

团 体 标 准

T/LCH XXXX-XXXX

生物炭与草莓酸协同缓解香蕉枯萎病应用  
技术规范

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国长城绿化促进会

发布



## 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 材料要求 .....	2
5 应用操作 .....	3
6 田间管理 .....	4
7 效果评价 .....	5
8 安全与环保要求 .....	6

## 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。

本文件由广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所提出。

本文件由中国长城绿化促进会归口。

本文件起草单位：广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所。

本文件主要起草人：XXX。

# 生物炭与草莓酸协同缓解香蕉枯萎病应用技术规范

## 1 范围

本文件规定了生物炭与草莓酸协同缓解香蕉枯萎病的术语和定义、材料要求、应用操作、田间管理、效果评价、安全与环保要求。

本文件适用于广西行政区域内 pH 6.0 以下酸性连作蕉园的土壤改良及香蕉枯萎病绿色防控。

## 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必不可少的条款。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 2760-2021 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准
- GB/T 19587-2017 气体吸附 BET 法测定固态物质比表面积
- GB/T 12496.7-1999 木质活性炭 pH 值的测定方法
- GB/T 17664-1999 木炭和木炭试验方法
- GB/T 23376 食品中农药残留测定 气相色谱-质谱法
- NY/T 391-2021 绿色食品 产地环境质量
- NY/T 496-2020 肥料合理使用准则 通则
- NY/T 1109-2020 土壤中总氮、磷、钾的测定
- NY/T 1848-2010 土壤速效氮、磷、钾的测定
- NY/T 2336-2013 土壤酶活性的测定方法
- NY/T 295-1999 土壤阳离子交换量的测定
- NY/T 3021-2016 土壤微生物数量的测定 稀释平板计数法
- NY/T 1464 农药田间药效试验准则
- NY/T 2161 香蕉枯萎病防治技术规范
- DB45/T 2289-2021 抗（耐）枯萎病香蕉品种生产技术规程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**香蕉茎叶生物炭** banana stem and leaf biochar

以无病斑、无病原菌的香蕉茎叶废弃物为原料，经 500 °C 厌氧限温控速炭化 2 h 制得，用于改良蕉园土壤理化性质、调控土壤微生物群落结构的富碳固态物质。

### 3.2

**草莓酸** strawberry acid (SA)

韭菜化感物质 2-甲基-2-戊烯醛的衍生物，分子式为  $C_6H_{10}O_2$ ，无色透明液体，用于抑制尖孢镰刀菌菌丝生长和孢子繁殖的化感物质。

### 3.3

#### 协同缓解效应 synergistic mitigation effect

生物炭改良土壤环境与草莓酸直接抑菌的联合作用，通过改善土壤理化性质、提高土壤酶活性、优化微生物群落结构，实现对香蕉枯萎病的防控效果优于单一材料应用。

### 3.4

#### 病情指数 disease index

综合反映香蕉枯萎病发病程度的量化指标。

### 3.5

#### 防病效果 disease prevention effect

通过生物炭与草莓酸协同处理后，香蕉枯萎病病情指数降低的百分比。

## 4 材料要求

### 4.1 香蕉茎叶生物炭

#### 4.1.1 理化指标

香蕉茎叶生物炭的理化指标应符合表 1 规定。

表 1 香蕉茎叶生物炭理化指标

项目名称	指标	试验方法
pH	10.0~10.5	GB/T 12496.7
比表面积	$\geq 80.0 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$	GB/T 19587
阳离子交换量	$\geq 48.0 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$	NY/T 295
碳含量	$\geq 460.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$	元素分析法
钾含量	$\geq 42.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$	等离子体发射光谱法
粗灰分	$\leq 19.5\%$	GB/T 17664
粒径	$\leq 0.25 \text{ mm}$	

#### 4.1.2 安全要求

重金属含量应符合 NY/T 391-2021 中产地环境质量的限值规定，无明显机械杂质、无霉变、无异味。

#### 4.1.3 储存要求

密封储存于干燥、通风、避雨的仓库，防止受潮、结块，储存有效期 $\geq 6$ 个月，开封后 1 个月内用完。

### 4.2 草莓酸

#### 4.2.1 理化指标

草莓酸的理化指标应符合表 2 规定。

表 2 草莓酸的理化指标

项目名称	指标	试验方法
纯度	$\geq 98\%$	高效液相色谱法

项目名称	指标	试验方法
外观	无色透明液体, 无沉淀、分层、异味	目测
挥发性 (25 °C, 24 h)	≤5%	重量法
水溶性 (25 °C)	≥ 100 g/L	容量法

#### 4.2.2 制备要求

草莓酸在使用前应按下列要求进行配制与稀释。

- 可添加 ≤ 5% 食品级丙二醇作为稳定剂;
- 母液浓度为 10 mL · L<sup>-1</sup>, 采用无菌水或去离子水配制, 现配现用;
- 稀释后工作液应在 24 h 内用完。

#### 4.3 辅助材料

##### 4.3.1 稀释剂

采用无菌水或去离子水, pH 值 5.0 ~ 7.0, 无病原菌、无重金属污染。

##### 4.3.2 器具

施用与计量器具应符合下列规定。

- 计量秤精度 ≤ 0.1 kg, 移液管精度 ≤ 0.1 mL;
- 灌根器、喷雾器出液量误差 ≤ ± 5%;
- 器具使用前经 121 °C、30 min 灭菌或 75% 酒精消毒。

### 5 应用操作

#### 5.1 应用时期

应用分为土壤预处理期与田间灌根期两个阶段, 具体时间节点如下。

- 土壤预处理期: 香蕉幼苗移栽前 30 d, 施用生物炭进行土壤改良;
- 田间施用期: 移栽后 3 d 内首次灌根; 发病初期可补施。

#### 5.2 材料预处理

##### 5.2.1 生物炭

生物炭预处理应按下列要求执行。

- 使用前粉碎, 过 0.25 mm 标准筛;
- 土壤含水量低于田间持水量 60% 时, 按质量比 1: 0.5 加水预湿润, 搅拌均匀备用。

##### 5.2.2 草莓酸

按 4.2.2 制备母液, 根据田间施用需求, 稀释至终浓度 600 μL · L<sup>-1</sup>, 搅拌均匀后密封, 置于阴凉处暂存。

#### 5.3 施用量与施用比例

按蕉园 20 cm 土层土壤质量的 3% 施用, 不同土壤类型每公顷施用量换算公式:

$$\text{施用量 (t/hm}^2\text{)} = 3\% \times \text{土壤容重 (g} \cdot \text{cm}^{-3}\text{)} \times \text{土层厚度 (cm)} \times 10^4$$

折合参考值：砂壤土 6 067.5 t/hm<sup>2</sup>、轻黏壤土 75 t/hm<sup>2</sup> ~ 82.5 t/hm<sup>2</sup>。

### 5.3.1 生物炭施用量

生物炭施用量按土层质量比例计算，具体要求如下：

- a) 施用量为 0 cm ~ 20 cm 土层土壤质量的 3%；
- b) 施用量计算公式：

$$\text{施用量 (t/hm}^2\text{)} = 3\% \times \text{土壤容重} \times \text{土层厚度} \times 10^4$$

- c) 推荐用量：轻黏壤土 75.0 t/hm<sup>2</sup> ~ 82.5 t/hm<sup>2</sup>。

### 5.3.2 草莓酸施用量

#### 5.3.2.1 常规施用

土壤施用终浓度为 600 μL·L<sup>-1</sup>，每株香蕉幼苗单次灌根量 500 mL。

#### 5.3.2.2 补施

发病初期补施浓度仍为 600 μL·L<sup>-1</sup>，每株灌根 300 mL，间隔 7 d 施 1 次，连续 2 次。

### 5.3.3 协同比例

香蕉茎叶生物炭（3%土壤质量比）+草莓酸（终浓度 600 μL·L<sup>-1</sup>）为最佳协同应用比例。

## 5.4 施用方法

### 5.4.1 生物炭施用

生物炭应按下列方式施用。

- a) 平地蕉园：撒施后深耕 20 cm，混匀后灌溉；
- b) 坡地蕉园（坡度 ≤ 15°）：等高开沟 20 cm 深、30 cm 宽，施入后覆土灌溉，熟化 30 d。

### 5.4.2 草莓酸施用

5.4.2.1 采用灌根法，将稀释至终浓度的草莓酸溶液，通过灌根器缓慢浇灌于香蕉幼苗根围 20 cm ~ 30 cm 范围内，渗透至 20 cm 土层；灌根后用细土覆盖厚度 2 cm ~ 3 cm，减少挥发。

5.4.2.2 首次灌根后，每隔 4 d 灌根 1 次，连续施用 3 次为 1 个常规施用周期。

### 5.4.3 协同操作流程

协同防控应按下列流程执行：

生物炭预处理 → 撒施/开沟施 → 深耕混匀 → 灌溉 → 熟化 30 d → 移栽 → 草莓酸灌根（3 次） → 发病初期补施 → 常规田间管理。

## 6 田间管理

### 6.1 灌溉

协同处理后保持土壤含水量稳定在田间持水量的 60% ~ 70%，采用滴灌、沟灌方式，避免大水漫灌；草莓酸施用后 72 h 内，若遇降雨，雨后及时补施一次等量草莓酸溶液（每株 500 mL，常规施用）或 300 mL（补施），防止药剂流失。

## 6.2 施肥

生物炭施用后 30 d 内不施用铵态氮肥，后续施肥按 DB45/T 2289-2021 和 NY/T 496-2020 的规定执行，优先施用有机肥、缓控释肥，减少化肥用量，避免土壤酸化加剧。

## 6.3 杂草防治

采用人工除草或机械除草，及时清除蕉园杂草，避免杂草与香蕉植株争夺养分；禁止使用对土壤微生物有抑制作用的除草剂。

## 6.4 病虫害防治

遵循预防为主、综合防治原则，按 DB45/T 2289-2021 的规定进行香蕉其他病虫害防治；禁止使用广谱性杀菌剂，避免破坏土壤微生物群落结构。

## 6.5 植株管护

及时摘除病叶、黄叶并带出园外集中处理；严重病株拔除后，病穴撒生石灰 500 g 消毒。

## 6.6 轮作配套

采用香蕉与韭菜、大豆轮作（轮作周期 2 年~3 年），增强协同防控效果。

## 7 效果评价

### 7.1 评价时期

分别在协同处理后 6 个月、12 个月进行两次评价，以 12 个月评价结果为最终评价依据。

### 7.2 采样方法

#### 7.2.1 土壤样品

每块蕉园设 3 个重复小区，每小区面积  $\geq 200 \text{ m}^2$ ，采用五点取样法，采集 0 cm ~ 20 cm 根围土壤。

#### 7.2.2 植株样品

在采样对应的香蕉植株中，每个重复小区随机选取 30 株，共计 90 株，用于调查香蕉枯萎病发病情况。

### 7.3 评价标准

#### 7.3.1 防控效果指数计算

按式(1)计算生物炭与草莓酸协同防控香蕉枯萎病的防控效果指数。

$$E = \frac{D_s}{D_h} \times \frac{Y_p}{Y_p + Y_b} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$E$ ——防控效果指数（%）；

$D_s$ ——处理组香蕉枯萎病发病率抑制率（%）；

$D_h$ ——对照处理的香蕉枯萎病发病率抑制率（%）；

$Y_p$ ——香蕉优良产量 (kg/h m<sup>2</sup>) ;  
 $Y_b$ ——香蕉植株发病相关生物量 (kg/h m<sup>2</sup>) 。

### 7.3.2 防控效果分级

香蕉枯萎病防控效果根据防控效果指数 (E) 划分为 4 个等级, 分级标准见表 3。

表 3 生物炭与草莓酸协同防控香蕉枯萎病效果分级

项目	防控效果指数	防控分级
防控效果指数, $E$	$E \geq 80$	优效防控
	$60 \leq E \leq 80$	良效防控
	$40 \leq E \leq 60$	中效防控
	$E < 40$	低效防控

### 7.3.3 评价规则

蕉枯萎病防控效果评价规则按以下要求进行:

- a) 单地块/单一品种: 采用算术平均值分级;
- b) 多地块/多品种: 按种植面积加权平均后分级;
- c) 加权平均防控效果指数计算公式见式 (2):

$$\bar{E} = \frac{\sum_{i=1}^n (E_i \times A_i)}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- $\bar{E}$ , 加权平均防控效果指数 (%);
- $E_i$ , 第  $i$  个试验地块/品种的防控效果指数 (%);
- $A_i$ , 第  $i$  个试验地块/品种的种植面积 (h m<sup>2</sup>);
- $n$ , 试验地块 / 品种的数量。

## 8 安全与环保要求

### 8.1 安全操作

#### 8.1.1 人员防护

操作人员接触草莓酸时, 应佩戴橡胶手套、医用口罩、护目镜, 穿长袖工作服和胶鞋; 避免草莓酸直接接触皮肤、黏膜和呼吸道, 若不慎接触, 立即用大量清水冲洗接触部位, 出现不适症状及时就医。

#### 8.1.2 器具使用

施用器具专用, 使用后用清水冲洗干净, 晾干后妥善存放; 禁止用盛放草莓酸的器具盛放饮用水、食品等。

#### 8.1.3 材料储存

生物炭按 4.1.3 执行; 草莓酸密封储存于 25 °C 以下阴凉避光环境, 远离火源、热源, 与食品、饲料、化肥等分开存放, 储存区域设置警示标识。

### 8.2 环保要求

#### 8.2.1 材料施用

- 8.2.1.1 生物炭施用时避免扬尘，剩余生物炭密封保存。
- 8.2.1.2 草莓酸施用时均匀浇灌，防止药剂流入周边水体、农田，造成污染。
- 8.2.1.3 制备生物炭的香蕉茎叶需无病斑、无病原菌，废弃香蕉茎叶应全部制备为生物炭就地还田，实现农业废弃物资源化利用。

## 8.2.2 废弃物处理

- 8.2.2.1 生物炭包装材料、草莓酸容器等分类回收。
- 8.2.2.2 实验废弃土壤、病株残体经高温灭菌或生石灰消毒后，深埋处理（深埋深度 $\geq 50$  cm）。

## 8.2.3 污染防控

蕉园周边设置排水沟和生态缓冲带，防止灌溉水、雨水携带药剂和病原菌污染周边环境；禁止在饮用水源地附近清洗施用器具和处理剩余材料。

## 8.2.4 安全间隔期

香蕉采收前 15 d 内禁止施用草莓酸。

---