

ICS 65.080
CCS B13

T/SSSC

中国土壤学会团体标准

T/SSSC 0 —2026

秸秆还原糖创制及秸秆糖化碳源制备技术规程

Technical code of practice for the production of reducing sugars from straw and
the preparation of saccharified straw as a carbon source

(征求意见稿)

2026-XX-XX 发布

2026-XX-XX 实施

中国土壤学会 发布

目 次

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 原料要求	2
5 制备工艺	3
6 检测方法	4
7 过程质量控制	5
8 检验规则	5
9 贮存	6
附录 A （规范性） 秸秆酶解液还原糖含量测定 DNS 分光光度法	7
附录 B （资料性） 碳源施用技术参考	8
参考文献	9

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。

本文件由南京农业大学提出。

本文件由中国土壤学会归口。

本文件起草单位：南京农业大学、江苏思农高科科技有限公司、江苏协联生物科技有限公司。

本文件主要起草人：沈其荣、刘东阳、李海涛、李托、薛超、卢永健、蒋栋。

秸秆还原糖创制及秸秆糖化碳源制备技术规程

1 范围

本文件规定了秸秆还原糖创制及秸秆糖化碳源制备的原料要求、制备工艺、产品要求、检测方法、质量控制、检验规则和贮存要求。

本文件适用于以水稻、小麦、玉米等禾本科农作物秸秆为原料，经气爆预处理和酶解糖化制备秸秆糖化碳源的过程。所得碳源产物可作为水溶性有机肥料的核心有机碳源组分，也可用于微生物发酵碳源、土壤改良剂等。

本文件不适用于未经过酶解糖化处理的秸秆直接浸提液为碳源的工艺；仅以畜禽粪便、加工副产物腐熟物为单一有机碳源、不添加秸秆还原糖组分的工艺。

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/T 6678 化工产品采样总则

GB/T 6679 固体化工产品采样通则

GB/T 6680 液体化工产品采样通则

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB 38400 肥料中有毒有害物质的限量要求

HG/T 2843 化肥产品化学分析常用标准滴定溶液、标准溶液、试剂溶液和指示剂溶液

NY/T 1973 水溶肥料水不溶物含量和 pH 值的测定

NY/T 1976 水溶肥料有机质含量的测定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

秸秆糖化碳源 straw saccharification carbon source

以水稻、小麦或玉米等禾本科农作物秸秆为原料，经气爆预处理和酶解糖化，并视需要经固液分离、浓缩或干燥后制得的以秸秆还原糖为主要成分的水溶性有机碳源产品。

注：按形态分为固体型和液体型，产品指标应符合表 1 的规定。

3.2

秸秆还原糖 straw reducing sugar

秸秆木质纤维素经预处理、酶解断裂糖苷键生成的葡萄糖、木糖、阿拉伯糖、半乳糖、岩藻糖等还原性单糖的总称。

注：葡萄糖与木糖为主要组分，为本文件的特征指标。

3.3

秸秆糖化母液 straw saccharification mother liquor

酶解液经固液分离后得到的含秸秆还原糖的液相。

4 原料要求

4.1 秸秆原料

4.1.1 秸秆种类：水稻、小麦、玉米等禾本科农作物秸秆。

4.1.2 秸秆质量：秸秆应色泽正常，无霉斑、菌丝和明显霉味，霉变腐烂秸秆不得使用；秸秆含水率宜控制在约 40%（质量分数），切割长度 4 cm~5 cm，便于气爆预处理；秸秆中铅、砷、镉、铬、汞等重金属限量应符合 GB 38400 的规定，检测方法按该标准引用的试验方法执行。

4.2 酶制剂

纤维素复合酶应具备纤维素酶活力 $\geq 20 \text{ FPU} \cdot \text{g}^{-1}$ ，其他辅助酶（如木聚糖酶、 β -葡聚糖酶等）按需配比。酶制剂应在低温、干燥条件下储存，开封后尽快使用。

4.3 化学试剂

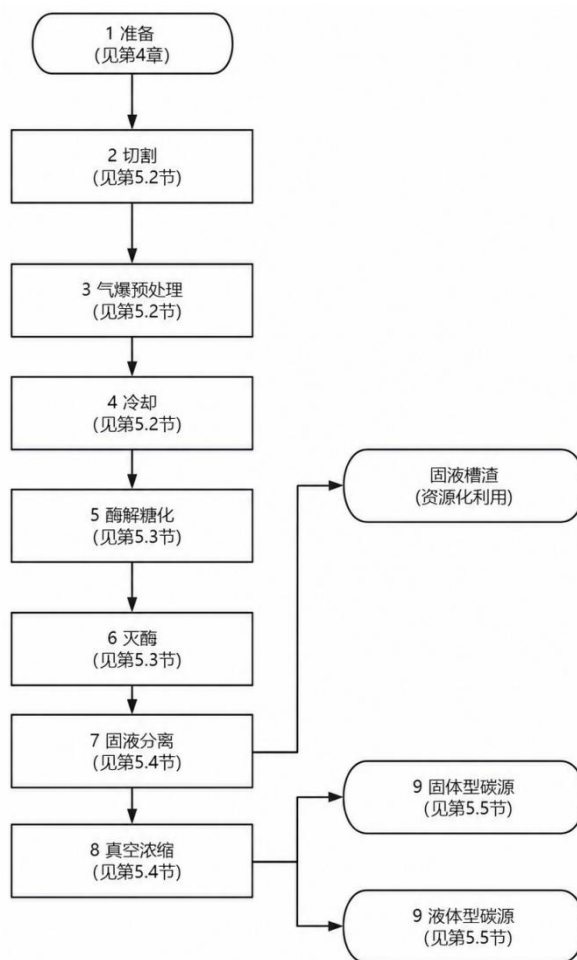
乙酸钾（缓冲液配制用）、柠檬酸（pH 调节用）等化学试剂应为工业级及以上纯度，按相应产

品标准或使用说明贮存和使用，不得使用会对产品质量与安全产生不良影响的试剂。

5 制备工艺

5.1 工艺流程概述

秸秆糖化碳源的制备包括气爆预处理、酶解糖化、固液分离、浓缩四个主要工序。工艺流程图如下：



5.2 气爆预处理

5.2.1 将秸秆切割至长度 4 cm~5 cm，调节含水率至约 40%（质量分数）。

5.2.2 将物料装入气爆罐，升温至 120 °C，罐内压力 1.5 MPa，维持 4 min 后瞬间泄压爆破。

5.2.3 气爆后物料呈松散纤维状，颜色加深至棕黄色，冷却至 55 °C 以下备用。

5.2.4 气爆预处理应批次记录温度、压力、时间、进料量等关键参数。

5.3 酶解糖化

- 5.3.1 配制 pH 5.0 的乙酸钾缓冲液。
- 5.3.2 按固液比 1:10（气爆后秸秆干物质质量:缓冲液体积）将预处理秸秆与缓冲液混合，搅拌均匀。
- 5.3.3 添加纤维素酶 20 FPU·g⁻¹（以秸秆干物质计），55℃恒温酶解 48 h，期间每隔 6 h 搅拌一次。
- 5.3.4 酶解结束后升温至 90℃维持 10 min 灭酶，冷却至室温。
- 5.3.5 产糖率参考值：水稻秸秆约 590.87 mg 还原糖/g 秸秆干基，玉米秸秆约 621.19 mg 还原糖/g 秸秆干基。不同原料及批次间允许±10%的波动。

5.4 固液分离与浓缩

- 5.4.1 酶解液经板框过滤或离心分离，收集液相（秸秆糖化母液），固相糖渣可另行资源化利用。
- 5.4.2 糖化母液经低温（≤60℃）真空浓缩至目标浓度：固体产物浓缩后干燥至还原糖含量（干基）≥10.0%；液体产物浓缩至还原糖含量≥100 g/L。
- 5.4.3 浓缩过程应监控温度、真空度和时间，避免还原糖热降解。

5.5 碳源产物

表 1 秸秆糖化碳源产品技术要求

项目	固体型	液体型	试验方法
还原糖含量（干基）	≥10.0%	—	附录 A
还原糖含量	—	≥100 g/L	附录 A
水不溶物	≤0.20%	≤0.50%	NY/T 1973
重金属及有毒有害物质	符合 GB 38400	符合 GB 38400	按 GB 38400 的规定

注：本产品以秸秆还原糖为特征指标。

- 5.5.1 固体型碳源产物：浓缩液经喷雾干燥或冷冻干燥制得粉剂/晶体，应松散均匀，无硬结块，颜色呈褐色至灰褐色，无腐败恶臭。常温清水搅拌可快速分散溶解，水不溶物≤0.20%。
- 5.5.2 液体型碳源产物：浓缩液直接灌装，应为均匀可再分散体系，无明显分层，无酸败腐败异味。允许微量沉淀，包装标注"使用前充分摇匀"。水不溶物≤0.50%。
- 5.5.3 两种形态产物均应以秸秆还原糖含量作为特征指标标识。

6 检测方法

6.1 通用规定

6.1.1 试验用水满足 GB/T 6682 三级水及以上；未注明试剂均为分析纯，标准溶液配制按 HG/T 2843。

6.1.2 检测数值修约、极限判定执行 GB/T 8170。

6.2 秸秆还原糖含量测定

按本文件附录 A（规范性）DNS 分光光度法执行。固体样品测试结果折算干基，液体直接取样稀释测定。

6.3 理化指标测定

碳源产物的还原糖、水不溶物等技术指标按表 1 的规定执行，试验方法按附录 A 和 NY/T 1973 执行；有机质等辅助指标参照 NY/T 1976 执行。

6.4 卫生安全指标测定

碳源产物的重金属及有毒有害物质限量应符合 GB 38400 的规定。

7 过程质量控制

7.1 原料检验

7.1.1 每批次秸秆原料应进行外观检查（无霉变、无异物）和重金属快速筛查。

7.1.2 酶制剂应核查酶活力检测报告，确保符合 4.2 要求。

7.2 过程检验

7.2.1 每批次气爆预处理应记录温度、压力、时间，不符合 5.2 参数范围的物料不得进入酶解工序。

7.2.2 每批次酶解结束后应取样按附录 A 测定还原糖含量，产糖率低于参考值下限（参考值的 90%）的批次应排查原因并记录；确认不影响成品指标后方可进入下一工序。

7.2.3 浓缩工序每批次检测浓缩液还原糖浓度，确保达到 5.5 规定的指标。

8 检验规则

8.1 组批：同一原料批次、同一工艺参数、同一生产班次生产的同形态产品为一批。

8.2 抽样：按 GB/T 6678 的规定确定抽样方案；固体产品按 GB/T 6679、液体产品按 GB/T 6680 执行，每批抽样量应满足检验和留样需要。

8.3 出厂检验：每批产品出厂前应检验还原糖含量、水不溶物和外观，检验合格并附合格证后方可

出厂。

8.4 型式检验：产品首次投产、原料或工艺发生重大变化、停产半年以上恢复生产时，应按表 1 规定的全部项目和 GB 38400 规定的限量要求进行全项检验。

8.5 判定规则：全部项目合格判该批合格；还原糖含量不合格判该批不合格；其他项目不合格时，允许按 8.2 加倍抽样复检一次，复检仍不合格判该批不合格。

9 贮存

9.1 库房阴凉干燥、避光通风，远离热源火源。

9.2 固体密封防潮防结块；液体密封防挥发分层，出现沉淀使用前摇匀。

附录 A

（规范性）

秸秆酶解液还原糖含量测定 DNS 分光光度法

A.1 原理

秸秆糖化液中还原性单糖在碱性条件下与 3,5-二硝基水杨酸（DNS）沸水反应生成棕红色氨基化合物，540 nm 波长测定吸光度，采用葡萄糖标准曲线外标法定量，适用于本规程固体、液体碳源产物中秸秆总还原糖检测。

A.2 仪器与试剂

分析天平、恒温水浴锅、分光光度计、离心机、容量瓶；DNS 显色试剂、葡萄糖基准试剂（纯度≥99.9%）、乙酸钾缓冲溶液。

A.3 样品前处理

固体：烘干至恒重，称取 1.000 g 试样，纯水振荡浸提 30 min，定容 100 mL，滤纸过滤备用。

液体：充分摇匀，移取 1.00 mL，纯水稀释至适宜线性区间，过滤备用。

A.4 测定步骤

取 0.5 mL 待测液 + 0.5 mL DNS 试剂，混匀沸水浴 5 min，冷水冷却，纯水定容至 5 mL，540 nm 测吸光度；同步做空白与 0~0.5 mg 葡萄糖标准梯度曲线。

A.5 结果计算

固体还原糖（干基，%）=（糖测定质量 × 稀释倍数）/ 样品干重 × 100

液体还原糖（g/L）= 标准曲线浓度 × 稀释倍数

A.6 精密度

平行样品两次测定相对偏差≤5.0%。

附录 B

(资料性)

碳源施用技术参考

B.1 适用作物

粮食作物、果蔬、经济作物、园艺苗木。

B.2 推荐施用时期

育苗期、缓苗期、膨果期、根系恢复期。

B.3 推荐稀释倍数

冲施：500~1000 倍；滴灌：800~1500 倍；育苗：1000~2000 倍。

B.4 配套建议

秸秆酶解糖液（植物益生元）对黄瓜等作物在 0.2%~0.3%还原糖浓度区间促生效果最优，超过 0.3%可能出现抑制。田间施用应控制稀释后还原糖浓度在适宜范围。

B.5 注意事项

与常规水溶肥交替施用，避免一次性高浓度灌施造成盐害。适配秸秆还田配套水肥管理方案。

参考文献

- [1] 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
- [2] 郭海洋. 玉米秸秆酶解液对黄瓜生长的影响研究[D]. 南京农业大学, 2024.
- [3] NY/T 1107—2020 大量元素水溶肥料
- [4] NY 2266—2012 中量元素水溶肥料
- [5] NY 1428—2010 微量元素水溶肥料