

生态园区有机废弃物的循环利用研究

赵春¹, 毕玉波² (1. 东营职业学院, 山东东营 257091; 2. 山东省垦利县农业局, 山东垦利 257500)

摘要 综述了目前我国生态园区有机废弃物的利用状况和存在的问题, 特别对园区中常见的餐厨垃圾和果枝修剪废弃物的综合处理技术进行了详细介绍, 探讨了生态园区有机废弃物的循环利用途径与发展方向, 提出小容量反应器堆肥系统是处理不同固体废弃物的适当途径。可为我国生态园区有机废弃物的开发利用提供参考。

关键词 有机废弃物; 循环利用; 利用途径

中图分类号 S181.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)29-10274-03

Research on Recycling Organic Waste in Ecological Orchard

ZHAO Chun¹, BI Yu-bo² (1. Dongying Vocational College, Dongying, Shandong 257091; 2. Kenli Agricutural Bureau of Shandong Province, Kenli, Shandong 257500)

Abstract The utilization status and existing problems of organic wastes in ecological orchard were summarized, the comprehensive processing technology on common restaurant garbage and branch pruning waster was introduced in detail. The approach of different solid waste dealt with small-capacity reactors was suggested to provide reference for utilization of organic waste in ecological orchard in China.

Key words Organic waste; Recycling; Utilization way

据统计,北京市郊区共有观光休闲农业项目近 2 000 个, 供游客观景、赏花、摘果, 从中体验农业生活和享受田园风光。据测算, 仅苹果、桃、梨、葡萄、樱桃等主要鲜果果园面积约 6 万多 hm², 果树常规管理中一年修剪枝条量高达 36 万 t 之多, 产生了大量废弃物。这些修剪物少部分用作燃料, 大多弃之不用, 不仅影响环境, 也造成资源浪费。观光休闲农业园区 10% 的土地用于休闲、康体、会议、餐饮等设施的建设, 运作过程中会产生大量的垃圾, 其中 80% 以上是餐厨垃圾。由于餐厨垃圾中含有丰富的营养物质, 如果不经处理短期内即腐败变质, 不仅对周围环境造成污染、滋生蚊蝇, 而且会侵占大量土地^[1-3]。

2007 年中华人民共和国建设部 215 号文件中指出“鼓励通过堆肥、发展生物质燃料、有机营养基质和深加工等方式处理修剪的树枝, 减少占用垃圾填埋库容, 实现循环利用”^[4], 堆肥产品主要作为土壤改良基质、有机肥及覆盖物。对果枝堆肥技术和餐厨垃圾处理设备的研究, 既能充分利用资源, 又能美化环境, 不仅能改善园区土壤性能, 减少化肥使用量, 而且是提高土壤有机质含量的有效途径, 具有十分重要的经济价值和社会意义。

1 有机废弃物的处理现状

1.1 餐厨垃圾处理现状 目前国内外餐厨废物资源化处理工艺技术有多种形式, 经分析, 为实现餐厨垃圾的“减量化”、“资源化”和“零排放”的目的, 处理工艺大多为: 餐厨垃圾中的油脂生产生物柴油, 水分需要经过污水处理技术回用或排放; 固体残渣通过微生物发酵生产沼气, 沼渣进一步加工成为生物肥料。

常用的生物处理技术主要采用微波处理、蚯蚓堆肥、好氧堆肥和厌氧发酵产气等方式。其中, 好氧堆肥和厌氧发酵是迄今为止技术较成熟且研究应用最广泛的两种生物处理

技术, 其最大特点在于对周边环境的影响小, 可避免餐饮废渣发酵、发臭对环境的影响, 经生物处理后可生产有机肥和生物气等产品^[5-9]。

1.2 果林修剪废弃物处理现状

1.2.1 覆盖还田利用。由于场地、空间和时间等的限制, 部分植物废弃物在无法进行彻底分解利用的情况下可通过简单处理, 如将其分拣、粉碎、消毒、配料, 然后均匀覆盖到树冠垂直投影范围内, 以达到废弃物的生态循环利用, 明显改善土壤理化性状, 增加土壤保水保肥能力, 促进树木生长^[10-11]。

1.2.2 堆肥处理利用。是指在微生物的分解作用下, 根据不同的产品要求将废弃物转化为不同腐化程度的有机肥料。堆肥处理共分为预处理、发酵过程各项参数的优化、发酵堆置 3 个步骤。一般堆肥较为适宜的粒径为 1.3 ~ 7.6 mm^[12]; 发酵过程各项参数的优化主要包括水分控制在 40% ~ 60%、C/N 调节在 25 ~ 35:1、微生物菌剂添加等。堆肥化处理的成本较其他方式相对较低, 如华盛顿西雅图拉里 (Larry) 市, 堆肥化处理可实现每年约节省 41 000 美元^[13]。

1.2.3 生物质能的开发与利用。包括生物质的固态成型和液化利用两方面。生物质的固态成型是指通过一定的技术手段将植物废弃物加工成固体燃料, 提高了能源利用效率, 改善和拓宽了热能利用方式^[14]; 生物质液化利用主要是通过热解或生物转化形成生物乙醇、柴油等新型能源, 可替代部分石油和天然气, 是未来能源利用转换的一个重要途径。

2 现有技术及设备存在的问题

2.1 餐厨垃圾处理设备目前存在的问题 从目前餐厨垃圾处理技术的应用情况看, 规模较大的餐厨垃圾处理生产线可以对有机废弃物进行较彻底的处理, 资源循环再利用效果好, 基本达到了无害化的标准, 但仍存在一些问题。

首先, 需要对分散在各个餐饮点处的餐厨垃圾进行收集, 然后再进行集中处理, 这就导致了从收集到处理的时间较长, 并且增加了运输成本。同时因为餐厨垃圾中油、水比例较高, 运输过程中极易泄漏、遗撒, 造成环境污染, 而且会

基金项目 山东省高等学校优秀青年教师国内访问学者项目资助。

作者简介 赵春(1978 -), 女, 山东龙口人, 讲师, 博士, 从事农业生态研究。

收稿日期 2014-09-01

滋生大量的有害病菌,分泌出的毒素(如黄曲霉素)很难通过微生物的方法分解掉,必须通过高温蒸煮及烘干工艺才能够彻底消除,这就增加了设备的运行成本。

其次,集中处理需要较多的原料。如果收集的餐厨垃圾量不足,将会导致处理设备无法正常工作。无论设备的处理量大小,需要开机的时间和运行成本相差无几,但产出却悬殊,这就导致了生产成本的提高和生产效率的下降。并且开机次数越多,亏损越大。目前一些由地方政府投资扶持建设的大型生产线因为餐厨垃圾处理量不足导致无法正常运行而停产的例子比比皆是。

最后,大型生产线还存在前期投入高,占地面积大,处理周期长,维护费用高等问题。不适合于食堂、饭店等餐饮行业进行源头减量化的垃圾处理。

2.2 果林修剪废弃物处理技术存在的问题 首先,修剪废弃物的资源化利用面临一个最大的难题是收集运输及储存问题。修剪的枝条资源分散,季节性明显,如北京平谷的桃林,主要有夏、冬两季的修剪和秋季的落果、落叶。这些废弃物从收集转运到储存地点,劳动强度大、成本高、效率低,然后还需要分拣、粉碎、翻堆以及人工等方面的投入,远不如随地丢弃甚至一把火烧掉划算。所以目前国内较多秸秆利用项目,堆肥厂运行不久即面临“无米之炊”的困境。

其次,堆肥过程中存在堆肥周期长、堆肥设备占据空间大、臭味物质周期性散发、垃圾源需要进行分选、堆肥产品品质差、堆肥化过程受各种条件(自然气候条件、堆肥原料性质、技术体系、经济条件)制约等问题。修剪废弃物的快速腐熟并获得品质较优的堆肥产品以利于后期的再利用研究是目前瓶颈问题。目前,这一研究在我国还处于起步阶段,许多尖端的技术和设备都得靠国外引进。

3 生态园区有机废弃物的综合处理技术

3.1 餐厨垃圾的处理技术 与集中、大规模的堆肥系统相比,小型堆肥系统具有降低运输费用和实现源头减量化等优点,适用于生态园区餐厨垃圾的就地处理。近些年来,一些学者开始对小型餐厨垃圾处理设备的集成形式进行研究,力图减少餐厨垃圾的处理环节及对环境的污染,有效地缩短餐厨垃圾的存放时间和运输时间,克服大型生产线能耗高、运行费用高、占地面积大、不能连续运行等问题,真正实现餐厨垃圾的绿色加工^[15-16]。

目前国际市场上的小型垃圾处理机主要有生物分解式和干热式2种。生物分解式垃圾处理的原理是人为制造一个近似自然的堆肥过程,将餐厨垃圾经过分选和预处理后放入设备中并掺入高效菌种,控制反应条件(温度、湿度、pH等)接近自然堆肥,大部分垃圾会被微生物分解为水和二氧化碳,少部分成为有机肥,可使垃圾减量90%左右,兼顾了餐厨垃圾的减量化和资源化。干热式垃圾处理则是按一下电钮即可,经过几个小时的加热干燥,垃圾体积可变为原来的1/7,产生黑色残渣,可直接施入土壤,但此残渣要在自然环境下经过二次发酵才能真正变成有机肥^[17]。例如日本的厨卫垃圾高速发酵处理机采用最新生物技术,运用深层液体透

析发酵和固体发酵相结合的工艺,通过有机垃圾处理机的自动控制工艺,配合添加固体活性生物复合剂,在-5~100℃的温度范围内,在厌氧、有氧条件下,对餐厨垃圾进行快速降解,使之分解成CO₂、H₂O和少量灰质,降解率达95%以上。在国内,席北斗等根据堆肥试验结果,开发了翻转式堆肥反应装置,该装置采用自控系统,有效容积为250L,内部环境适宜复合微生物菌剂迅速降解生活垃圾,具有进出料简单方便、供气均衡、搅拌均匀、渗滤液易实现自动回流、臭气便于集中处理等优点^[18]。张悠敏等研制出垃圾日处理能力为9kg/d的小型堆肥装置,在菌液的作用下,经过12~20h,生活垃圾可迅速被有效微生物群消化分解,垃圾的处理率可达87%以上,而且分解过程不会造成二次污染,最终转变为有机肥^[19]。

3.2 果林修剪废弃物的处理技术 基于资源的循环利用、就地处理和操作简便的原则,修剪废弃物多采用堆肥的方式进行综合利用。由于经济投入、臭味控制以及场地限制等原因,大型反应器和条垛堆肥系统不仅占地大、堆置周期长、成本高、恶臭污染严重,而且堆肥成品肥效低,因此研制适于现场操作的小容量反应器堆肥系统势在必行。它具有良好的过程控制、投资和运行费用低、易于操作等优点,并且为那些没有足够原料、资金和场地的团体或单位提供了一种处理有机废物的技术。

日本鼓励以家庭为单位进行小型堆肥^[20],其堆肥工艺高于欧美国家,无论从原料的粉碎处理、添加的高效菌种等均有利于堆肥的快速腐熟,并且植物废弃物与餐厨垃圾、污泥等的混合堆肥使得产品系列多元化^[21]。日本在微生物菌剂方面研究较成熟,如酵素菌和EM菌,菌剂的加入能显著提高降解速率和促进堆肥腐熟,以畜禽粪便、作物秸秆为原料生产EM有机肥,可提高有机蔬菜的产量。

北京市土肥工作站利用全自动堆肥反应器,研究果树粉碎枝条的堆肥效果。结果表明发酵温度能够达到50℃以上并维持5~7d,可杀灭各种病原菌和杂草种子;随发酵进程的推进,物料EC、DOC逐渐降低,可溶盐含量低,pH稳定在8.5左右,施用堆肥产品不会对作物生长产生盐分毒害;大约经过15d即可达到完全腐熟^[22]。西北农林科技大学进行化验果枝堆制的肥料表明,堆肥的有机质含量达到40%,磷含量1.9%,钾含量1.1%,总养分最高达3.7%,养分含量接近国家有机肥料的标准。

3.3 生态园区废弃有机物综合利用和展望 北京城市发展目标是到2050年建成为经济、社会、生态全面协调和可持续发展的城市,进入世界城市行列。依托京郊良好的环境条件和资源条件,休闲农业和乡村旅游蓬勃发展,随之而来的是来源广、产量大、成分复杂的有机垃圾。和一般垃圾相比,有机垃圾还具有水分含量大、易腐烂以及N、P、K和其他微量元素含量丰富等特点^[23]。鉴于我国资源能源日益匮乏、环境不断恶化,而有机垃圾产量却以8%~10%的速度递增的现状,科研工作者致力于开发小型有机垃圾生化处理机,以实现自然界物质和能量的良性循环^[24]。

小容量垃圾堆肥处理方式是一种从源头减量的资源化方法,具有卫生安全、操作方便、适用性强等特点,虽然目前还存在着投料之前需要进行分选和调节、受季节和人们生活习惯的影响较大、垃圾的组成成分复杂等问题。但它能够实现垃圾的单独收集,便于清理、分类及其资源化利用,大大降低收集和运输的成本;同时堆肥产物通过与其他原料调配,可形成土壤改良剂、营养基质、生物有机肥等多种产品,使产品向系列化、专业化、功能化方向发展,因此具有广阔的开发前景。可以预见,随着经济、技术的发展,人们环保意识和国家环卫标准的不断提高,各类小型化、移动式、专用型的生化处理机在家庭、饭店、景点、码头、居民小区等有机垃圾产生源的地方将有着广阔的应用前景。

参考文献

- [1] 刘玉德,绳以健,石文天,等. 餐厨垃圾处理设备研究[J]. 北京工商大学学报:自然科学版,2011,29(6):69-72.
- [2] LAN Y J,LIU Y D,SHENG Y J,et al. The research of biological reaction food waste disposal equipment [J]. Applied Mechanics and Materials, 2012,109:65-69.
- [3] LIU Y D,LAN Y J,SHENG Y J,et al. Study on technology of food waste aerobic biological composting [J]. Advanced Materials Research, 2012, 490/495:3712-3716.
- [4] 李芳. 关于加强园林绿化废弃物资源化再利用的建议[M]//北京园林学会,北京市园林绿化局,北京市公园管理中心. 2008 北京奥运园林绿化的理论与实践. 北京:中国林业出版社,2008.
- [5] 王星,王德汉,张玉帅,等. 国内外餐厨垃圾的生物处理及资源化技术进展[J]. 环境卫生工程,2005,13(2):25-29.
- [6] 胡贵平,杨万,张广裕. 国内主要城市厨余垃圾处理进展[J]. 城市管理与科技,2006,8(6):267-272.
- [7] 许杰龙,张国霞,许玫英,等. 餐厨废弃物资源化利用的微生物技术研

- 究进展[J]. 微生物学通报,2011,38(6):928-933.
- [8] JONG IK PARK, YEOUNG-SANG YUN, JONG MOON PARK. Long-term operation of slurry bioreactor for decomposition of food wastes [J]. Bioresource Technology, 2002,84(1):101-104.
- [9] 韩涛,任连海,张相铎,等. 餐厨垃圾高温好氧堆肥小试研究[J]. 北京工商大学学报:自然科学版,2006,24(3):140-144.
- [10] 徐振同,冷如新,刘春来,等. 园林有机废弃物覆盖栽培技术及对土壤性状的影响[J]. 北京农业,2010(S1):39-42.
- [11] 张庆费,辛雅芬. 城市枯枝落叶的生态功能与应用[J]. 上海建设科技,2005(2):40-42.
- [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.
- [13] 尹守东,王凤友,李玉文. 城市污泥堆肥林地应用研究进展[J]. 东北林业大学学报,2004,32(5):58-60.
- [14] 丛璐,徐有宁,韩作斌. 生物质能及应用技术[J]. 沈阳工程学院学报, 2009,5(1):9-13.
- [15] 王静泉. 厨房食物垃圾处理器的研制[D]. 长春:吉林农业大学, 2005.
- [16] 石磊,赵由才,李兵. 小型有机垃圾生化处理机的开发与进展[J]. 中国沼气,2004(3):15-18.
- [17] 张显辉,张波,衣晓红. 餐厨垃圾处理方式探讨[J]. 环境科学与管理, 2006(1):141-142.
- [18] 席北斗,刘鸿亮,孟伟,等. 厨余垃圾堆肥蓬松剂技术研究[J]. 安全与环境学报,2003(3):41-45.
- [19] 张悠敏,张俊勇. 生活垃圾 Z-1ant 处理技术及其设备研制[J]. 同济大学学报,2001(10):1230-1233.
- [20] 日本农山渔村文化协会. 活性堆肥的制作和施用技术[M]. 尹林,王维琴,译. 北京:中国农业科技出版社,1994:104-118.
- [21] 吕子文. 日本绿化植物废弃物处置场见闻[J]. 园林,2012(2):32-34.
- [22] 梁金凤,吴建平,王胜涛,等. 果林修剪废弃物堆肥发酵技术研究[J]. 中国农技推广,2012(4):49-51.
- [23] FAHY PETER. Organic waste composting [J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 1996,58(2/3):2071.
- [24] 魏源送,李承强,樊耀波,等. 浅谈堆肥设备[J]. 城市环境与城市生态, 2000,13(5):17-20.

(上接第 10273 页)

发酵产沼气潜力较高,是一种非常好的沼气发酵原料,具有很好的经济开发价值。

表 4 不同原料的产沼气潜力

发酵原料	TS 产气潜力	TS 产气潜	文献
	ml/g(TS)	力倍数	
漆树籽残渣	594.29	-	-
小桐子壳	429	1.39	[8]
小桐子油枯	404.23	1.47	[9]
玉米秸秆	199.38	2.98	[10]
小麦秸秆	169.1	3.51	[11]
水稻秸秆	138.7	4.28	[12]
牛粪	218.48	2.72	[13]
猪粪	208	2.85	[14]
鸡粪	198	3.00	[15]

3 结论

(1)在中温 30℃下,采用全混合批量发酵工艺进行漆树残渣发酵,启动后第 3 天体系出现酸化,pH 为 5.5,延长了厌氧发酵的水力滞留时间(HRT);但在沼气微生物的自我调节下系统第 7 天恢复正常,开始正常产气。主要产气阶段集中在 10~45 d,最快产气阶段为 20~40 d;发酵 40 d 时累积产气 6 052 ml,产气速率达 84.64%。

(2)经 60 d 厌氧发酵后,漆树籽残渣厌氧发酵产沼气潜力为 594.29 ml/g(TS)或 615.84 ml/g(VS),具有较高的产沼气潜力,是一种很好的沼气发酵原料。发酵料液 TS、VS 降解率分别为 20.96% 和 15.20%,表明漆树籽残渣能被沼气发酵

微生物有效降解。

参考文献

- [1] 张鹏,廖声熙,崔凯,等. 我国漆树资源现状及产业发展前景展望[C]//第十四届中国科协年会第 6 分会场:林业新兴产业科技创新与绿色增长学术研讨会论文集. 中国科学技术协会学会学术部,2012.
- [2] 王成章,朱正明. 我国漆籽资源的现状及开发利用前景[J]. 林业科技开发,2001,15(1):9-11.
- [3] 张鹏,廖声熙,崔凯,等. 中国漆树资源与品种现状及产业发展前景[J]. 世界林业研究,2013,26(2):65-69.
- [4] 胡乙明. 漆树种子油的提取工艺及理化性质研究[D]. 长沙:中南林业科技大学,2010.
- [5] 刘荣厚,郝元元,武丽娟. 温度条件对猪粪厌氧发酵沼气产气特性的影响[J]. 可再生能源,2006(5):32-35.
- [6] 江蕴华,余晓华. 利用火焰颜色判断沼气中甲烷含量[J]. 中国沼气, 1983(3):28.
- [7] 张无敌,宋洪川,尹芳,等. 沼气发酵与综合利用[M]. 昆明:云南科技出版社,2004.
- [8] 张世敏,尹芳,张无敌,等. 小桐子壳发酵产气潜力的试验研究[J]. 林业实用技术,2009(2):51-52.
- [9] 施翔星,谢建,黄遵锡,等. 小桐子油枯厌氧消化产气潜力研究[J]. 可再生能源,2009,27(3):81-97.
- [10] 张翠丽,杨改河,卜东升,等. 温度对秸秆厌氧消化产气量及发酵周期影响的研究[J]. 农业环境科学学报,2008,27(5):2069-2074.
- [11] 楚莉莉,杨改河,张翠丽,等. 不同温度条件下农作物秸秆产气效率研究[J]. 干旱地区农业研究,2008,26(2):190-193.
- [12] 冯茵菲,邱凌,王晓曼,等. 葵盘、麦秆和豆秆中温厌氧发酵产气潜力及其特性研究[J]. 西北农业学报,2009,18(6):361-364.
- [13] 王丽丽,王忠江,梁俊爽,等. 20~30℃牛粪厌氧发酵产气特性的试验[J]. 东北农业大学学报,2006,37(6):791-795.
- [14] 张翠丽. 温度对厌氧消化产气特性影响研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2008.
- [15] 许洪伟. 不同温度牛鸡混合粪厌氧发酵性能的研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2007.