

ICS 65.020.20
CCS B10

T/SSSC

中国土壤学会团体标准

T/SSSC 0 —2026

黑土区玉米养分高效利用根际综合调控 技术

Integrated Rhizosphere Regulation Technology for High Nutrient Use

Efficiency in Maize of the Black Soil Region

(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 深松联合根际激发剂增效技术	3
5 微生物菌剂强化的大豆/玉米间作高产高效技术	3
6 根际信号物质氮肥减施增效技术	4
7 田间管理	5
8 效果评价	5
附录 A	5
附录 B	6
附录 C	7

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。

本文件由中国土壤学会提出并归口。

本文件起草单位：中国科学院南京土壤研究所，中国科学院沈阳应用生态研究所，中国科学院东北地理与农业生态研究所，东北农业大学。

本文件主要起草人：施卫明，陆玉芳，阴黎明，王超，田春杰，张颖，信秀丽，王健。

黑土区玉米养分高效利用根际综合调控技术

1 范围

本文件规定了黑土地养分高效利用根际综合调控技术的术语和定义，包括深松与根际激发联合技术、微生物菌剂强化的大豆玉米间作技术、根际信号物质氮肥减施增效技术等。

本文件适用于东北黑土区玉米种植中根际结构优化与养分高效利用的综合调控，其它区域可参考执行。

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 20287-2006 《农用微生物菌剂》

GB/Z 41358-2022 《土壤健康综合表征的生物测试方法》

NY/T 1105-2006 《肥料合理使用准则 氮肥》

NY/T 146 《东北地区玉米生产技术规程》

NY/T 1535-2007 《肥料合理使用准则 微生物肥料》

NY/T 2851-2015 《玉米机械化深松施肥播种作业技术规范》

NY/T 3504-2019 《肥料增效剂 硝化抑制剂及使用规程》

NY/T 3694-2020 《东北黑土区旱地肥沃耕层构建技术规程》

NY/T 4474-2025 《东北地区玉米-大豆轮作生产技术规程》

NY/T 496-2010 《肥料合理使用准则 通则》

DB15/T 464-2010 《内蒙古平原灌区玉米高产高效栽培技术规程》

DB21/T 3498-2021 《黑土地厚沃耕层培育技术规程》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

黑土区 black soil region

以黑色或暗黑色腐殖质表土层为特征的肥沃耕地区域，主要分布于中国东北地区（黑龙江、吉林、辽宁及内蒙古东部），是全球四大黑土区之一。其中，腐殖质层厚度 ≥ 30 cm，耕层（0~20 cm）土壤有机质含量 ≥ 20 g/kg。

3.2

根际 rhizosphere

通常距根表 0~5 mm，受植物根系及其共生微生物活动影响，在物理、化学和生物学性质上不同于周围土体的微域土壤环境，是土壤-植物-微生物相互作用的核心界面。

3.3

根际结构优化 optimization of rhizosphere structure

通过农艺、生物及化学措施，协同改善根际区域的物理结构、化学环境和生物群落，以建立一个通气透水、养分富集、微生物活性旺盛、利于根系生长的健康根际微生态系统。

3.4

深松 subsoiling

在不翻转土层的前提下，利用深松机具松动心土、打破坚硬犁底层的耕作技术。

3.5

根际激发剂 rhizosphere priming agent

一类本身不作为主要养分、但能刺激土壤微生物活性、促进其快速生长和代谢，从而加速土壤有机质分解和养分循环的低分子物质（如低分子量有机碳化合物）。

3.6

间作 intercropping

在不翻转土层的前提下，利用深松机具松动心土、打破坚硬犁底层的耕作技术。在同一块土地上，

于同一生育期内，按照一定空间配置成行或成带交替种植两种或两种以上作物的种植方式。

3.7

微生物菌剂 microbial inoculant

目标微生物（有效菌）经过工业化生产扩繁后制成的活菌制剂，具有提供养分、促进植物生长、增加抗逆或修复土壤等功能。其质量应符合 GB 20287-2006 的规定。

3.8

根际信号物质 rhizosphere signaling substance

在根际环境中，由植物根系或微生物产生或外源添加的，能够传递信息，调控土壤氮素转化过程、影响作物氮素吸收利用的有机活性物质。

4 深松联合根际激发剂增效技术

4.1 深松在玉米播种前进行，必须确保土壤墒情适宜。

4.2 深松至 35~45cm，深松方法参照 NY/T 2851-2015 执行。

4.3 根际激发剂推荐使用的低分子糖类或氨基酸类混合物，具体物质参照附表 A.1。

4.4 根际激发剂的制备：将糖类和氨基酸分别经水配制成 1mol/L 母液；将两种母液等比例或 1:3 混合，加水稀释 10~200 倍，制备得到浓度为 5~100 mmol/L 的水溶液。

4.5 根际激发剂应现配现用，配制后 24h 内使用完毕，防止微生物提前发酵分解。

4.6 根际激发剂的施用：将根际激发剂制备液按照每亩 20~50kg 进行施用，以喷施或浇灌的方式作用于农作物根系周围土壤，间隔 10~30 天，重复 3~5 次。在施用，结合玉米关键生育期，即拔节期、抽雄期和开花期。

4.7 化学肥料的使用按照 NY/T 496-2010 的要求执行。

5 微生物菌剂强化的大豆/玉米间作高产高效技术

5.1 大豆-玉米间作模式按照 NY/T 4474-2025 执行。

5.2 间作玉米苗期至抽雄期，分阶段施用根际活化微生物制剂。

- 5.3 施用的微生物菌剂应符合 GB 20287-2006 的要求，推荐促氮固持型根际细菌与解磷固碳型酸杆菌门为核心的复合微生物菌剂，具体菌剂类型参照附表 B.1，单次施用量为 5~10 kg/亩/次。
- 5.4 宜采用喷施或滴灌方式均匀施于作物根区。
- 5.5 玉米苗期至拔节期进行 2~3 次集中施用，每次间隔 15~20 天；在拔节至抽雄期宜结合追肥或灌水同步追加施用 1 次。
- 5.6 在适宜的土壤温湿度和 pH 条件下施用，以提高微生物定殖效率。
- 5.7 菌剂需在 4~25℃阴凉干燥处避光保存，现配现用，并避免与杀菌剂或强酸碱肥料混用。
- 5.8 施用过程中应避免不良天气和极端地块条件，并防止因大水或不当施药造成菌剂流失。
- 5.9 保持大豆-玉米行距和带宽均匀，确保光热水分互补，减少作物间竞争。苗期及时清除杂草，避免与根际微生物竞争养分和水分。建议在施用菌剂后 7-10 天开展田间检查，观察植株长势、根系活力及是否出现生长异常或营养缺乏。

6 根际信号物质氮肥减施增效技术

- 6.1 在保证作物产量的前提下，实现化学氮肥减施 10%~20%，并提高氮素利用率，减少氮素面源污染。
- 6.2 根际信号物质类型宜选环境兼容性好的植物源生物硝化抑制剂与生物反硝化抑制剂，具体物质参照附表 C.1。
- 6.3 采用“根际信号物质+常规氮肥减量”模式，氮肥用量宜为常规氮肥用量的 80%~90%，依靠信号物质的效率提升作用，保障产量。
- 6.4 根际信号物质用量按纯氮量 1%~5%，与氮肥混合均匀后晾干，与氮肥混合方法参照 NY/T3504-2019 执行。
- 6.5 根际信号物质配制后应在 24 h 内喷施或混拌使用，防止因降解而失效。
- 6.6 将信号物质与氮肥混合后同步基施或追施，确保其在根际集中、高效发挥作用。
- 6.7 施用过程需与土壤墒情、作物长势监测相结合。强降雨前后不宜施用，防止信号物质随水流失。

7 田间管理

玉米田间管理按照 NY/T 146 执行，玉米-大豆轮作体系田间管理按照 NY/T 4474-2025 执行。

8 效果评价

在玉米开花期，采集玉米根系，测定根系总根长和比表面积，植株根系表征方法参照 GB/Z 41358-2022。

玉米籽粒乳线消失、黑层出现时，即达到生理成熟，可进行收获。测定玉米籽粒产量与氮肥利用率，方法参照 DB15/T 464-2010。

附录 A

根际激发剂见表A. 1

表 A. 1 根际激发剂

根际激发剂类型	中文名称	英文名称	分子式
糖类	葡萄糖	Glucose	C ₆ H ₁₂ O ₆
	蔗糖	Sucrose	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁
	果糖	Fructose	C ₆ H ₁₂ O ₆
	纤维二糖	Cellobiose	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁
	3-O-甲基-D-葡萄糖	3-O-methyl-D-glucose	C ₇ H ₁₄ O ₆
氨基酸	甘氨酸	Glycine	C ₂ H ₅ NO ₂
	丙氨酸	Alanine	C ₃ H ₇ NO ₂
	谷氨酸	Glutamic acid	C ₅ H ₉ NO ₄

附录 B

养分高效型微生物菌剂见表B. 1

表 B. 1 养分高效型微生物菌剂

菌剂类型	代表菌属或菌株	主要功能	适用环节
促氮固持型根际细菌	Azospirillum、Azotobacter、Herbaspirillum、Rhizobium	固氮增氮、促进根系生长、提高氮素利用效率	苗期至拔节期根际活化
解磷促生菌（含酸杆菌门）	Acidobacterium、Burkholderia、Pseudomonas	分解有机磷和难溶性磷、提升有效磷供应能力	全生育期施用均可，苗期效果更显著
解钾微生物菌剂	Bacillus mucilaginosus、Aspergillus 属	溶钾促钾、改善土壤养分释放	与底肥配施或苗期追施
固碳与促微域结构菌剂	Acidobacteriota 多类型群、Myxococcota	固持土壤有机碳、改善团聚体结构	砂壤土和壤土均适用
促生芽孢杆菌类	Bacillus subtilis、Bacillus amyloliquefaciens	产促生物质、提高抗逆性、抑菌固	苗期至抽雄期
促生真菌菌剂	Trichoderma harzianum、T. viride	促根壮苗、抑制病原真菌	苗期至中期根际施入
丛枝菌根真菌	Rhizophagus irregularis、Glomus 属	增强磷吸收能力、提高根系吸收范围和抗旱性	播种或移栽时接种
复合微生物菌剂	Azospirillum + Bacillus + Acidobacteriota 为主的多菌组合	同步实现促氮、解磷、促生等综合效应	推广用于间作体系的全生育期管理

附录 C

根际信号物质见表C. 1

表 C. 1 根际信号物质

根际信号物质类型	中文名称	英文名称	备注
生物硝化抑制剂	对羟基苯丙酸甲酯	Methyl 3-(4-hydroxyphenyl) propionate	根系分泌物
	丁香酸	Syringic acid	根系分泌物
	对香豆酸甲酯	Methyl cinnamate	植物提取物
	阿魏酸甲酯	Methyl ferulate	植物提取物
	亚油酸	Linoleic acid	植物提取物
	亚油酸甲酯	Methyl linoleate	植物提取物
生物反硝化抑制剂	原花青素	Procyanidins	植物提取物