

ICS 65.080

CCS B13

**T/SSSC**

中 国 土 壤 学 会 团 体 标 准

T/SSSC 0 —2025

# 生物炭基微生物菌剂与酸化土壤改良技术 规程

Technical specification for the creation of biochar-based microbial inoculants and the improvement  
of acidified soil

(征求意见稿)

2025 - 0 - 发布

2025 - 0 - 0 实施

中国土壤学会 发布

## 目次

前言.....	II
1 范围.....	2
2 规范性引用文件.....	2
4 生物炭及炭基微生物菌剂选用.....	3
5 酸化土壤地块选择.....	3
6 施用前准备.....	4
7 施用技术.....	4
8 改良效果监测评价.....	5

## 前 言

本标准按照GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》编写。

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。

本文件由中国土壤学会提出并归口。

本标准起草单位：南京农业大学、江苏省耕作质量与农业环境保护站、中国科学院南京土壤研究所

本标准主要起草人：李荣、沈其荣、仇美华、陶成圆、刘红军、张建、王超、曹昊、魏子豪。

# 生物炭基微生物菌剂与酸化土壤改良技术规程

## 1 范围

本文件规定了生物炭基微生物菌剂及酸化土壤改良技术规程的术语和定义,涉及生物炭及炭基微生物菌剂选用、地块选择、施用技术、改良后监测评价等要求。

本规程适用于江苏省内轻、中度酸化土壤改良及肥力提升。

## 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 5084-2021	农田灌溉水质标准
GB 15618-2018	土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)
GB/T 14848-2017	地下水质量标准
NY/T 3041-2016	生物炭基肥料
NY/T 525-2021	有机肥料
NY/T 1980-2018	肥料和土壤调理剂 急性经口毒性试验及评价要求
HJ710.1~11-2014	生物多样性观测技术导则 陆生维管植物
20141782-Q-326	农用微生物菌剂(同期起草标准文件)
DB21/T 3321—2020	生物炭分级与检测技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 农用微生物菌剂 Microbial inoculants in agriculture

目标微生物(有效菌)经过工业化生产扩繁后加工制成的制剂。其可直接或间接改良土壤、恢复地力,维持根际微生物区系平衡,降解有毒、有害物质;应用于农业生产,通过其中所含微生物的生命活动,增加植物养分的供应量或促进植物生长、改善农产品品质及农业生态环境[20141782-Q-326]。

### 3.2 生物炭基微生物菌剂 Biochar-based microbial inoculants

根据生物炭具备高孔隙率、保水性,且含大量对微生物细胞的粘附和增殖有效的官能团等特点,将其作为载体材料与筛选所得功能性菌株发酵后菌液复配后制成的活菌肥料。

该组合既增强接种微生物在土壤和植物根系中的持久性、存活和定植，也有效促进植物生长并修复土壤。

### 3.3 生物改良 Biological improvement

综合利用微生物肥料、有机肥和秸秆等生物资源,或通过种植绿肥、耐盐植物等技术方法,使土壤的物理和（或）化学性质及（或）其生物活性得到改良，并能够适应特定用途的过程。

## 4 生物炭及炭基微生物菌剂选用

### 4.1 生物炭选取

黑色，颗粒或粉末状，均匀，无肉眼可见机械杂质。生物炭的技术指标应符合 DB21/T 3321—2020 生物炭分级与检测技术规范中 I 级或 II 级生物炭的要求。生物炭粒度由供需双方协商确定。详见附录 A。推荐优先选用 I 级生物炭。选用 II 级生物炭时，生物炭的技术指标应同时符合 GB 15618-2018 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）中农用地土壤污染风险筛选值要求。

### 4.2 耐酸促生微生物菌种资源选择

耐酸菌为一类能够在 pH 5.0 及以下的极端酸性环境中生存的微生物，以  $\text{pH} \leq 5.0$  的培养环境初步筛选出耐酸菌种后进行功能筛选，常用的微生物菌种按功能分类可参考附录 B 执行。此外，所选的耐酸促生微生物须按 20141782-Q-326 农用微生物菌剂（同期起草标准文件）规定执行，采用的微生物菌种应安全、有效。且功能菌种应具备分类鉴定报告及鉴定依据等完整资料。生产者应提供菌种安全性评价资料。采用时应具有允许大面积释放的生物安全性有关批文。可参考当地土壤性质和作物生产需求

### 4.3 生物炭基微生物菌剂技术指标

生物炭基微生物菌剂制备技术即将生物炭作为载体材料吸附有益微生物。制备炭基微生物肥料生物炭基微生物菌剂产品的技术指标见附录 C，生物炭基微生物菌剂产品中无害化指标见附录 D。

## 5 酸化土壤地块选择

### 5.1 酸化土壤酸性程度分级

根据 pH 值，将酸化土壤划分等级为“极强酸性、强酸性、中酸、弱酸性、微酸性”。具体分级标准见附录 B。

## 6 施用前准备

### 6.1 整地

农田内杂草拔除后整地平畦，使用农具或农业机械深耕土壤，粉碎、细化板结土块，根据种植作物类型选择翻地深度，常见作物如油菜、花生等为 20~30 cm，稻田水整地深度通常为 15~18 cm。

### 6.2 灌水

应建立良好的灌溉和排水系统，排除田间和土壤中多余水分，控制地下水位埋深，实现灌溉、排水系统配套，提高灌溉排水效益。

### 6.3 水分管理

一般菜田在生长期可采用滴灌措施。稻田可采用畦灌、漫灌等地面灌溉方式，以保持 60%~80%的田间持水量，其中秧苗期需浅水层灌溉（3-5cm）、分蘖期需间歇灌溉（浅水至露田至再灌）、拔节-孕穗期需保持薄水层（3cm）、抽穗-扬花期需保持稳定薄水层（3-5cm）、灌浆-乳熟期需由浅水过渡至湿润灌溉）、黄熟期需停止灌溉且彻底晒田。生产基地可建立蓄水池用于灌溉,并定期监测电导率(EC)、pH 等水质指标。灌溉水质应符合 GB 5084 的要求。

## 7 施用技术

### 7.1 产品选择

选择获取肥料登记证的生物炭基微生物菌剂。

### 7.2 施用方法

采用生物炭基微生物菌剂平铺地表并进行旋耕作业,充分与耕层土壤混合,弱酸性土壤施入深度为 0 cm~20 cm;中酸性土壤施入深度为 0 cm~40 cm。施用生物炭对肥水管理、农药无要求。

### 7.3 施用时间

弱酸性土壤适宜施入时间为播种前一次性施入；中酸性土壤分两次施入,第一次施入时间为播种前,第二次施入时间为作物苗期。

#### 7.4 施用量

一般菜地须用含量 $\geq 2.0 \times 10^8$  个/ml 或个/g 的单一菌剂或含量 $\geq 2.0 \times 10^8$  个/ml 或个/g 的复合菌剂 1.0~2.0 kg/亩补充土壤有益菌,稻田及麦田须用含量 $\geq 2.0 \times 10^8$  个/ml 或个/g 的单一菌剂或含量 $\geq 2.0 \times 10^8$  个/ml 或个/g 的复合菌剂 2.0~3.0 kg/亩补充土壤有益菌菌剂符合农用微生物菌剂《GB 20187-2006》标准。

### 8 改良效果监测评价

#### 8.1 土壤质量监测

按 GB15618-2018 和 CJ/T340-2016 执行。

#### 8.2 地下水环境监测

按 GB/T14848 执行。

#### 8.3 植被监测

按照 HJ 710.1-2014 执行

#### 8.4 生态效益评价

通过酸化土壤生物培肥与效果对比分析,评估生物改良的生态效益。评估内容至少包括  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 等阳离子和电导率。具体评价指标应符合附录 E 的规定。

#### 8.5 经济效益评价

通过酸化土壤生物培肥与对照对比分析,评估投入产出经济效益。评价内容应至少包括作物指标和经济效益指标。具体评价指标应符合附录 F 的规定。

#### 8.6 提升效果目标

微酸性和弱酸性土壤根据作物最适宜 pH 值范围维持土壤 pH 值稳定或年平均提高 0.05~0.1 个 pH 值单位;中酸土壤根据作物最适宜 pH 范围和土壤类型,维持土壤 pH 值稳定或年平均提高 0.1 个 pH 值单位;强酸性土壤根据作物最适宜 pH 范围、土壤类型和土壤质地,年平均提高 0.1~0.2 个 pH 值单位;极酸性土壤根据作物最适宜 pH 范围、土壤类型和土壤质地,年平均提高 0.2 个 pH 值单位以上。



## 附录 A

(资料性附录)

## 生物炭技术指标要求

项目	指标	
	Ⅱ级	Ⅰ级
总碳 (C), %	≥60	≥30
固定碳 (FC), %	≥50	≥25
氢碳摩尔比 (H/C)	≤0.4	≤0.75
氧碳摩尔比 (O/C)	≤0.2	≤0.4
砷 (As), mg/kg	≤13	≤40
镉 (Cd), mg/kg	≤0.3	≤0.8
铅 (Pb), mg/kg	≤50	≤240
铬 (Cr), mg/kg	≤90	≤350
汞 (Hg), mg/kg	≤0.5	≤2.0
铜 (Cu), mg/kg	≤50	≤200
镍 (Ni), mg/kg	≤50	≤190
锌 (Zn), mg/kg	≤200	≤300
水分 (H <sub>2</sub> O), %	≤30	≤30
多环芳香烃 (PAHs), mg/kg	≤5	
苯并[a]芘, mg/kg	≤0.55	
多氯联苯 (PCBs), mg/kg	≤0.2	
戴奥辛/呋喃 (PCDD/Fs), ng/kg	≤17	
注: 除水分以鲜样计, 其余以烘干样计		

## 附录 B

(资料性附录)

## 农业设施生产常用微生物菌剂

功能	菌种	拉丁名	用途
纤维素酶菌	绿色木霉	<i>Trichoderma viride</i>	产纤维素酶，将含有纤维素和木质素的物质（如秸秆）分解成寡糖或单糖，供植物吸收。
	曲霉	<i>Aspergillus</i>	
	青霉	<i>Penicillium</i>	
蛋白酶菌	枯草芽孢杆菌	<i>Bacillus subtiliss</i>	产蛋白酶，分解种植基质中的蛋白质成为作物可吸收的寡肽或氨基酸。
淀粉酶菌	地衣芽孢杆菌	<i>Bacillus licheniformis</i>	产淀粉酶等，水解土壤中淀粉分子中的糖苷键，将复杂的碳水化合物转化为植物易吸收的单糖
	红酵母	<i>Rhodotorula</i>	
光合细菌	蓝细菌	<i>Cyanobacteria</i>	促进土壤物质转化，改善土壤结构，提高土壤肥力，促进作物生长，其代谢活动有效地提高土壤中某些有机成分、硫化物和氨态氮，并促进有害污染物如农药等的转化
	红色无硫菌	<i>Rhodospirillaceae</i>	
	滑行丝状绿硫菌	<i>Chloroflexaceae</i>	
固氮菌	棕色固氮菌	<i>Azotobacter vinelandii</i>	具有固氮及对作物根际促生能力，能够固定空气中的氮，实现作物增产。
	褐球固氮菌	<i>Azotobacter chroococcum</i>	
	地衣芽孢杆菌	<i>Bacillus licheniformis</i>	
	生脂固氮螺菌	<i>Azospirillum lipoferum</i>	
	印度贝氏固氮菌	<i>Beijerinckia indica</i>	
溶磷菌	巨大芽孢杆菌	<i>Bacillus megatherium</i>	分化铝硅酸盐和磷灰石类矿物等不溶的硅铝酸盐的无机矿物；促进难溶性的钾、磷、镁等养分元素转化成为可溶性养分，增加土壤中速效养分含量；促进作物生长发育，提高产量。
	沙雷氏菌	<i>Serratia</i>	
	土壤杆菌	<i>Agrobacterium</i>	
	假单胞菌	<i>Pseudomonas</i>	
解钾菌	胶冻样芽孢杆菌	<i>Bacillus mucilaginosus</i>	解钾，释放出可溶磷钾元素及钙、硫、镁、铁、锌、钼、锰等中微量元素。
抑制病原菌	地衣芽孢杆菌	<i>Bacillus licheniformis</i>	抗病、拮抗植物病原菌，对青枯病、根腐病等一系列病原菌有抑制作用，并促进作物根系生长。
	枯草芽孢杆菌	<i>Bacillus subtilis</i>	

## 附录 C

(资料性附录)

## 生物炭基微生物菌剂产品的技术指标

项目	剂型	
	粉 剂	颗 粒
有效活菌数(cfu)*/(亿个/g) $\geq$	2.0	1.0
霉菌杂菌数/(个/g 或个/mL) $\leq$	$3.0 \times 10^6$	$3.0 \times 10^6$
杂菌率/(%) $\leq$	20.0	30.0
水分/(%) $\leq$	35.0	20.0
细度/(%) $\geq$	80	80
粒度/(mm) $\leq$	2	50
pH 值	7.5~9.0	7.5~9.0
灰分/(%) (以烘干基计) $\leq$	45	
有机碳/(%) (以烘干基计) $\geq$	40	
总养分/(%) (以烘干基计,N+P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +K <sub>2</sub> O) $\geq$	1.5	
保质期/月 $\geq$	6	
a 复合菌剂,每一种有效菌的数量不得少于 0.01 亿个/g 或 0.01 亿个/mL; b 此项须在监督部门或仲裁双方认为有必要时检测		

附录 D  
(资料性附录)

生物炭基微生物菌剂产品的无害化技术指标

参数		标准极限
粪大肠菌群数/(个/g)	≤	100
蛔虫卵死亡率/(%)	≥	95
砷及其化合物(以 As 计)/(mg/kg)	≤	75
镉及其化合物(以 Cd 计)/(mg/kg)	≤	3
铅及其化合物(以 Pb 计)/(mg/kg)	≤	50
铬及其化合物(以 Cr 计)/(mg/kg)	≤	150
汞及其化合物(以 Hg 计)/(mg/kg)	≤	5
铊及其化合物 (以 Tl 计) /(mg/kg)	≤	2.5
缩二脲/ (%)	≤	1.5
<p>a 有毒有害物质含量应以烘干基计;</p> <p>b 仅在标明总氮含量时进行检测和判定, 该指标不做要求。</p>		

## 附录 E

(资料性附录)

## 酸性红壤酸性程度划分与标准

pH 值	<4.5	4.5 ~ 5.0	5.0 ~ 5.5	5.5 ~ 6.0	6.0 ~ 6.5
级 别	极强酸性	强酸性	中酸	弱酸性	微酸性

## 附录 F

(规范性)

## 酸化土壤生物培肥评价指标

一级指标	二级指标	主要内容
土壤理化指标	pH	改良前后土壤 pH 变化, 检测方法按照 NY/T 1121.2 的规定执行
	可溶性盐分	改良前后土壤可溶性盐分变化 检测方法按 NY/T 1121.16 的规定执行
	阳离子: Na <sup>+</sup> 、K <sup>+</sup> 、Ca <sup>2+</sup> 、Mg <sup>2+</sup> 、Al <sup>3+</sup>	改良前后土壤阳离子变化, 土壤交换性钙和镁的检测方法按照 NY/T 1121.13 的规定执行
	阴离子: SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 、PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> 、HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 、H <sub>2</sub> P0 <sub>4</sub> <sup>-</sup>	改良前后土壤阴离子变化, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 的检测方法按照 NY/T 1121.18 的规定执行, Cl <sup>-</sup> 的检测方法按照 NY/T 1121.17 的规定执行
	电导率	改良前后土壤电导率变化, 检测方法按照 HJ 802 的规定执行
	团聚体	改良前后土壤团聚体变化, 土壤水稳性大团聚体组成的测定按照 NY/T 1121.19 的规定执行, 土壤微团聚体组成按照 NY/T 1121.20 的规定执行
土壤微生物指标	主要土壤微生物类型	测定土壤的微生物量, 检测方法按照 GB/T 39228 的规定执行
作物指标	主要作物种类	当年适宜栽种的作物种类 (油菜/水稻/小麦/花生/萝卜/等)
	单季亩产量	产量记录, 根据收获面积和作物类型计算
经济效益指标	亩产投入	包括种子种苗、化肥、机械人工等投入
	亩产收益	包括产品销售收入, 农业观光旅游销售收入等

