紫荆、连翘、迎春。尤以连翘、迎春成活率最低。

2.3 土坡地不同土层厚度栽种的植物生长情况结果见表2。

表2 土坡地不同土层厚度下树木生长情况

树种		生长量 <sup>1)</sup>	
		土层厚(20—40cm)	土层厚(60—80cm)
白蜡树	树高(m)	0.59	1.10
	茎粗(cm)	0.32	0.96
苦楝	树高(m)	0.58	0.75
	茎粗(cm)	0.85	0.90
金银木	树高(m)	0.26	0.87
	冠幅(m)	1.07	1.35
臭椿	树高(m)	1.34	1.42
	茎粗(cm)	1.60	1.71
木槿	树高(m)	0.56	0.60
	冠幅(m)	0.43	0.55
女贞	树高(m)	0.19	0.46
	茎粗(cm)	0.27	0.94
紫荆	树高(m)	0.23	0.30
	冠幅(m)	0.60	0.69
刺槐	树高(m)	2.13	2.25
	茎粗(cm)	1.85	2.44
龙柏	树高(m)	0.10	0.20
	茎粗(cm)	0.36	0.63

1) 生长量为2年总计的比较

表2表明,土层厚度对植物生长影响明显,

表3 湖岛垃圾填埋地草本植物生长情况

植物名称	处理	性状		性能	小区鲜草产量(kg/m <sup>2</sup> )	折公顷(kg/hm <sup>2</sup> )
		株高(cm)	根长(cm)			
马尼拉草	垃圾土			适应性广、耐干旱、耐寒、耐瘠薄	1.88	1880
	生土			耐践踏、抗病虫害、生长迅速、覆盖度高、绿色期长	2.99	2990
	熟土				3.92	3920
结缕草	垃圾土			根系发达、草丛繁密、耐旱、耐寒	2.00	2000
	生土			耐热性强、耐践踏、抗病虫害能力	1.92	1920
	熟土			力强	3.15	3150
画眉草	垃圾土	52.4	12.4	适应性强、抗干旱、耐热性能	2.8	2800
	生土	51.6	15.6	根系庞大,生长迅速,覆盖度大	2.9	2900
	熟土	59.2	17.2		3.1	3100
知风草	垃圾土	48.3	21.4	根系发达,根须稠密,固土力强,覆盖度大	4.1	4100
牛筋草	垃圾土	39.5	23.6	须根发达,保土固土作用性强,抗干旱,耐践踏	1.95	1950
稗草	垃圾土	74.0	11.2	植株高,根系发达,保水性好,生长迅速	1.30	1300
马唐	垃圾土	64.3	12.5	植株中等,须根系,有固土作用生长迅速	0.88	880
紫花苜蓿	垃圾土	129.6	31.5	根系发达,耐旱,耐寒,喜弱碱性土,是优良青饲料和绿化采用作物	1.82	1820
白花三叶草	垃圾土	23.4	10.9	耐热,耐寒,耐干旱,也耐涝,有良好改土保水作用	1.05	1050

覆60—80cm厚土层与覆20—40cm厚土层相比,刺槐、白蜡树、女贞、金银木、龙柏、苦楝、臭椿

优于土层薄的地方,树高和茎粗明显增加,且生长旺盛。较厚的土层不仅给树木创造了良好的立地环境,而且还可以阻断沼气对其生长的危害。经测定,该地区沼气量较少,也是树木生长好的一个原因。冬青、迎春、黑松、连翘等对土层厚薄反应不明显。

#### 2.4 草本植物的生长情况

结果见表3。

从表3看出,马尼拉草、中华结缕草和画眉草在填埋一年的垃圾地上,覆土10cm种植的生长量比不覆土的高。马尼拉草表现出适应性强,抗干草、耐寒、生长茂密,与杂草竞争力较强,分叶力强,绿色期长,是一种做公共绿地的很好草坪。中华结缕草根系发达,草丛茂密,覆盖度大,耐旱、耐寒、耐热性强,适应性强,可保持水土不流失,是固土护坡的很好草坪植物。画眉草是野生草种,适应性强,抗干旱,耐热性强,根系庞大,生长迅速,覆盖度大,是改土的好草坪。

知风草、牛筋草、稗草、马唐都是野生种,它们抗干旱、耐贫瘠、适应性强,在堆积1—2年的垃圾地区可直接生长,根系发达,须根稠密,固土能力强,覆盖度大,保持土壤和水分能力强,生长迅速,可竞争过其他杂草生长,成为优势种,是很好的草坪植被。

紫花苜蓿、白花三叶草可直接在填埋2年的垃圾地上生长,耐热、抗干旱、茎匍匐,繁殖快,再生性强,有固氮保水作用,是垃圾填埋地的优良品种,除做绿地栽培外,也是一种优良的牧草。

#### 2.5 沼气对树木生长的影响

树根部环境甲烷含量不高时,虽不会造成植物因窒息而死亡,但也对植物生长产生影响。在垃圾填埋2—3年栽种区域,沼气含量为15.4%—24.31%。树木生长情况调查结果列于表4。

表4表明,与对照相比,栽种的刺槐、臭椿、紫荆、木槿、冬青、龙柏、女贞、金银木、苦楝的生长都受到抑制,证明填埋场甲烷气是影响树木生长的主要因素。对甲烷敏感的树木,如迎春、连翘、法桐表现出生长减退,叶片变小,根系不发达,甚至干枯死亡。

#### 2.6 植物种类的筛选

表4 沼气对树木生长量影响比较

树种	树高生长量		树茎、冠生长量	
	年生长量(cm)	对照百分率(%)	年生长量(cm)	对照百分率(%)
刺槐	0.92	33.5	1.51	33.4
龙柏	0.10	30.3	1.13	95.3
臭椿	0.44	17.9	1.11	28.4
紫荆	0.08	26.6	0.11	26.1
木槿	0.11	19.6	0.12	21.8
女贞	0.34	28.4	0.86	76.7
冬青	0.33	40.2	0.15	46.8
金银木	0.46	64.7	0.88	73.3
苦楝	0.99	77.9	1.79	84.4

填埋场植物生长受根部氧气的供给、覆盖土的厚度、水分养分供给状况以及填埋废弃物产生甲烷等因素所制约,只有抗恶劣环境的种才被选择,否则被淘汰。

试验表明,各植物种类由于生物学特性不同,对恶劣环境抗性有差异。根据对甲烷抗性状况,筛选出以下种类。

##### 2.6.1 木本植物

(1)耐性强树种 枸杞是一种浅根系植物,侧根发达,根茎粗壮,萌发力强,可直接在填埋一年后的废弃地上种植,是垃圾填埋废弃地上植被恢复的一个优良绿化树种。

(2)耐性较强树种 苦楝、紫穗槐、刺槐、白蜡树生长迅速,根系浅,侧根发达,具有一定抗旱,抗沼气性。覆以60cm厚土层生长良好,是保持水土改良土壤的好树种。

(3)耐性中等树种 女贞、金银木、臭椿、冬青、龙柏在填埋2年后的垃圾废弃地,需覆以60cm厚土层,并采取阻断沼气等措施才能生长,也是改良废弃地的好树种。

(4)耐性较差树种 紫荆、法桐、木槿、黑松对沼气抗性较差,根系生长受阻,第二年生长势减退,紫荆、法桐开始死亡。

(5)敏感树种 迎春、连翘对甲烷耐性极差,在垃圾填埋2年后覆60cm厚土层,种植1年开始死亡,成活率低,是被淘汰的树种。

##### 2.3.2 草本植物

野生种牛筋草、画眉草、知风草,可在垃圾填埋 1 年的废弃地上直接生长。苜蓿、三叶草、马尼拉草、中华结缕草在垃圾填埋 1 年的废弃地上需覆土 10cm 生长。稗草、马唐是经过种间竞争,自然选择下来的野生种。以上品种均有改良土壤,固土保水作用,是废弃地生态恢复的优良品种。

### 3 结 语

(1)在垃圾填埋场栽植人工植被,沼气以及伴随出现的高温是影响植物生长的主要制约因素。填龄 1 年的垃圾场,沼气含量可达 40% 左右,对木本植物生长危害极大,可造成毁灭性伤害。填龄 2 年的垃圾场,甲烷气含量有所减少,若栽种木本植物,仍需采取挖沟、排热,覆以 60cm 厚土层压实,埋设排气管导出沼气等一系列措施,阻断沼气对植物影响的通路,给植物创造良好的立地条件。

(2)乔灌木对沼气的抗性因种类不同而有差异。枸杞表现对沼气抗性非常强,可在填埋 1 年的垃圾地上种植。苦楝、紫穗槐、刺槐、白蜡树根系浅,侧根发达,生长迅速,可在 2—3 年的垃圾填埋废弃地上种植。女贞、金银木、冬青、龙柏对

甲烷气抗性中等,加强栽培措施,也可以栽种。

(3)草本植物因根系浅,多为须根,匍匐茎根,分布于 10—20cm 浅土层内,受甲烷影响小。某些野生种如牛筋草、画眉草、知风草可在 1 年埋龄的垃圾上生长。

(4)建造的人工植被具有处理垃圾,改良土壤和改善环境的作用,使废弃地得到恢复和再生。

### 参 考 文 献

- 1 李国鼎等. 固体废弃物处理与资源化. 北京:清华大学出版社,1990,56
- 2 朱良德. 环境污染与防治. 1991,13(2):26
- 3 魏坤峰. 山东林业科技. 1988,4:7
- 4 吴秉钧等. 山东林业科技. 1988,1:32
- 5 《山东树木志》编写组. 山东树木志. 济南:山东科学技术出版社,1984:497
- 6 中国草原学会草坪学术委员会编. 草坪与地被植物栽培技术. 上海:园林杂志社,1989,20
- 7 许茶农,陈炳浩. 树木研究方法. 济南:山东农学院出版,1981:347
- 8 Mattio Etalla. Waste management & Research. 1988,6:291
- 9 Mattio Etalla, Kisstim, Yvjonen and Esko, Rossi. Waste Management & Research. 1988,6:281

## 北京市肇麟环境技术开发公司简介

北京市肇麟环境技术开发公司是由中国环保界知名人士焦兆林先生牵头组建,在北京市海淀区新技术产业开发区登记注册的民办环保高科技实体。

公司集中了国内各省、市的环保高技术人才及专家 80 余人,致力于将环保高新技术推向市场转化为良好的社会效益。

公司以环保高科技为先导,以保护人类生存环境为己任,重点填补我国环保技术空白,组织协调环保科技和生产力量,开发高新环保产品,承揽国内环境工程治理项目。

公司自 1992 年 12 月注册以来,已承接了油田会油污水治理、医院污水处理、采矿废水处理

和市政煤气安装工程。研制开发了中型油烟处理机、含氟饮水处理机,高效空气清新剂等一系列民用环保产品。

**经营范围:**环保技术开发,环境工程咨询、设计,环境治理工程,清洁洗涤工程,除臭工程,园林绿化及装饰工程,并销售以上业务范围内的配套设备和仪器,文化办公用机械,电子计算机及配套设备,环保影像器材。

**总经理:**焦兆林

**地 址:**北京市海淀区双榆树小区东里

**电 话:**2574310 2574312 2550323

**电报挂号:**83069

**邮 编:**100086

# Abstracts

Chinese Journal of Environmental Science

trend at an average annual rate of 1.4% during the period of from 1980 to 1989. By taking the variations in atmospheric aerosol concentration into account, the computed UV-B radiation shows a trend of negative shift at an annual rate of 0.7%. These variations in UV-B radiation are found to be close to those measured in the Alpine regions (47°N) and the United States (30—50°N).

**Key words:** UV-B radiation, ozone layer, aerosol pollution.

**Method for Treating the Exhaust Gases from a Methanol Fueled Internal Combustion Engine; (I) Deep Oxidation of CH<sub>3</sub>OH over Basic Metal Oxides and Precious Metal Catalysts.** Wang Jin'an and Wang Ren (Institute of Industrial Catalysis, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237); *Chin. J. Environ. Sci.*, 15(2), 1994, pp. 45—48

It was found that the deep oxidation of CH<sub>3</sub>OH over all the different catalysts studied produced both HCHO and HCOOCH<sub>3</sub>. Among the basic metal oxide catalysts, CuO/r-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> exhibited the best activity with an optimum loading of about 10%—20%. The catalyst CuO/r-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> prepared with the method of homogeneous coprecipitation had a better activity than others. Among the precious metal catalysts studied, Ag/r-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> was the best one and had T<sub>50</sub> = 135°C and T<sub>95</sub> = 190°C for the oxidation of CH<sub>3</sub>OH. The different catalysts had a "volcano" type of curve relationship between their activities and  $\Delta H_f^0$ .

**Key words:** methanol, formaldehyde, deep oxidation, catalyst.

**Study on the Factors Affecting the Content of Heavy Metals in Lettuce (*Lactuca sativa* var. *longifolia*) Growing on Mixed Sludge Medium.** Liao Zhongwen, Wang Weihong et al. (Dept. of Soil Science, South China University of Agriculture, Guangzhou 510642); *Chin. J. Environ. Sci.*, 15(2), 1994, pp. 49—52

A lettuce growing medium pot experiment was conducted to study the effects of the rate of sludge application, the volume of medium and harvest time on the contents of heavy metals Zn and Ni in Lettuce. It was found that the relationship between the rate of sludge application and the content of heavy metals varied with the growing medium. Under the condition of a small volume of medium, a higher rate of sludge applied led to a lower content of heavy metal but a higher yield of Lettuce. The heavy metal had a content in Lettuce depending on

the harvest time. The causes for leading to the above results and their implication for the production of Lettuce were also discussed.

**Key words:** sludge, Zn, Ni, medium culture, *Lactuca sativa* var. *longifolia*.

**Study on the Rehabilitation of an Artificial Ecosystem of Vegetation on a Waste Landfill Site.** Dun Wanru, Yue Xilian et al. (Qingdao Institute of Environmental Protection, Qingdao 266003); *Chin. J. Environ. Sci.*, 15(2), 1994, pp. 53—58

An artificial ecosystem of vegetation was rehabilitated with 16 species of xylophyta and 9 species of herbaceous herb by using three different techniques of cultivation on a waste landfill site. The results showed that methane given out of the landfill site was a main factor affecting the rate of vegetation survival. On a landfill site where the refuses have been dumped for 1 to 2 years, the desired results were obtained for planting the vegetation of a shorter growing period. The species of xylophyta having a longer period of growth were not suitable to be planted on a discarded refuse landfill site of 1 year and could be planted on a 2 year discarded refuse landfill site only by covering an earth layer of 60 cm thick to break methane given out. The species of plant which have a higher tolerance have been screened as follows: *Lycium chinensis* Mill., *Melia azeclarach* L., *Anorpha fruticosa* Linn., *Robinia pseudoacacia* Linn., *Fraxinus chinensis* Roxb., *Ligustrum lucidum* Ait., *Medicago sativa* L., *Eragrostis pilosa*, *Eleusine indica*, *Eragrostis ferruginea* Beauv.

**Key words:** sanitary landfill, abandoned land, methane gas, vegetation.

**Study on the Catalytically Hydrogenated Conversion of Carbon Dioxide.** Lu Zhenju, Lin Peizi et al. (Dalian Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences, Dalian 116023); *Chin. J. Environ. Sci.*, 15(2), 1994, pp. 59—61

A method was described for the catalytically hydrogenated conversion of carbon dioxide to chemical products. Under the different conditions of reaction, an iron catalyst (Fe/AC) had been excellently characterized by the conversion of carbon dioxide to light olefins, liquid hydrocarbons, and liquefied petroleum gas. A Cu-Zn-Y zeolite catalyst exhibited a good selectivity for converting carbon dioxide to DME. Carbon dioxide was converted to alcohols over a Rh-V catalyst.

**Key words:** carbon dioxide, catalytic hydrogenation, catalyst, chemical products, reaction.