

ICS B
CCS

团 体 标 准

T/CAMA xxxx-xxxx

箱体覆膜式尾菜发酵技术规范

Technical Specifications for Box-Membrane Fermentation
of Vegetable Residues

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

湖北省农业机械学会 发布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由华中农业大学提出。

本文件由湖北省农业机械学会管理。

本文件主要起草单位：华中农业大学、湖北扬智生态环境工程有限公司、黄冈师范学院、武汉市农业科学院。

本文件主要起草人：[待定]。

本文件实施应用中的疑问，可咨询湖北省农业机械学会，联系电话：027-59750858，邮箱：zhangzeyun1996@163.com。

对本文件的有关修改意见建议请反馈至华中农业大学，联系电话：027-87282120，邮箱：aiping@mail.hzau.edu.cn。

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 场地与设施要求	3
4.1 场地选择	3
4.2 设备集成与处理流程	3
4.3 设备选型及要求	5
5 工艺流程与操作步骤	5
5.1 工艺流程	5
5.2 操作步骤	5
6 运行管理	7
6.1 关键参数控制	7
6.2 功能膜维护	7
7 成品质量要求	7
8 环境保护与安全生产	7
8.1 臭气控制	7
8.2 渗滤液处理	8

8.3 安全生产	8
9 记录与存档	8
附录 A	10
附录 B: 设备故障处理	11

箱体覆膜式尾菜发酵技术规范

1 范围

本文件规定了以尾菜为主要原料的箱体膜式发酵集成设备技术的术语定义、场地要求、设备设施、工艺流程、运行管理、成品质量、安全生产与环境保护等方面的技术要求。

本文件适用于农业生产、流通及加工环节产生的尾菜 (包括田间废弃物、采后净菜加工残叶残体、劣果烂果、豆渣、薯渣、果渣等) 自动化处理与资源化利用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件所参考的条款。其中, 注日期的引用文件, 仅该日期对应的版本适用于本文件; 不注日期的引用文件, 其最新版本 (包括所有的修改单) 适用于本文件。

GB 5084-2021 农田灌溉水质标准

GB 8978-1996 污水综合排放标准

GB 12348-2008 工业企业厂界环境噪声排放标准

GB 14554-1993 恶臭污染物排放标准

GB 18596-2020 畜禽养殖业污染物排放标准

GB 20287-2006 农用微生物菌剂

GB/T 5226.1-2019 机械电气安全机械电气设备第 1 部分: 通用技术条件

GB/T 19524.1-2004 肥料中粪大肠菌群的测定

GB/T 19524.2-2004 肥料中蛔虫卵死亡率的测定

GB/T 24449-2009 肥料中砷、镉、铅、铬、汞生态指标

GB/T 36195-2018 畜禽粪便无害化处理技术规范

DB13/T 5648-2022 畜禽粪便纳米膜覆盖好氧堆肥技术规程

HJ 2025-2012 危险废物收集贮存运输技术规范

NB/T 10158-2019 空气源热泵果蔬烘干机

NY/T 525-2021 有机肥料

NY/T 3442-2019 畜禽粪便堆肥技术规范

NY/T 3850-2021 设施果菜原位还田技术规程

CJ/T 52-2014 城市生活垃圾堆肥处理技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

尾菜 vegetable residues

指在蔬菜种植、采收、仓储、加工及流通等过程中产生的废弃部分,包括残根、残茎、烂叶、老叶、劣果、瓜藤等。

3.2

箱体反应器智慧堆肥系统 box-type intelligent composting system

指一种将物料置于特定结构的箱体中,顶部覆盖具有选择性分子透过的微孔功能膜,底部布置通风管道与高压变频鼓风机连接,采用中央控制系统(PLC)反馈调节送风量,通过液压气动控制功能膜与出料口的密封的控制系統。箱体反应器通过微正压环境、箱体保温、风量调控、PLC智慧控制的协同作用,形成反应器良好的微生物培养环境,对尾菜混合物进行静态高温好氧发酵的技术系统。

3.3

功能膜 functional membrane

指采用“牛津布——功能膜——牛津布”的对称结构,通过高分子牛津布内外层与中间膨体聚四氟乙烯(e-PTFE)复合成型的膜结构。三层复合结构确保织物的机械强度,凭借ePTFE膜微孔特性,实现防水、防腐及呼吸透气功能。

3.4

预处理区 pre-treatment area

指在尾菜进入箱体反应器主发酵之前,对其进行一系列物理处理的作业区域。通常包括对尾菜进行人工分选、破碎、压榨脱水、与辅料/菌剂混合搅拌等工序的场地。

3.5

陈化区 curing area

也称后熟区。指主发酵结束后,将半成品堆肥物料移出箱体反应器,进行二次发酵(陈化)的场

地。在此区域内,物料进一步稳定化、腐殖化,最终达到完全腐熟。陈化区应具备防雨、通风条件。

3.6

渗滤液 leachate

指在尾菜预处理及主发酵过程中,从物料中渗滤出来的高浓度有机废水。

4 场地与设施要求

4.1 场地选择

4.1.1 地形选择

工作区地形平坦,地势稍高,利于排水和机械作业。交通应相对便利、远离居民区与水源地 300m 以上,并位于当地主导风向的下风向,以减少对居民区的气味影响。

4.1.2 配套要求

场地应进行硬底化处理,并设置排水渠、渗滤液收集池或氧化塘。处理场地至少包括预处理区、设备区和陈化区。并做好防雨、防水、防渗和防火措施。

4.1.3 场地配电

场地应具备大型机械设备工作电源要求,电压等级为 380V,配有专业电力人员,应符合 GB/T 5226.1-2019 的规定,并做好防电安全措施。

4.2 设备集成与处理流程

以工艺流程为核心的设备流线集成系统构建了一条连续、单向的物料处理流水线。在人工进行初步分类筛选后,尾菜原料随后依次流经自动传送机、双轴剪切式破碎机、螺旋压榨脱水机、自动传送机、卧式搅拌机、螺旋提升机、箱体反应器后进行发酵。

4.2.1 温控设备集成

以中央控制系统为核心的控制与动力集成,该系统集成了对高压变频鼓风机的智能控制,可根据反应器内传感器反馈的温度和压力数据,调节通风模式和风量,以维持 55 ~ 75°C 的最佳发酵温度。

4.2.2 密封设备集成

系统集成了液压与气动执行机构,用于控制箱体顶盖和密封门,确保发酵环境的密闭性。所有设备由统一的 380V 工业电源供电,并集成了过载保护、急停开关等安全联锁装置。现场控制柜与手机

小程序的双模式接入, 实现了本地操作与远程监控的集成。

4.2.3 辅助设备集成

辅助设施集成为确保处理过程的环保性, 系统集成多项辅助设施。在预处理区与箱体反应器底部设置了渗滤液收集管网, 将高浓度有机废水导排至收集池或氧化塘, 实现废水统一管理并可回用。

4.2.4 功能设备集成

功能膜与箱体通过气压密封系统集成, 形成选择性透气的微正压空间, 这是从物理上隔绝臭气、维持反应环境的关键。整个处理场地进行了防渗硬底化处理并设有排水渠, 实现了雨污分离与收集。

4.2.5 装置处理流程

a) 人工筛选

剔除尾菜中的金属、石块、塑料等硬杂物。

b) 原料破碎

原料由自动传送机均匀输送进入双轴剪切式破碎机。经上料、咬合、剪切与撕裂至 0.2~1cm 粒径。螺旋压榨脱水机压榨脱水至含水率 70% ~ 75%。

c) 调节含水率

由自动传送机输送至卧式搅拌机。加入含水率低的高碳秸秆、菌渣辅料调理剂, 充分搅拌至含水率 60%, 直观体现为物料用手紧握不滴水, 扔下散开不成团。

d) 建堆

打开气压顶盖, 启动螺旋提升机, 将混合物料送入箱体反应器。侧梯查看物料堆积深度达到箱体温度传感器位置 20cm 以上位置, 停止输送。同时检查箱体布料均匀、平整情况, 确保物料压强一致。关闭气压顶盖, 打开密封门气压阀, 密封箱体。

e) 设置参数

打开控制柜, 设置控制模式和运行参数。打开鼓风机, 切换远方控制模式, 打开手机小程序, 完成现场设置与启停控制测试。检查气压密封与环境异味浓度, 通过箱体温度与外界温度差, 判断温度、压力传感器工作是否正常。

4.3 设备选型及要求

4.3.1 螺旋压榨脱水机

螺旋压榨脱水机应满足以下最低技术要求。设备的额定处理能力应不低于 1.0t/h。对于初始含水率 $\geq 90\%$ 的典型尾菜类物料,经脱水机处理后出料的含水率应 $\leq 70\%$ 。

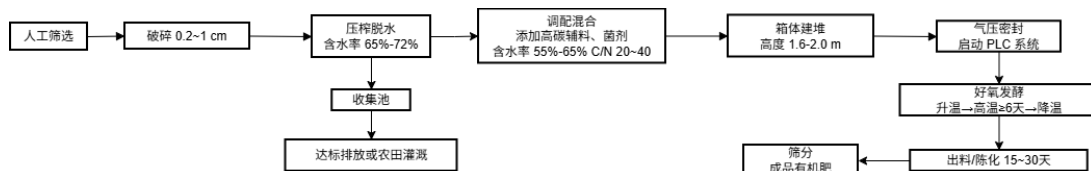
设备驱动电机的总功率配置应合规,其中主电机的功率不应低于 5.5kW,以确保产生足够的挤压力。压榨单元的压缩比设计须符合使用要求,以确保对物料形成逐级增大的挤压力,其数值推荐不小于 3:1。

4.3.2 螺旋输送机

螺旋输送机备的额定处理能力应稳定在 1.5t/h,主驱动电机功率配置须 ≥ 4.5 kW,以确保在高剪切力工况下不发生堵塞。螺旋轴的转速应设定在 22 r/min,其螺距从进料端的 250 mm 逐渐缩减至出料端的 180 mm,从而实现 3.8 : 1 的物理压缩比。

5 工艺流程与操作步骤

5.1 工艺流程



尾菜箱体膜式发酵典型运行操作流程

5.2 操作步骤

5.2.1 尾菜预处理

a) 破碎

使用破碎机将尾菜破碎至 0.5~1cm 的粒径,以增大比表面积,利于微生物分解和水分调节。

b) 脱水

采用机械压榨脱水,含水率降至 70% 左右。

5.2.2 物料调配

a) 调整水分

添加低水分的秸秆、均渣,调整发酵物料含水率 55%~65%。以手紧握物料,指缝间有水渍但不滴水为宜。过干将喷洒渗滤液或清水。过湿将添加更多干辅料。含水率应按 DB 13/T 5648-2022 方法测定。

b) 调节碳氮比 (C/N)

尾菜的 C/N 比值通常较低 (10~20:1),需添加高碳碳源将其调整至 20:1~40:1 的理想范围。C/N 比按 NY/T1975 方法测定。

c) 常用高碳辅料

粉碎的秸秆、稻壳、木屑、蘑菇渣、枯枝落叶等。

5.2.3 搅拌输送

打开自动提升机气动门,将调配好的混合物料均匀地送入箱体反应器。物料堆积高度 1.6~2.0m,不宜过高或过低。在输送过程中可分层均匀抛撒专用菌剂 (符合 GB20287 标准),以方便发酵过程中初始微生物群落的形成及繁衍。

5.2.4 气压密封与启动系统

a) 启动气压系统

通过通风后覆膜是否膨胀确保箱体密封,防止发酵冷凝水泄露、臭气外泄和热量散失。

b) 设置运行模式

通常采用“间歇式通风”模式,具体参数需根据外界温度、堆体温度变化和发酵阶段调整。设备应具备间歇通风功能,通风周期宜设置为 30~60min 运行,60~120min 停止,并可根据温度智能调节。

5.2.5 发酵过程

维持 55~75°C 的高温不少于 6d,以有效杀灭病原菌和杂草种子。随后温度逐渐下降,当连续下降至在 30°C 以下时,终止覆膜发酵过程。

5.2.6 陈化与后处理

当箱内环境温度稳定在 40°C 以下,发酵物料呈黑褐色、无恶臭、有泥土味时,主发酵阶段结束。打开气动密封门,将物料转移至陈化场次陈化发酵,一般陈化时间在 15~30d,使肥料发酵完全。陈化后进行筛分,去除大块杂质,得到粒径均匀的腐熟产品。

陈化时间宜为 15~30d, 直至发酵温度 $< 5^{\circ}\text{C}/24\text{h}$ 达到腐熟要求。

6 运行管理

6.1 关键参数控制

尾菜堆肥过程参数应按照表 1 的规定执行。

表 1 尾菜堆肥发酵关键参数要求及调控措施

参数	理想范围	调控措施
碳氮比 (C/N)	20:1~40:1	添加秸秆、木屑等 (调高), 或添加氮源如畜禽粪便 (调低)
含水率	55% ~ 65%	添加干料 (降低), 喷水或渗滤液 (增加)
温度	55 ~ 75 $^{\circ}\text{C}$ (高温期)	通过通风频率和时长调控
pH 值	6.5~8.5	通常可自然调节, 过酸可添加石灰
通风	$\text{O}_2 > 8\%$	优化风机间歇运行策略

6.2 功能膜维护

应避免尖锐物刺破或划伤膜体。定期清洁膜表面积尘, 保持良好的透气性。发现膜破损应及时用专用胶带修补或缝补。

7 成品质量要求

发酵制得的堆肥产品应符合 NY/T3442 的规定; 若作为商品有机肥应符合 NY/T525-2021 的规定。当产品用于农田还田时, 应符合 NY/T3442 对于非商品肥的肥效要求; 当作为商品有机肥销售时, 应符合 NY/T525 对商品肥的标准规定。

8 环境保护与安全生产

8.1 臭气控制

膜系统本身能有效控制臭气。应确保膜体密封良好, 厂界恶臭污染物浓度应符合 GB14554、HJ/T 240 等相关标准。

8.2 渗滤液处理

收集的渗滤液可回喷至新堆体作为水分和菌群补充,或经处理后达标排放。渗滤液排放应符合《农田灌溉水质标准》(GB5084)或当地排水标准。

8.3 安全生产

操作人员应佩戴手套、口罩等劳保用品。破碎机、风机等设备应定期检修,确保安全运行。风机、破碎机应设置急停开关;机械转动部分应安装防护罩;电控柜防护等级不低于 IP54;设备应具备过载保护与温度报警功能。

开机前检查设备各部件有无松动。检查润滑点,按时按量加注润滑脂。注意设备运行声音有无异常。观察设备振动情况。个人防护:包括安全帽、防护眼镜、手套、安全鞋等。

9 记录与存档

应有原始记录,且记录至少保存 1 年。

表 2 原始记录表

项目	记录内容 1	记录内容 2
进料量		
原料配比		
温度		
含水率		
风机周期		
氧气浓度		
发酵周期		
故障记录		
成品重量与检测报告		

本规范为通用性技术指导文件，在实际应用中需结合当地具体条件、尾菜种类和规模进行适当调整和优化。本规范同时用于劣果烂果、豆渣、薯渣、果渣高温好氧发酵与资源化利用。

附录 A: 常见问题与对策

表 A 规定了文件中发酵效果不好可能的原因及解决对策。

表 3 常见问题与对策

问题	可能原因	解决对策
升温慢或不升温	C/N 过高、水分不当、菌剂失效、通风不足	检查并调整 C/N 和水分；更换菌剂；增加通风频率
臭味明显	厌氧环境、C/N 过低导致氨挥发	检查膜密封和通风系统，增加通风；添加高碳辅料提高 C/N
物料过干	初始水分不足、通风过量	翻堆时补充水分或渗滤液；减少通风时长
蚊蝇滋生	膜密封不严、物料暴露	压实膜四周，确保完全覆盖；及时修复破损

附录 B：设备故障处理

表 B 规定了文件中设备故障可能的原因及解决对策

表 2 设备故障处理

故障	可能原因	解决对策
异常噪音	铁块、石块、塑料	严格禁止不可破碎的金属、石块等硬物进入破碎机
拱桥故障 搅拌故障	保持均匀、连续的进料，避免过载或空转 负载过大：投料过多、物料粘稠度太高、 底部有异物卡住。	打开透明观测窗，用木棍向下捅动物料，清理 计算粘性粉末物料与尾菜含水率，防止搅拌成团。
控制系统未显示 数据	无信号或传感器未插入	将天线置于控制柜顶部，增强环境信号，拔出传 感器后重新插入。