

社区有机循环培训教材



中国农业大学
China Agricultural University

社区堆肥技术指南

中国农业大学教授工作站
万科公益基金会

解民生之多艰
育天下之英才



前言

人类社会正走在城市化的路上，生活在城市的人们每天都会产生大量的有机废弃物，社区作为城市重要的组成单元，在推动城市绿色发展的作用愈发重要。为美化社区环境，人们经常化身辛勤的园丁去装点和绿化所居住的社区。这份指南将帮助人们以正确且环境友好的方法，在社区或自家庭院利用厨余垃圾和园林绿化垃圾等制作堆肥。对于公众来说，有机循环已经成为打造可持续社区和建设美丽家园的必然选择。

在绿色低碳循环发展的大背景下，绿色已成为今后社区发展的底色。随着我国城镇化进程加快，进入城市工作和生活的人越来越多，这意味着来自社区的厨余垃圾和园林绿化垃圾也会越来越多。自 2019 年以来，新的垃圾分类制度不但给社区居民生活带来了挑战，同时也给城市可持续发展提出了新要求。推动社区易腐垃圾和绿化垃圾的协同处理和肥料化利用，构建从“餐桌到土壤”的有机循环链，是推动“低碳社区”和“无废城市”的重要实践。因此，我们期望借助《社区堆肥指南》来推动社区有机废弃物处理利用的碳减排行动，助力我国早日实现碳达峰和碳中和。

世界观察研究所布朗博士曾指出，当今的全球文明是基于环境上不可持续的经济发展模式，若要维持人类社会的可持续发展，必须转向以可再生资源为基础，反复使用和循环利用的经济发展模式。为推动人类社会的可持续发展，世界各国均制定出台了与绿色低碳循环相关的法案。有机循环作为生态系统的基本功能之一，促进有机废弃物资源化利用不仅要依靠各级政府，而且要借助社区物业和居民的力量，只有三方通力协作才能做好有机废弃物的分类投放、分类收集、分类运输、分类处理和循环利用，最终构建社区生态系统的有机循环链，实现变废为宝。我国出台的《循环经济促进法》、《固体废物污染环境防治法》和《生活垃圾处理技术指南》等规范了有机废弃物的集中处理利用，但是目前尚无

专门针对社区有机废弃物就地处理和循环利用的规范。

鉴于我国社区有机废弃物就地处理利用仍处于起步阶段，若大家准备利用有机废弃物制作堆肥，要如何做好生活垃圾分类？如何减少堆肥过程恶臭气体产生和抑制病原菌的传播？如何判断所得堆肥是否腐熟？本指南都给予了清楚的解答。垃圾分类会直接影响堆肥产品的质量和安全，并不是所有的有机废弃物都能在社区场景下进行堆肥处理和循环利用。社区堆肥若操作或管理不当，还可能损害周边的环境质量，尤其是在温室气体和臭气排放、土壤退化以及地下水污染等方面，增加地方和社区环境卫生管理的难度。

社区堆肥与有机循环需要正确的操作与管理，要想以环境友好的方式开展社区堆肥，就必须遵循因地制宜的实践原则。作为可持续社区的推动者，我们希望为所有参与社区堆肥和有机循环的人们提供清晰明确的技术指导，同时为社区废弃物管理者提供决策参考。本指南内容包括社区堆肥的有机废弃物非强制通风静态工艺操作和管理过程中所涉及的垃圾分类、原料选择、预处理、堆肥操作、环境卫生与安全、工具与设施、腐熟判定及其产物使用等。

编制单位：中国农业大学有机循环教授工作站（万科公益基金会）

编制人员：李彦明 李国学 常瑞雪 罗文海 袁 京

李扬阳 王凌霄 刘 源 杜 涓 蔡岳池

刘佳琪 仰 颀 李明章 乔如陆 孟 欣

王 珏 武晓清

审定人员：李国学 李 季 谢 冰 周传斌 张雪华

谭中欣 王 选

目 录

01 社区堆肥技术概要.....	1
02 做好社区垃圾分类.....	3
2.1 保护生活环境和身体健康.....	3
2.2 推动资源再生和循环利用.....	3
2.3 降低垃圾处理的社会成本.....	3
03 社区堆肥的优势.....	4
04 社区内可用堆肥原料.....	6
4.1 适合的物料.....	6
4.2 需要注意种类和用量的物料.....	7
4.3 不宜使用的物料.....	7
4.4 禁用的物料.....	8
05 环境卫生与安全.....	9
06 社区堆肥设施及工具.....	10
6.1 设施及要求.....	10
6.2 常用工具.....	11
07 社区堆肥操作及要求.....	12
7.1 堆肥物料的调配要求.....	12
7.1.1 含水量.....	12
7.1.2 氧气.....	12
7.1.3 碳氮比.....	13
7.1.4 温度.....	13

7.2 堆肥操作流程.....	14
7.2.1 原料预处理.....	14
7.2.2 堆肥物料调配.....	14
7.2.3 使用添加剂.....	14
7.2.4 搭建堆肥堆.....	15
7.2.5 表层堆肥和覆盖.....	15
7.3 加快堆肥腐熟的方法.....	16
08 社区堆肥腐熟判断与利用.....	18
8.1 社区堆肥腐熟判断.....	18
8.2 用作有机肥料.....	20
8.3 用作土壤改良剂.....	20
8.4 用作基质.....	21
09 相关术语.....	22

01 社区堆肥技术概要

社区有机废弃物堆肥要遵循因地制宜和绿色低碳循环的原则，坚持政府、物业和居民三方协作，通过精准分类、合理选址、规范操作等措施，通过社区堆肥和有机循环推动垃圾源头减量，建设美丽家园。

① 选址时优先选择土地裸露、采光通风良好且位于下风向的场所；避开有石头、混凝土或者沥青铺装的地方，以及易积水的洼地，最好使堆体底部直接接触土壤。

② 在平整的土地上，先铺撒一层 10-20cm 厚的绿化垃圾等粗粒物料（也可用腐熟堆肥替代），然后再将混合均匀的细粒（粒径 $\leq 5\text{cm}$ ）物料平铺其上，如粉碎后的园林修剪枝、落叶、草屑、厨余垃圾等。

③ 去除杂物后的堆肥原料须彻底破碎并充分混合均匀，原料的种类越多越好。

④ 在新的堆肥原料中添加一定数量有机质丰富的森林土、花园土或腐熟堆肥作为“微生物接种剂”。

⑤ 堆肥微生物处理有机废弃物时需要保持一定的水分，最好使堆体物料一直处于像海绵拧干水后的状态。

⑥ 切忌一次性投加过多含水量高的堆肥原料，否则易导致堆体内部厌氧，产生大量恶臭气体。。

⑦ 含有肉类、骨头或熟食等较多的厨余垃圾易滋生蚊蝇，吸引猫、狗、老鼠等，宜在堆体温度超过 60°C 后，将其埋入堆体高温区，并与高温物料充分混匀。

⑧ 确保堆体处于良好的通风状态：

- ▶ 合理调配粗细物料比例并充分混合；
- ▶ 合理设置堆肥设施通风孔的数量和位置；
- ▶ 若不得已在铺装地面上进行堆肥操作，可底部铺设一层木屑或透气砖等，确保底部空气流通。

⑨ 堆体高度下降超过 10cm 后应进行翻堆操作，这有助于重塑堆体内空气流通的微孔结构，以及物料的破碎与匀质化。翻堆时可将腐熟堆肥同步筛出，并将筛上物回流至未腐熟的堆体中。

⑩ 可将腐熟堆肥或粉碎好的木屑、落叶等覆盖在新建堆体的顶部，这有利于堆体保温，提高无害化程度，还可控制臭味传播。

02 做好社区垃圾分类

垃圾分类是国家绿色发展的必然路径，需要全民参与。社区垃圾分类能促使居民厉行节约、避免铺张浪费，养成良好的低碳生活方式，从而促进社区生态文明与美丽和谐家园建设。

2.1 保护生活环境和身体健康

生活垃圾若分类处理不当，特别是易腐烂的厨余垃圾，易滋生大量蚊蝇和病菌，严重污染空气、土壤和水体，甚至威胁人类身体健康。做好垃圾分类在最大程度上减少可回收垃圾造成的污染，保证垃圾分类处理的正常运行有助于后续无害化处理和资源化利用，促进生态环境的和谐发展，保障人们的身体健康。

2.2 推动资源再生和循环利用

垃圾分类能够分出生活垃圾中的可回收利用部分，如塑料、玻璃等，循环利用这些可回收物质可以减少焚烧或者填埋的生活垃圾数量，从而节约不可再生资源，促进人类社会和社区可持续发展。垃圾分类后，含有大量有机质和氮磷等养分的厨余垃圾，通过一定处理能够转化为可利用的清洁能源和有机肥料。

2.3 降低垃圾处理的社会成本

居民日常生活中产生的垃圾种类多、数量大，如果不进行垃圾分类，会增加垃圾收集、运输的负荷，增加后续处理难度和处置成本。进行垃圾分类能够促进社会资源的合理配置、实行垃圾分类处理、促进分质利用，提高垃圾的综合利用率、降低垃圾处理成本。

03 社区堆肥的优势

有机废弃物堆肥已成为世界各国民众关注的焦点，大致可将开展社区堆肥的好处归纳为以下六点：

第一，降低对填埋与焚烧的依赖，减少温室气体排放。

传统废弃物处理方法已经不能满足当今环境保护的新要求，被填埋的垃圾在缺氧的情况下分解会产生大量导致气候变化的温室气体（主要是甲烷）、臭气以及渗滤液等，进入大气后导致全球变暖，甚至污染周边土壤和水体环境。而垃圾焚烧则会产生大量有害的气体和灰烬。堆肥化是一种模拟自然界有机物分解的方法，实现生活垃圾无害减量的同时，还能获得对土壤改良和植物生长有用的产品。因此，社区堆肥是一个公众参与生活垃圾源头减量的可选途径。

第二，促进营养物质回归土壤，促进植物健康生长。

城市社区的土壤相对贫瘠，质地普遍较差。厨余垃圾和绿化垃圾富含大量的养分资源，并含有重要的维生素和矿物质，堆肥产品中含有丰富的有机质，以及氮、磷和有效微量元素等营养物质，回归土壤生态系统后，可被植物吸收利用。施用堆肥后可改良土壤结构与质地，同时土壤有机质增加，能提升土壤的保水、保肥和透气性能，可为植物生长营造适宜的环境，减少水土流失，从根本上提高和改善社区土壤质量，造福整个社区生态系统。

第三，减少对社区绿化的农药和化肥的需求。

施用堆肥不仅能增加土壤肥力，而且能提高植物对病虫害的抵抗力，从而减少对农药的需求。另外，堆肥属于缓释型肥料，其中的各种物质会以不同的速率矿化分解，营养物质释放缓慢且长效，而不像化肥释放太快。堆肥比化肥的营养成分丰富，能有效增加并保留土壤养分，可大大减少对化肥的需求量。

第四，提升土壤生态系统的生物丰富度。

土壤健康事关整个社区绿化园区微生态系统的稳定性。施用堆肥能

丰富对土壤和植物有益的生物和微生物的多样性。堆肥对土壤的作用，类似于人体内的益生菌，能抵抗疾病，维持我们的生命和功能。同样，土壤也需要培育一群有益的有机体，它们可以分解物质，改善土壤结构，并为植物创造出适宜的环境。堆肥含有大量的有益生物，微生物、藻类、苔藓、蚯蚓和昆虫等土壤生物也发挥着非常重要的作用，它们能够共同促进土壤中的营养元素活化，将动植物残体中的有机物质分解转化为腐殖质，同时改善土壤通气透水性。土壤有机质含量越高，土壤生物的多样性和含量就越丰富。

第五，消除有机废弃物中的有害生物传播和环境污染。

有机废弃物好氧堆肥过程会产生 50℃以上的高温，可将有机废弃物携带的各类病菌、虫卵、杂草种子等有害生物灭杀，避免有害生物传播造成卫生安全风险，消除蚊蝇滋生问题。腐熟良好的堆肥可在不使用农药控制的情况下减轻植物的土传病害。好氧堆肥过程可利用微生物将含致臭物质的有机物快速分解转化，避免恶臭传播造成二次环境污染。

第六，促进社区的环境美化和有机循环。

社区作为人们日常生活的重要场所，绿化美化净化一直是社区生态文明建设和绿色可持续发展的重要工作。社区绿化的主体就是绿色植物，而绿色植物在美化环境和净化空气中具有重要的功能和作用。遵照社区堆肥和有机循环规范，让废弃物从垃圾分类设备到堆肥装置，再以肥料的新形式流向社区的绿化区，能够实现有机物在社区内部以最短的距离循环流动，培育出肥沃的土壤，通过从土壤中来-到土壤中去的有机循环促进社区进入低碳排放甚至零碳排放模式，达到垃圾的减量化和资源化的目的。

04 社区内可用堆肥原料

理论上任何含有可降解有机碳的物质都可以进行堆肥，但并不是所有有机物料都适宜于社区堆肥。下文分别列出了适合以及不适合社区堆肥的物料。

4.1 适合的物料

修剪废草：新鲜草屑的含氮量和含水量很高，易腐烂变质；直接作为堆肥原料，易出现厌氧产生甲烷以及其他臭气。因此建议风干后再使用，或者掺混其他结构较好的物料，如堆肥成品、干树叶、林木碎枝、木屑等。

修剪枝条：绿化养护产生的林木枝条难以直接用于社区堆肥，需要用修剪机或粉碎机进行预处理和粉碎，粒径控制在 6 cm 以下即可，添加到堆肥物料中可提高堆体的透气性。

树叶：枯枝落叶是社区绿化中最容易收集到的适宜堆肥的物料之一，堆肥前所有树叶应先粉碎。适合堆肥的树叶包含梨果及核果树叶、槐树叶、栎树叶、枫树叶、椴树叶、柳树叶、白蜡树叶、花楸树叶、赤杨树叶、普通榛树叶等。但是有些种类的树叶难以分解，例如：银杏叶、橡树叶、栗树叶、杨树叶、桦树叶、梧桐树叶、山毛榉叶、核桃树叶、云杉树叶、金合欢树叶等。这类树叶（尤其是橡树叶）在分解的过程中会释放出导致堆肥酸化的单宁酸，建议在堆肥时添加适量的石灰或粘土矿物（膨润土）。

厨余垃圾：菜帮菜叶、瓜果皮壳、鱼骨鱼刺、剩菜剩饭、茶叶渣、咖啡渣、调料、过期食品等，此类物料使用前要先除杂。

关于厨余垃圾的提示：非蔬菜厨余垃圾（肉类、香肠、鱼屑、骨头）不建议直接用于社区堆肥，避免堆肥过程因管理不善或操作不当而无法达到满足环境卫生的无害化要求；此类原料若要进行社区堆肥，需先进行粉

碎处理，在堆体温度超过 60 °C 后，再将其埋入堆体高温区，并与高温物料充分混匀，同时要防止啮齿动物和害虫对堆体的破坏。

4.2 需要注意种类和用量的物料

纸张和硬纸板：少量的报纸或厨房用纸可用于堆肥。有些纸质材料会含有不利于堆肥发酵的添加剂，因此建议优先投放至可回收垃圾桶，促进纸制品回收利用，如报纸等印刷纸，以及包括水果蔬菜或鸡蛋等托盘在内的硬纸板。

宠物垫料：植物性垫料（例如木材或稻草垫料）可直接用于堆肥。颗粒状垫料不可以用于堆肥，除非有可生物降解的特别说明。兔子、仓鼠、鸟类等宠物的垫料应与稻草和木质堆肥物料充分混合。社区堆肥不建议使用狗和猫等食肉宠物的垫料和排泄物。

草木灰：在社区堆肥过程中，可加入少量生物质原料燃烧所产生的草木灰，以补充矿物成分和调整混合物料酸碱度。草木灰应与其他物料充分混合，但是不宜大量使用。

4.3 不宜使用的物料

入侵植物，如葎草、黄顶菊、铜钱草等
刚打过除草剂（复合产品）的修剪废草
经处理的木材和刨花板
抽油烟机油泥
消毒纸巾
一次性纸尿裤
淤泥（排水沟、池塘、沟渠、湖泊等清淤底泥）
煤渣、炉灰
真空吸尘器袋
玻璃、金属、塑料以及复合材料
建筑废弃物及砂浆
油污及油漆残留物

4.4 禁用的物料

在社区堆肥操作时，要严防止有害垃圾混入堆肥原料，若发现堆肥原料中混入了有害垃圾，应立即弃用这些原料。

- ▶ 有枯萎病的番茄和马铃薯
- ▶ 生长期因枯萎病迅速死亡的植物，如紫菀、草莓和西红柿等
- ▶ 有枯萎病的覆盆子
- ▶ 有根肿病的卷心菜
- ▶ 有白腐病的球茎和块茎
- ▶ 带珊瑚斑病的枯枝
- ▶ 有火疫病的苹果树枝、梨树枝、栒子属植物树枝、红白山楂树枝以及花楸树枝等

植物的病株和被污染的废弃物都应放入其他垃圾分类桶，或直接送到集中式堆肥厂。

05 环境卫生与安全

社区易腐垃圾包含肉类蛋白以及动物性的脂肪类物质，腐败后的垃圾中会含有大量的致病菌（如沙门氏菌、肉毒梭菌、金黄色葡萄球菌等）、霉菌及其产生的毒素。若处置不当，可能会导致某些疫病的感染或传播，如疯牛病、口蹄疫、禽流感等，威胁人类健康；同时腐败过程中经微生物发酵会产生如硫化氢、氨气等强烈刺激性气体，这些气体可能对人和动物的呼吸道黏膜产生刺激作用，引发呼吸道疾病。

堆肥过程中物料被微生物降解会产热升温，适当的高温条件可以有效减少臭气排放、杀死病虫害卵、灭活杂草种子，消除污染气体、渗沥液和病原微生物等带来的安全风险。堆肥产品施入土壤还可以有效抑制植物土传病害，改善土壤的微生物构成。因此，采用环境友好的正确的堆肥操作，提高有机废弃物堆肥过程的无害化程度，对确保社区居民和植物的健康至关重要。

注意：

- ① 相对较小的堆体难以通过高温实现对所有物料的彻底无害化，不能有效杀灭所有的动植物病原菌、害虫及虫卵、杂草种子等，可通过多次翻堆来提高无害化程度。
- ② 社区堆肥的无害化要求：在充分翻堆的情况下，堆体温度 $\geq 50^{\circ}\text{C}$ 且连续维持 10 天以上，或堆体温度 $\geq 60^{\circ}\text{C}$ 且连续维持 7 天以上。
- ③ 一般来说，有机废弃物及其堆肥对人体是无害的，可能对部分过敏体质和免疫系统较弱的人是有风险的，建议此类人群避免参与社区堆肥过程。

06 社区堆肥设施及工具

6.1 设施及要求

适合于社区内堆肥的设施主要有堆肥箱、堆肥袋、堆肥桶等，应用较多的是堆肥箱，堆肥箱结构简单、能够与空气较好接触，可以对社区居民产生的厨余垃圾以及园林垃圾进行堆肥。堆肥箱根据材质、形状的不同有多种分类，如木制堆肥箱、金属丝网堆肥箱、塑料堆肥箱等。



使用堆肥箱进行堆肥能够更好地混合物料，储存单批物料或粗结构物料，以及更好地翻堆。在社区内堆肥建议使用体积约为 1 m^3 左右的木质堆肥箱。



6.2 常用工具

在社区堆肥过程中，除了选择合适的堆肥设施，还需要一些基本工具来辅助完成堆肥。

- 1) 原料预处理器具：如园林修枝剪刀、破碎机等对原料进行粉碎；
- 2) 原料搬运工具：如铁锹、推车等，将原料转移至堆肥设施内；
- 3) 劳保防护用具：如手套等；
- 4) 混合、翻堆工具：如铁锹、铲子等对物料进行调配、混合以及后续堆肥过程中进行翻堆；
- 5) 接种剂或熟料等：在堆肥时进行添加。



07 社区堆肥操作及要求

7.1 堆肥物料的调配要求

有机废弃物的好氧堆肥发酵过程是由微生物主导完成的，因此，满足微生物的生长条件非常重要。为了让有机物更高效快速地降解，达到稳定化，我们需要使堆肥物料的含水量、通风供氧、堆肥温度、营养物质等条件维持在合适的范围内。

7.1.1 含水量

水分对堆肥微生物的生长非常重要，堆肥初始物料最适宜的含水量为 50%-60%，此条件有利于微生物对有机物质的降解。在社区堆肥操作中，需根据物料的实际情况进行水分调整。初始物料含水量过低或过高，都难以满足堆肥好氧微生物的生长需要，若低于 40%，极易导致堆肥发酵失败或腐熟期延长，建议直接补加水分，或增加厨余垃圾等高湿物料的投加量；若高于 70%，好氧微生物生长将受到抑制，并且会产生恶臭气体，建议回流部分腐熟堆肥，或提高干草或枯枝落叶等园林废弃物的投加比例。

在堆肥发酵过程中，应根据实际情况做好水分管理。若发现物料出现过干的现象，应及时补充水分，避免堆肥失败；若发现物料结块或过湿，应及时进行翻堆或回流堆肥成品，或者投加园林剪枝、落叶等干物料。建议堆肥场所采取一定的防水防雨防渗等措施。

通常情况下，可用以下方法判断堆肥物料含水量：首先用手抓取一把物料，握紧后若有水滴下，可判定物料含水量大于 70%；松开手后，若物料直接散开，可判定物料含水量小于 40%，若物料成团且轻摇即散开，则可判定该混合物料含水量在 50%-60%。

7.1.2 氧气

氧气是好氧微生物生长所必需条件。若堆体物料内的氧气浓度低于

5%时，就会出现严重的局部厌氧现象，厌氧区就会大量产生氨气、硫化氢等恶臭气体，以及甲烷等温室气体。因此，为保证堆肥堆体物料处于良好的好氧环境，建议参照以下条件：①使用透气、排水功能良好的堆肥容器或装置；②要将堆体高度控制在 1.5 m 以下，宽度控制在 4 m 以内；③要将堆肥原料的粒径控制在 2 mm-60 mm 的范围，保证既有粗颗粒的结构性物质，细颗粒物质又有利于堆肥快速降解腐熟；④通过定期翻堆重塑堆体结构，保证氧气的自由扩散，同时促进堆体内的多余水分散失，促进有机物质的快速降解和升温。

7.1.3 碳氮比

堆肥初始物料的碳氮比（C/N）最适宜的范围为 20-30。社区常见的适用于堆肥的富碳物料包括黄化的干草、树叶、园林剪枝、干花等；富氮物料主要有新鲜树叶、鲜草、果皮、菜叶、蛋壳、剩饭剩菜等。在社区堆肥实际操作中，建议采用体积比进行物料调配，富碳和富氮物料的比例按 1：1-1：2 混合即可。当然，在堆肥过程中最好还是根据原料的种类、粉碎度等实际情况进行 C/N 调节。

7.1.4 温度

温度是表征堆肥无害化程度的关键指标。在一定范围内，堆体温度越高，微生物的活性相对较高，有机物的分解速率越快。根据温度变化可将堆肥过程划分为升温期、高温期、降温期和腐熟期四个阶段，具体为：从室温升至 50℃为升温期，50℃以上为高温期，经过高温期后降至室温为降温期，之后被称为腐熟期。大家一定要记住，社区堆肥的高温期持续 10 天以上才能达到无害化要求。如果堆体温度过低，将大大延长堆肥腐熟所需时间，此时可以采取一定的保温措施，比如在堆体表面覆盖一层腐熟堆肥、干草树叶或者薄膜等。

7.2 堆肥操作流程

7.2.1 原料预处理

为确保堆肥顺利进行和产品质量，堆肥前应先进行除杂，挑出明显不适宜堆肥的物质，如玻璃、金属、橡胶、骨头、塑料、纤维、野草或入侵性植物，以及原料中含有重金属、有害病菌、寄生虫、抗生素的物质等。分选后需要对原料进行粉碎，以获得粒度合适的物料，缩短发酵时间，提高发酵速率。堆肥物料粒度越小，表面积越大，微生物新陈代谢越快，堆肥物的发酵速率就越高，一般建议物料粉碎粒径为 2mm-60 mm，这样可以保证堆体既有粗粒径的结构物质，又有能够快速降解的小粒径物质。

7.2.2 堆肥物料调配

堆肥初始物料的原料种类越丰富，所得堆肥产品的品质就越好。由于不同原料的营养成分差异大，建议将多物料按照一定的比例混合后再进行堆肥，同时还要将混合物料的水分、pH、C/N、氧气等因素调节到适宜的范围，既能有效缩短堆肥腐熟周期，又能减排温室气体和恶臭气体，还能消灭病虫害，最终得到安全优质的堆肥产品。例如，园林废弃物和厨余垃圾协同堆肥的最适宜比例为 1: 2（湿重比），在此基础上若能再投加 1 份腐熟堆肥，则可同时增加 1 份厨余垃圾的投加量。

7.2.3 使用添加剂

堆肥中使用的添加剂一般分为物理添加剂、化学添加剂以及生物添加剂，根据堆肥目的的不同，可以使用不同种类的添加剂。一般来说，厨余垃圾在储存和堆肥前期都会有一定程度的酸化，为了避免厨余垃圾酸化导致的堆肥进程缓慢的问题，我们通常可以加入一些碱性物质，如石灰。而如果想要控制堆肥过程中产生的臭气，可以加入沸石、膨润土、生物炭等。添加微生物菌剂可以改变微生物群落，使堆体快速进入高温期。从社区堆肥的经济性来说，厨余垃圾和园林废弃物协同堆肥已经可

以取得较好的效果，一般无需再加入特殊的添加剂。为加快堆肥过程，可适当添加发酵菌剂，当然也可用腐熟堆肥或者肥沃的园林土来替代。

7.2.4 搭建堆肥堆

在社区里，并非所有地方都适合作为堆肥的场地。我们要考虑到居民的接受度，选择远离居民区的下风向位置，防止堆垛和堆肥过程产生的臭气引起居民不适。目前社区堆肥采用的容器主要有堆肥箱、堆肥坑、堆肥桶等，包括动态堆肥和静态堆肥两种堆肥状态。社区内设置的堆肥容器应配备通风和排水功能，容器中的物料定期翻堆，为微生物正常生命活动提供足够的氧气，避免厌氧产生臭气。另外，我国北方冬季温度很低，堆体升温困难，因此可以在堆肥箱外设置保温层，或是采用地下膜堆肥。

对于堆体的搭建，首先需要把粗粒物料（如切碎的树杆和树篱碎块、树枝、多年生植物的茎和花）松散地堆积到大约 20 cm 的高度，以保障堆体的排水功能，同时保障空气流通。其次，铺上园林和厨房里产生的有机废弃物；再在表面撒上一层薄薄的土壤或腐熟物料；还应定时给物料补充水分，避免堆体过于干燥。堆体的宽度不宜小于 1m，高度不宜超过 1.5 m。由于居民对堆肥臭气敏感，应注意厨余垃圾与大量园林废弃物的比例，或添加园林废弃物或腐熟堆肥来实现对堆肥过程臭气的控制；也可在堆体顶部铺撒 10cm 的腐熟堆肥，来控制恶臭气体的传播。

7.2.5 表层堆肥和覆盖

表层堆肥和覆盖是一种特殊的有机废弃物利用方式。将植物枯枝落叶直接就地均匀铺散，与土壤长时接触 3-5 cm 的堆肥层在微生物的作用下逐渐分解，而表层覆盖物仍旧敷于表面。很多有机废弃物都可以用于社区表层堆肥，比如树叶、多年生植物的修剪碎片、草屑、被拔掉的野生草本植物等。物料的种类越多，堆肥层的营养就越丰富。在覆盖层中，微生物和蠕虫得以繁衍生息，它们可以将植物物料转化为腐殖质，

进而使土壤变得肥沃。土壤中的微生物越多，覆盖层分解地越快，进而为植物提供矿物质。这种覆盖物可以保护土壤，类似于混合针叶林，不受风、大雨淋溶和阳光下脱水的影响，可以保持土壤潮湿松软，并且还可以抑制杂草生长，保持地温。

对于栽培密集在社区绿化来讲，只有树木根部的一小部分有裸露的土壤。因此，表层堆肥和覆盖仅局限于在树木及灌丛的根部进行。同时，为了美观，可在最外层覆盖一层薄薄的木屑层。



表层堆肥和覆盖

7.3 加快堆肥腐熟的方法

微生物在堆肥化过程中对有机物质降解起主导作用，堆肥过程中每一个微生物群体都有适合自身生长繁殖的环境条件，并且分解某一种或某一类特定的有机物质。接种微生物可以提高堆肥初期堆体中有益微生物的总数，加速堆肥腐熟，且高温对消灭某些病原体、虫卵和杂草种子等效果较大，并能控制臭气的产生，增加堆肥成品中有益微生物数量。

目前应用的接种剂主要有三种：单一微生物菌剂，复合菌剂，有效的自然材料。其中单一的微生物菌剂包括专门降解纤维素、半纤维素、木质素、淀粉等功能微生物菌剂；复合菌剂则是多种单一菌剂以一定比例复配制成，其效果更佳，比如 VT1000 等商品菌剂；有效的自然材料主要是指腐熟堆肥、森林土、花园土和菜园土等，其中腐熟堆肥可以就地

取材，其具有比表面积大，结构性能好，富含土著微生物且方便易得等优点，是最佳的社区堆肥添加剂。

08 社区堆肥腐熟判断与利用

8.1 社区堆肥腐熟判断

判断堆肥腐熟程度需要合理统一的评估标准，根据堆肥腐熟度参数及指标的分析手段不同，堆肥腐熟度指标可以分为物理指标、化学指标和生物指标。在社区堆肥中，通常采用物理指标、化学指标和生物指标联合判断的方法。

(1) 物理指标

物理指标主要是通过观察堆肥的表观特征来确定是否腐熟，通常情况下可以从温度、颜色、气味、水分等方面进行判断。腐熟堆肥的主要表观特征为：①堆肥后期温度自然降低，堆肥腐熟后，堆体温度与环境温度趋于一致，不再发生明显变化，一般当堆体温度降至 40℃及以下，且温度维持一周以上不变时，则可认为堆肥达到腐熟；②堆肥原料具有难闻的气味，在运行良好的堆肥过程中，这种气味逐渐减弱并在堆肥结束后消失。堆肥腐熟后，堆肥产品具有森林腐殖土和潮湿泥土的气息，不再吸引蚊蝇；③不论原料的种类和性质如何，堆肥过程中堆料会逐渐发黑，腐熟后的堆肥产品呈深褐色或黑色。另外，由于真菌的生长，堆肥表面有时会有白色或灰白色菌丝附着；④腐熟后的堆肥产品呈现疏松的团粒结构，较为松散。



（2）化学指标

温度、气味和颜色难以定量表征堆肥过程中物料成分的变化，也就不易定量说明堆肥的腐熟程度。所以，常通过分析堆肥过程中物料的化学成分或性质以评价堆肥腐熟度。用来评价腐熟度的化学指标有：有机质含量、氨氮含量、腐殖化程度、C/N 和有机酸等指标。也可用堆肥浸提液进行测定，其中 pH 是较为适合社区操作的化学指标，用市售 pH 试纸即可完成测定（去一小把堆肥，加入 10 倍体积的纯净水，搅匀静置 10 分钟后用试纸条测定即可）。堆肥原料或发酵初期呈弱酸性或中性 pH 值一般为 6.5-7.5，腐熟的堆肥一般呈弱碱性，pH 值在 8.0-9.0 左右。但是 pH 值受堆肥原料的影响，只能作为堆肥腐熟的一个必要条件，而不是充分条件。

（3）生物指标

社区堆肥中常用的堆肥腐熟度生物评价指标有生物活性及种子发芽率等。未腐熟的堆肥含有植物毒性物质，对植物的生长有抑制作用，因此可用堆肥和土壤混合物中植物的生长状况来评价堆肥腐熟度。植物生长试验是评价堆肥腐熟度的最终和最具说服力的方法。具体操作步骤如下：

①选一个长宽高均为 10cm 的盒子，可用纸盒内衬塑料薄膜的方式替代；

②将堆肥装满盒子，灌入适量的水分，倒置后无水滴下即可；

③称取 0.5g 的白菜种子，然后均匀地播散在堆肥上方，并在种子下方铺撒一层薄薄的堆肥；

④将播种好的盆置于室外 3-7 天，如图所示。观察出苗情况，地上部和根系均长势良好，既可以判定为



无生物毒性。

总的来说，高品质的堆肥产品应呈深褐色或黑色，肉眼看上去粒径均匀，颗粒直径小于 1.3 cm，并散发芬芳的泥土气味。

8.2 用作有机肥料

堆肥可以用作有机肥料，但由于有机肥料原料来源广泛，有机肥料养分差别很大，不同品种肥料施用于土壤的效果也不同。根据不同质地土壤中有有机肥料养分释放转化性能和土壤保肥性能不同，应采用不同的施肥方案，提高作物对肥料的利用率。

砂土土壤肥力较低，有机质和各种养分的含量均较低，土壤保肥保水能力差，养分易流失。但砂土有良好的通透性能，有机质分解快，养分供应快。砂土应增施有机肥料，提高土壤有机质含量，改善土壤的理化性状，增强保肥保水性能。但对于养分含量高的优质有机肥料，一次使用量不能太多，否则容易烧苗，并造成速效养分流失，养分含量高的优质有机肥料可分底肥和追肥多次使用。也可深施养分含量低、养分释放慢的有机肥料。粘土保肥、保水性能好，养分不易流失，但土壤供肥慢，结构紧实，透气性差，有机质在土壤中降解缓慢。粘土地施用的有机肥料必需充分腐熟；有机肥料可早施，施用位置接近作物根部。

8.3 用作土壤改良剂

堆肥作为土壤改良剂，须考虑土壤肥力和植物生长需求。建议每年每平方米的施用量为：草地和多年生植物 1.5 kg，木本植物 1kg，蔬菜 1.5-2 kg；用于地表覆盖的厚度建议控制在 5 cm 左右，用作新开垦土地底肥时，每平方米施用量不宜超过 3kg。一般来说，施用的堆肥第一年只有 8%-12%的氮素对植物生长起作用。对于需要大量氮的植物，还需要施用氮肥以满足其需求。通常在初次施用后的两到三年内都需要配施氮肥和钾肥。堆肥产品一般呈弱碱性，可提高酸性土壤的 pH 值。长期施用堆肥，可满足社区绿化植物对微量元素的需求，并改良土壤。

8.4 用作基质

堆肥产品可用作绿化植物的无土栽培/育苗混配基质的原料，能节省大量的草炭资源。堆肥通常与其他物料混合作为盆栽基质使用，一般堆肥的体积添加比例为 1/5-1/3，这取决于植物种类和其他物料的添加量。用有机肥料的使用代替定期浇营养液，可减少基质栽培浇灌营养液的次数，降低生产成本。在植物生长期间，可追施堆肥产品浸泡后的液体（水肥体积比 10: 1），确保养分的持续供应。

社区绿化混配基质除堆肥外，可加入泥炭藓、珍珠岩或蛭石等，推荐比例为 25%堆肥、50%泥炭藓、25%珍珠岩或蛭石。用来种植盆栽草本植物和木本植物的基质中主要有等体积的堆肥、粗砂和泥炭藓或松树树皮碎片。为了增加包含松树树皮碎片的混合基质的持水力，通常会加入 10%体积的泥炭藓。杜鹃科盆栽作物的种植更适合有机质含量较高的混合基质，包括等体积的堆肥、泥炭藓和松树树皮碎片。

堆肥作为基质原料应用时，无需再额外添加微量元素，因为堆肥中的微量元素含量足以供给植物在盆栽中生长。植物生长在包含堆肥的混合基质中，在初期生长的 2-3 周内无需施加任何液体肥料。因为堆肥中有充足达到氮、磷、钾可以供应植物的早期生长，在这个时期只需做好水分管理。

09 相关术语

有机废弃物

指社区居民家庭生活过程产生的各种食物残渣、厨余垃圾和各类植物源残余物，以及市政设施产生的社区、公园及景观等园林绿化养护产生的废弃物。

堆肥化

指在人工控制条件下（水分、碳氮比等），利用微生物的分解代谢作用，使有机废弃物转化为适宜于回归土壤的产物的过程。

腐熟堆肥

指有机废弃物经堆肥化处理后所得的产物。

预处理

堆肥处理前对原料的除杂、破碎和掺混等处理过程，用于为后续堆肥发酵创造合适的条件。

无害化处理

利用高温好氧堆肥技术使有机废弃物达到卫生学要求的过程。

安全使用

有机废弃物堆肥作为肥料使用，应使社区绿化植物和周边环境没有危险，不受威胁。使其卫生学指标、施用量及注意要点满足居民健康生活的需要和要求。

基质

能够替代土壤，为植物生长提供适宜养分和条件，具备良好保水、保肥、通气性能和根系固着力的由有机物和无机物按一定比例混配的固体物质。