

# 园林植物废弃物堆肥的理化性状及参数研究

陈 祥, 易 吉 林, 包 兵, 胡 艳 燕

(重庆市园林绿化科学研究所, 重庆 400042)

**摘 要:**以园林植物废弃物为原料,采用高温好氧堆肥技术,运用正交实验研究了含水率、C/N、菌种和翻堆对堆肥的影响。结果表明:基于种子发芽指数的适宜参数是含水率51.2%、C/N 30.9、菌种用量 10 g/kg、翻堆时间 5 d,4 个因素对堆肥影响的大小顺序是:含水率、C/N、翻堆时间、菌种用量。堆肥过程堆料体积缩小,pH 和 EC 值升高,堆肥成品具有一定的肥力。

**关键词:**园林植物废弃物;堆肥;理化性状;参数;种子发芽指数

中图分类号:X 503.233 文献标识码:A 文章编号:1001—0009(2010)12—0225—04

园林有机废弃物是指在园林绿化中被丢弃的有机类物质,主要包括树枝修剪物、草坪修剪物、枯枝落叶、杂草和残花等<sup>[1]</sup>。目前,随着城市园林绿化的快速发展,园林有机废弃物的量越来越大<sup>[2-4]</sup>,然而这些废弃物主要的处置方式是填埋或焚烧<sup>[5]</sup>,这就造成了环境的污染和资源的浪费<sup>[6]</sup>,还会使绿地土壤肥力得不到自我维持,加剧了土壤的退化<sup>[7-8]</sup>。园林有机废弃物含有大量的不易腐熟的木质素,堆肥时间长。国内的相关研究以园林有机物和其它农林废弃物混合堆肥的研究居多,例如:徐凯等<sup>[9]</sup>以白三叶为堆制材料,牛粪、污泥、酶制剂下脚料为辅料进行了堆肥试验,结果表明,以白三叶+污泥

处理堆肥效果为最好;江定钦等<sup>[10]</sup>以污泥、菇渣、园林垃圾为原料,研究了堆肥的理化性质变化及堆肥对几种园林植物生长的影响等。现以园林植物废弃物为原料,采用高温好氧堆肥技术,研究堆肥过程中堆体的理化性质以及堆肥前处理参数对堆肥的影响,以促进园林植物废弃物的资源化利用。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

对来自重庆市九龙坡区的市街、公园和苗圃绿地的园林植物废弃物,如:小叶榕、黄葛树、重阳木、栎树等的枝叶进行堆肥加工。其基本性质见表 1。

表 1 试验材料基本性质

指标	pH	EC 值/mS·cm <sup>-1</sup>	水分含量/%	有机质/%	有机碳/%	全氮(N)/%	C/N	全磷(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )/%	全钾(K <sub>2</sub> O)/%
试验材料	6.3	0.531	43.2	73.79	42.8	0.430	99.5	0.317	0.090

### 1.2 试验方法

1.2.1 试验预处理 堆肥前利用植物切片粉碎机对试验原材料进行粉碎处理,粉碎后材料的颗粒大小<3 cm,其中大部分是<1 cm 的材料。试验地设在有顶棚的堆肥厂内。

1.2.2 堆肥参数试验 采用四因素三水平正交实验设计,按正交设计表 I<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)安排试验共 9 个处理,随机区组设计。CK 为对原料的含水率和 C/N 不作调节、不加菌种、不翻堆的处理。水分调节:将原料混合,测定原料水分含量,估算补水的量,用喷淋的方式直接补水,从而调节原料的水分含量。C/N 调整:因为树木的枝叶有机碳含量较高,全氮含量稍低,所以按照设计方案,C/N 应

进行调整(表 2)。调节 C/N 用含 N 量为 42%的尿素调节。添加菌种:菌种选用北京某生物工程有限公司有机肥料发酵菌曲(I)。因为含水率和 C/N 要调节到设计值操作较困难,所以试验前先估算添加物的量,调节后以实测值作试验水平,调整后的试验因素水平见表 2。根据对各处理腐熟度指标的统计分析,筛选出最优的堆肥参数。

1.2.3 堆肥方法 将粉碎后的植物废弃物搅拌混合,按照设计比例调节处理,装入没有顶面的高 90 cm、直径 58 cm 的废弃汽油桶里。因为桶的体积为 0.24 m<sup>3</sup>,所以在试验中,用棕垫包一层谷草在桶壁上,再用草绳盘扎在棕垫上,桶的顶部用塑料薄膜覆盖。翻堆时将桶里的原料倒出,充分混匀后用人工铲入桶里,再覆盖桶顶。堆肥试验时间为 60 d。

### 1.3 测定项目和方法

植物废弃物样品常规指标,试验前测定原材料 C/N、含水率、pH 等指标,按植株常规农化分析方法测

第一作者简介:陈祥(1984),男,云南宣威人,助理工程师,现主要从事园林土壤及废弃物利用研究工作。  
基金项目:重庆市建委 2010 年科技计划资助项目(20101110)。  
收稿日期:2010—03—29

定<sup>[11]</sup>。水分含量用烘干法测定; pH 用电位法测定; 有机碳用重铬酸钾容量法测定; 全氮用 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 消化蒸馏法测定; 全磷用 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 消化钼兰比色法测定; 全钾用 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 消化火焰光度计法测定。温度: 试验期间每天记录堆体中心温度和环境温度, 用 0 ~ 100℃ 刻度的 1 m 长酒精温度计测量。堆肥样品常规指标: 堆肥完成后, 随机多点采集样品约 1 kg, 测定 pH、EC 值、有机质等指标, 按照常规农化分析方法测定<sup>[12]</sup>。种子发芽指数: 堆肥完成后, 随机多点采集样品约 1 kg, 装于塑料密封袋中, 将空气尽量排净, 整批试验完成后统一测定种子发芽指数。于培养皿内垫上一张滤纸, 均匀放入 10 粒白菜籽, 吸取 5.0 mL 堆肥浸提液(水:堆肥=5:1)于培养皿中, 以蒸馏水作对照, 每个处理重复 3 次, 在 25℃ 恒温培养箱中培养 48 h, 测定种子发芽率和根长, 然后按以下公式计算种子发芽指数<sup>[10]</sup>。

表 2 试验堆肥参数试验设计 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)

处理号	A 含水率/%	B 碳氮比	C 菌种用量/g · kg <sup>-1</sup>	D 翻堆时间/d
1	31.5	11.2	0	5
2	30.3	30.5	5	10
3	32.7	50.2	10	15
4	51.5	11.7	5	15
5	51.2	30.9	10	5
6	50.4	51.2	0	10
7	71.9	10.6	10	10
8	68.2	30.5	0	15
9	70.8	51.0	5	5
CK	43.2	99.5	0	0

2 结果与分析

2.1 堆肥过程堆体温度的变化

由图 1 可知, 处理 1 ~ 9 的温度变化趋势基本一致, 整个周期经历迅速增温、高温和降温 3 个阶段。迅速增

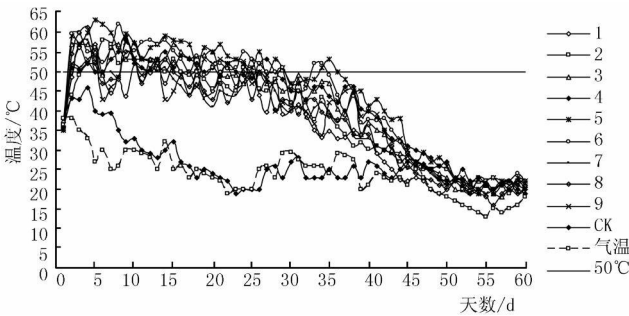


图 1 堆肥温度变化曲线

温阶段: 在堆制初期, 由于中、高温性微生物利用堆肥中的水溶性有机物质而迅速繁殖, 再在好气条件下充分利用易分解的有机物质, 产生大量的热, 从而使堆肥温度迅速提高, 堆肥温度在 2 ~ 4 d 内即可升高到 50℃ 以上。高温阶段: 迅速增温阶段后进入高温阶段, 在此阶段中

原来的中温性微生物逐渐被大量的多种好热性微生物所取代, 引起堆肥材料中复杂的有机物如纤维素、半纤维素等被微生物强烈分解, 并开始腐殖化过程<sup>[12]</sup>。该试验高温阶段的温度维持在 50 ~ 65℃, 高温期最长达 30 d, 这样易于复杂有机物的充分分解, 同时也有利于腐殖质的形成。但是各处理的高温期范围为 11 ~ 30 d, 差异较大。降温阶段: 经过高温阶段之后便进入降温阶段, 堆肥温度渐渐接近环境温度, 维持在 20 ~ 35℃ 范围内。从第 45 天开始, 所有处理的温度均在 35℃ 以下。

表 3 堆肥过程温度特征

处理号	堆肥达 50℃ 所需时间/d	> 50℃ 维持时间/d	最高温 度/℃	达最高温度 所需时间/d	平均温 度/℃
1	3	11	57.0	5	36.9
2	4	16	58.0	6	38.8
3	2	18	57.5	10	41.2
4	2	24	59.0	9	41.5
5	2	30	63.0	5	44.5
6	2	28	62.0	2	42.6
7	3	11	58.0	9	38.1
8	2	14	61.1	4	38.0
9	2	16	57.5	9	39.5
CK	0	0	45.8	4	26.4

2.2 堆肥理化性质变化

随着堆肥的进行, 堆制物质之间的空隙越来越小, 堆体体积逐渐减小。其中处理 5 缩小比例最大, CK 处理几乎没有缩小。堆肥处理的 pH 变化有相似的特征, 从堆制开始到堆肥结束 pH 值上升。pH 值的升高, 是由于有机质在微生物的强烈作用下大量分解, 以及产生大量氨引起的。堆肥处理的 EC 值从堆制初期到堆肥结束, EC 值上升。EC 值的升高是由于堆制期间堆体产生大量的铵离子和矿质盐分以及堆体体积逐渐减小引起的<sup>[10, 12]</sup>。

表 4 堆肥的体积、pH、EC 值变化

处理	体积/m <sup>3</sup>			pH		EC 值/mS · cm <sup>-1</sup>	
	0 d	60 d	缩小比例/%	0 d	60 d	0 d	60 d
1	0.24	0.21	14.2	6.8	8.9	0.489	1.065
2	0.24	0.21	12.0	6.5	7.2	0.631	1.724
3	0.24	0.20	17.5	7.2	8.6	0.518	1.671
4	0.24	0.16	31.8	7.0	8.1	0.523	1.984
5	0.24	0.16	35.1	6.9	8.1	0.498	2.038
6	0.24	0.17	30.7	6.5	8.3	0.450	2.378
7	0.24	0.19	20.8	6.8	8.1	0.599	1.651
8	0.24	0.18	25.2	7.1	7.5	0.602	1.880
9	0.24	0.20	15.3	6.4	8.8	0.487	1.436
CK	0.24	0.22	6.5	6.3	8.4	0.531	0.976

2.3 基于种子发芽指数的堆肥参数筛选

种子发芽指数是评价堆肥腐熟度的一个非常重要的指标, 是对堆肥低毒性(影响根长)和高毒性(影响发芽率)的综合表现, 当种子发芽指数 > 80% 时, 表明堆肥已达到完全腐熟<sup>[10]</sup>。该试验基于种子发芽指数对堆肥参数进行筛选。

表 5 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>) 正交实验结果

试验号	实验因素				种子发芽 指数/%
	A	B	C	D	
	含水率 /%	C/N	菌种用量 / g · kg <sup>-1</sup>	翻堆时间 / d	
1	31.5	11.2	0	5	50.7
2	30.3	30.5	5	10	59.5
3	32.7	50.2	10	15	48.4
4	51.5	11.7	5	15	106.4
5	51.2	30.9	10	5	120.6
6	50.4	51.2	0	10	86.5
7	71.9	10.6	10	10	69.6
8	68.2	30.5	0	15	77.3
9	70.8	51.0	5	5	69.9
K <sub>1</sub>	158.6	226.7	214.5	241.1	
K <sub>2</sub>	313.5	257.4	235.8	215.6	
K <sub>3</sub>	216.8	204.8	238.6	232.1	
k <sub>1</sub>	52.9	75.6	71.5	80.4	
k <sub>2</sub>	104.5	85.8	78.6	71.9	
k <sub>3</sub>	72.3	68.3	79.5	77.4	
R	51.7	17.5	8.0	8.5	

比较试验中 A、B、C、D 4 个因素中 R 值(表 5)的大小可以看出, A 因素即含水率是影响植物废弃物堆肥腐熟度的最重要因素, 含水率、C/N、菌种用量、翻堆时间 4 个因素对堆肥影响的主次关系是: 含水率> C/N> 翻堆时间

表 6 已堆肥腐熟的处理的养分状况

处理号 and 标准	水分/%	pH	有机质/%	全氮 N/%	全磷 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /%	全钾 K <sub>2</sub> O/%	总养分/%	EC 值/mS · cm <sup>-1</sup>
4	32.2	8.10	31.21	0.599	0.988	1.461	3.048	1.984
5	29.8	8.11	30.75	0.582	1.236	1.089	2.907	2.038
6	36.0	8.30	31.20	0.666	1.369	1.564	3.599	2.378
有机肥料标准 NY525-2002	≤20	5.5~8.0	≥30	—	—	—	≥4.0	—

3 讨论

堆肥 4 个因素对堆肥影响的大小顺序是: 含水率, C/N, 翻堆时间, 菌种用量。其中菌种用量的影响最低, 这可能是由于该试验所用菌种对园林植物废弃物的发酵性能不高所致, 具体原因还需进一步研究。随着翻堆时间的增加, 种子发芽指数先降低后增加, 以 5 d 为周期时最好, 其中以 10 d 为周期的种子发芽指数最低, 这可能是堆体体积较小, 翻堆过程对堆体的温度影响较大的原因。因为目前还没有可供参考的园林植物废弃物堆肥的质量评价体系<sup>[18]</sup>, 该试验仅用种子发芽指数代表的腐熟度来筛选堆肥参数, 具有一定的局限性, 所以需要进行进一步的研究确立一套系统的园林植物废弃物堆肥的质量评价体系。

由于试验堆体的体积较小, 堆肥过程可能受环境条件的影响, 所以导致园林植物废弃物堆肥达到腐熟的周期为 45 d 左右, 离工厂化快速堆肥的要求还有一定差距, 需要进一步研究园林植物废弃物化学腐熟剂预处理技术; 用化学腐熟剂打破园林有机废弃物木质素中紧密结合的化学键, 从而更有利于微生物分解, 缩短腐熟时间; 研发园林植物废弃物微生物发酵菌剂, 以缩短发酵周期。

> 菌种用量。

根据极值分析结果, 试验中植物废弃物堆肥的最优配比是 A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>3</sub>D<sub>1</sub>, 即含水率 51.2%、C/N 30.9、菌种用量 10 g/kg、翻堆时间 5 d。随着水分的增加, 种子发芽指数先增加后降低, 以 51.2% 时为最好, 水分过低对其影响最大; 随着 C/N 的增加, 种子发芽指数先增加后降低, 以 30.9 时为最好, C/N 过高对其影响最大; 随着菌种用量增大种子发芽指数越大, 以 10 g/kg 用量时最好, 但随着用量的增加, 种子发芽指数的增长率递减; 随着翻堆时间的增加, 种子发芽指数先降低后增加, 以 5 d 为周期时最好, 其中以 10 d 为周期的种子发芽指数最低。

2.4 堆肥周期和质量指标

堆肥处理经过高温阶段之后进入降温阶段, 堆肥温度渐渐接近环境温度, 维持在 20~35℃ 范围内。从第 45 天开始, 所有处理的温度均在 35℃ 以下, 所以试验中的堆肥处理腐熟最短的时间为 45 d。已腐熟处理 4、5、6 的水分含量和 pH 值都超过有机肥料标准, 养分指标中有机质含量都达到有机肥料标准, 总养分都没有达到有机肥料标准。可见堆肥成品的使用还需要根据实际情况添加其它添加物, 补充养分。

参考文献

[ 1 ] 吕子文, 方海兰, 黄彩娣. 美国园林植物废弃物的处置及对我国的启示[ J ]. 中国园林, 2007(8): 90-94.

[ 2 ] 孙克君, 阮琳, 林鸿辉. 园林有机废弃物堆肥处理技术及堆肥产品的应用[ J ]. 中国园林, 2009(4): 12-14.

[ 3 ] 张庆费, 辛雅芬. 城市枯枝落叶的生态功能与利用[ J ]. 上海建设科技, 2005(2): 40-41.

[ 4 ] 梁晶, 吕子文, 方海兰. 园林绿色废弃物堆肥处理的国外现状与我国的出路[ J ]. 中国园林, 2009(4): 1-6.

[ 5 ] 郝瑞军, 方海兰, 郝冠军, 等. 园林植物废弃物堆肥对黑麦草产量及养分吸收的影响[ J ]. 现代农业科技, 2008(22): 60-62.

[ 6 ] 索琳娜, 金茂勇, 张宝珠. 农林有机废弃物生产花木栽培基质技术和前景[ J ]. 北方园艺, 2009(4): 108-112.

[ 7 ] 贾兰虹. 有机废弃物再生环保型基质在观赏植物上的应用[ J ]. 东北农业大学学报, 2005, 36(3): 314-316.

[ 8 ] 吕子文, 方海兰. 园林植物废弃物的利用[ J ]. 园林, 2008(5): 23-26.

[ 9 ] 徐凯, 黄明勇, 邳学杰. 园林废弃物堆肥化处理的初步研究[ J ]. 天津农业科学, 2008, 14(3): 40-42.

[ 10 ] 江定钦, 徐志平, 阮琳. 园林垃圾堆肥过程中理化性质的变化及堆肥对几种园林植物生长的影响[ J ]. 中国园林, 2004(8): 63-65.

[ 11 ] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[ M ]. 北京: 中国农业科技出版社, 1999.

[ 12 ] 周肖红. 绿化废弃物堆肥化处理模式和技术环节的探讨[ J ]. 中国园林, 2009(4): 7-11.

# 基于 MAPGIS 和 AutoCAD 构建泉州市行道树数据库管理系统

王奇志<sup>1</sup>, 刘建福<sup>1</sup>, 余 岩<sup>2</sup>

(1. 华侨大学 生物工程与技术系, 福建 厦门 361021; 2. 四川大学 生命科学院, 四川 成都 610064)

**摘 要:** 利用地理信息系统(MAPGIS), 结合 AutoCAD 图形处理功能, 构建泉州市行道树管理系统, 提供行道树数据查询、分析、管理、景观效果展示, 以及为行道树景观改建及新建提供参考信息。数据库管理系统使用 Oracle 构建数据库。利用 JSP 技术, 形成动态网络数字植物网页, 推动科普活动的开展。

**关键词:** MAPGIS; AutoCAD; 行道树; 数据库

**中图分类号:** TU 986.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)12-0228-03

泉州市地处福建省东南部, 是福建省三大中心城市之一。北邻省会福州, 南接厦门特区, 东望台湾宝岛, 西毗漳州、龙岩、三明。境内地形复杂多样, 面积 11 014.76 km<sup>2</sup> (含金门), 东经 117°36′ ~ 119°05′, 北纬 24°25′ ~ 30°56′。年均气温 10℃以上, 属亚热带海洋性季风气候, 独特的气候条件孕育了丰富的植物资源。植物区系中, 种子植物属中热带亚洲和热带美洲间断分布类型较多<sup>[1]</sup>。维管束植物有 232 科 1 178 属 2 761 属 (含变种、变形)<sup>[1]</sup>, 可利用的行道树资源非常丰富。目前运用到行道树的有 31 535 株, 有 18 科 25 种, 包括以漆树科、桑

科、樟科等的常绿树种和落叶树种; 苏木科、蝶形花科、木棉科等的观花乔木; 棕榈科等观赏树种; 抗风耐碱的木麻黄科的特有植物种类<sup>[2]</sup>。建立泉州市行道树数据库管理系统, 可以充分发挥泉州市植物资源优势, 提供行道树种类查询和植物的空间、景观展示功能, 为行道树规划设计和开发利用提供参考和数据来源, 即时反映行道树养护管理情况。对提高泉州城市绿化质量和促进古城景观建设起到重要的作用。

## 1 信息采集与软硬件环境

信息采集, 包括对行道树植物种类及其属性进行实地调查, 并收集泉州市政平面图、土壤分布图、泉州市志、泉州植物名录等图文资料。采集后的资料主要包含空间信息和属性信息二部分, 空间信息包括观赏植物分布的详细情况, 例如地形、坡度、土壤、景观效果等。属性信息包括观赏植物种类、观赏特性、市场信息及具体应用情况。

**第一作者简介:** 王奇志(1976-), 女, 博士, 讲师, 研究方向为植物分类与系统进化。

**基金项目:** 华侨大学引进人才基金资助项目(09BS305)。

**收稿日期:** 2010-03-01

## The Physicochemical Characteristics and Technics on Composting of the Green Waste

CHEN Xiang, YI Ji-lin, BAO Bing, HU Yan-yan

(Chongqing Institute of Landscape Gardening, Chongqing 400042)

**Abstract:** The physicochemical characteristics and technics on composting of the green waste were studied. The results showed that the optimal parameters on composting of the green waste for germination index were: water content 51.2%, C/N 30.9, 10 g/kg bacteria dosage and 5 days turning frequency, which were determined through the orthogonal experiment. The effect of composting was water content > C/N > turning frequency > bacteria dosage. The volume of the piles were reduced, the pH and EC were increased, the compost product had certain level of fertility.

**Key words:** green waste; composting; physicochemical characteristics; technics; germination index