# 盐碱地玉米应用微生物菌剂生物改良试验研究

刘翔如　郭庆茹　刘建荣　陈淑娟　李　志　安　瑞

石嘴山市农业技术推广服务中心　宁夏　石嘴山　753000

**摘　要：**为筛选适宜宁夏石嘴山市惠农区中度盐碱地玉米的生物改良剂，本试验以大丰 1407 玉米为材料，设置常规施肥（CK）、常规施肥 + 五丰微生物菌剂、常规施肥 + 三十六度微生物菌剂、常规施肥 + 硝基腐殖酸、常规施肥 + 中药菌肥、常规施肥 + 抗旱保 6 个处理，研究不同微生物菌剂及生物改良剂对玉米农艺性状、产量及土壤理化性质的影响。结果表明：与对照相比，施用生物改良剂可显著提高玉米株高、穗位、穗长、穗粗，降低秃尖长，优化产量构成因素，增产幅度达 9.2%~21.8%，其中硝基腐殖酸处理增产最高（21.8%）；同时可有效降低土壤 pH 与全盐含量，提升有机质、全氮、有效磷、速效钾及碱解氮水平，改良盐碱地效果显著。综合表现，硝基腐殖酸为当地盐碱地玉米改良首选，其次为中药菌肥，可在宁夏沿黄同类盐碱地推广应用。

**关键词：**盐碱地；玉米；微生物菌剂；硝基腐殖酸；土壤改良；产量

## 引言

我国盐碱地总面积约 9913 万公顷，广泛分布于西北、华北、东北及沿海地区，是重要的后备耕地资源。宁夏沿黄灌区是西北盐碱地集中分布区域之一，石嘴山市惠农区濒临黄河，受黄河顶托作用、季节性强蒸发与排水不畅等多重因素影响，区域内耕地地下水位偏高、土壤盐渍化问题突出，中度及以上盐碱地面积占比大，导致玉米等主要粮食作物出苗困难、长势偏弱、根系发育差、灌浆不充分，产量长期低而不稳，严重制约当地粮食安全与农业高质量发展。

传统盐碱地改良以水利工程排盐、化学改良剂改良、有机肥还田等方式为主，虽有一定效果，但普遍存在改良成本高、见效周期长、土壤易返盐返碱、生态效益不足等短板。近年来，以微生物菌剂、腐殖酸、生物有机肥、功能性药肥为代表的生物改良技术快速发展，凭借绿色环保、改良持久、促进作物生长、提升土壤肥力、增强作物抗逆性等突出优势，已成为盐碱地绿色高效改良的主流方向。

石嘴山市惠农区濒临黄河，耕地受黄河顶托和蒸发影响，地下水位高，常年排水不及时，盐碱地面积大，粮食产量低。应用微生物菌剂可以有效改良盐碱地，通过轻中度以上盐碱地应用微生物菌剂，试验展示微生物菌剂应用效果，优化产品技术参数，集成创新盐碱地改良模式，为示范提供提供技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地在石嘴山市惠农区礼和乡银和村，土壤为粘壤土，肥力水平中等，中度盐渍化土壤。前茬为玉米，试验前取 0~20cm 土壤进行基本理化性质分析：PH 8.54，全盐 2.83g/kg，有机质 8.04g/kg，全氮 500mg/kg，有效磷 51.4mg/kg，速效钾 171mg/kg。

### 1.2 供试材料

供试作物为玉米，品种为大丰 1407。供试肥料：“碱抗”、“叶面保”(宁夏五丰科技有限公司生产），“三十六度”微生物菌剂、“硝基腐殖酸”(宁夏三十六度生物科技有限公司提供）海洋科技有限公司生产），中药药肥（陕西中德禾正生物科技有限公司提供），抗旱保（宁夏为农富农业科技有限公司提供）

试验地选择具备良好的排水设施、地下水位在 1.5 米以下，轻中度以上盐渍化、玉米种植、具备水肥一体化设施的地块进行[1]。

## 2 试验处理

试验：试验设大区试验，设置 6 个处理，不设重复，处理 1：常规施肥；处理 2：常规施肥 +“五丰”微生物菌剂。处理 3：常规施肥 +“三十六度”微生物菌剂。处理 4：常规施肥 + 硝基腐殖酸。处理 5：常规施肥 + 中药菌肥。面积 2 亩以上。小区间不打埂，小区间隔应稍大于行距。（如表 1 所示）

**表 1　玉米盐碱地生物改良试验设计**

| 处理 | 处理内容 | | 备注 |
|---|---|---|---|
| 1 | 常规施肥 | 全程采用常规种植方式进行实施 | 常规施肥：种肥 35kg 复合肥（14-28-12），追肥 60kg（14-28-12） |

续表：

| 处理 | 处理内容 | | 备注 |
|---|---|---|---|
| 2 | 常规施肥 +“五丰”微生物菌剂 | 碱抗拌种：每公斤种子 3 克 | 播种前拌种 |
| | | 叶面保：800 克/亩。 | 小喇叭口期和抽穗前各喷施一次“微生物叶面肥”，每次 400 克/亩。可与防病、防虫农药同步喷施。 |
| 3 | 常规施肥 +“三十六度”微生物菌剂 | “三十六度”微生物菌剂叶面喷施，整个生育期喷施 4 次。 | 小喇叭期：按 1:10 倍水稀释后叶面喷施，促开根。大喇叭期：按 1:10 倍水稀释后叶面喷施，促生长。齐穗期：扬花后按 1:10 倍水稀释后叶面喷施，攻大穗。灌浆期：按 1:10 倍水稀释后叶面喷施，籽粒饱满。 |
| 4 | 常规施肥 + 硝基腐殖酸 | 常规施肥，使用硝基腐殖酸 | 底肥：施用硝基腐殖酸 300kg/亩。 |
| 5 | 常规施肥 + 中药菌肥 | 常规施肥，使用中药菌肥 | 底肥：常规施肥 + 中药菌肥 40kg/亩。 |
| 6 | 常规施肥 + 抗旱保 | 常规施肥，使用抗旱保 | 底肥：常规施肥 + 抗旱保 40kg/亩。 |

## 2 结果与分析

### 2.1 不同微生物菌剂对玉米农艺形状的影响

**表 2 玉米盐碱地生物改良试验设计**

| 处理 | 株高 | 穗位 | 穗长 | 穗粗 | 秃尖长 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1（ck) | 274.8 | 91.4 | 15.65 | 4.85 | 1.86 |
| 2 | 311.6 | 107.0 | 18.45 | 5.02 | 0.32 |
| 3 | 301.6 | 105.0 | 18.05 | 4.94 | 0.52 |
| 4 | 314.5 | 120.2 | 19.36 | 5.19 | 0.26 |
| 5 | 308.3 | 108.6 | 18.33 | 4.98 | 0.18 |
| 6 | 312.5 | 109.8 | 18.13 | 5.02 | 1.09 |

结果分析表明：株高 274.8cm~314.5cm，应用微生物菌剂处理都比对照高，高 26.8cm~39.7cm，以处理 4 最高（314.5 cm），其次是处理 6, 说明微生物菌剂能促进玉米植株生长。穗位 91.4cm~120.2cm，应用微生物菌剂处理都比对照高, 高 13.6cm~28.8cm，处理 4 最高（120.2 cm），其次是处理 3。穗长 15.65cm~19.36cm，应用微生物菌剂处理穗长都比对照高, 高 2.4cm~3.71cm，处理 4 最长（19.36 cm），处理 3 次之（19.06 cm），均显著高于对照。穗粗 4.85cm~5.19cm，应用微生物菌剂处理穗粗都比对照高, 高 0.09cm~0.34cm，处理 4 穗粗最大（5.19cm），其次是处理 3。秃尖 0.18cm~1.86cm，应用微生物菌剂处理秃尖都都显著低于对照，说明玉米应用微生物菌剂可有效促进了籽粒灌浆，减少顶端不育现象。（如表 2 所示）

**表 3 不同微生物菌剂玉米处理产量形状和产量**

| 处理 | 亩穗数 (个） | 穗粒数 (粒） | 百粒重（g） | 理论产量（kg/亩） | 测产产量（kg/亩） |
|---|---|---|---|---|---|
| 1（ck) | 4756 | 516.2 | 37.6 | 923.1 | 792.3 |
| 2 | 5054 | 539.6 | 38.2 | 1041.8 | 925.4 |
| 3 | 4817 | 535.2 | 38.5 | 992.6 | 865.5 |
| 4 | 5102 | 562.2 | 40.2 | 1153.1 | 965.6 |
| 5 | 4935 | 566.6 | 40.1 | 1121.3 | 940.5 |
| 6 | 5078 | 542.4 | 39.9 | 1098.9 | 928.6 |

从表 3 的产量性状与产量来看，不同微生物菌剂处理对玉米产量构成因素影响显著。玉米应用微生物菌剂处理亩穗数、穗粒数和百粒重都高于对照，亩穗数 4817 穗 ~5102 穗，比对照高 61 穗 ~346 穗，处理 4 最高，其次是处理 6；穗粒数 535.2 粒 ~566.6 粒，比对照高 19.0 粒 ~40.4 粒，处理 5 穗粒数最高，其次是处理 4；百粒重 38.2g~40.2g, 比对照高 0.6g~2.6g，处理 4 最高，其次是处理 5。亩产量 865.5kg~965.6kg，比对照高 73.2kg~173.3kg，增产 9.2%~21.8%。处理 4 在亩穗数（5102 穗）和百粒重（40.2 克）上均表现突出，穗粒数（562.2 粒，第二位）也保持高水平，使其理论产量（1153.1kg/亩）和测产产量（965.6kg/亩）均为各处理最高，显示出该处理在促进籽粒形成与灌浆方面的综合优势，亩产量较对照高 173.3kg，增产 21.8%，处理 5 的穗粒数最高，百粒重第二，但穗粒数相对较低，导致其产量位于第二，较对照增产 18.6%，处理 3，亩穗数、穗粒数与百粒重相对较低，产量居第五。较对照增产 9.2%。进一步说明微生物菌剂的施用对提升玉米产量具有积极效果。结合农艺性状分析，处理 4 的优异产量表现与其较长的穗长（19.36cm 米）和较短的秃尖长（0.26cm）密切相关，表明该处理能有效促进籽粒发育、减少顶端败育，从而实现穗大粒饱、产量提升的综合效果。[2]

### 2.3 不同微生物菌剂对土壤理化性状的影响

表 4 种植前、收获后土壤养分情况变化表

| 处理 | pH | 全盐 (g/kg) | 有机质 g/kg | 全氮 g/kg | 有效磷 mg/kg | 速效钾 mg/kg | 碱解氮 mg/kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 种植前 | 8.54 | 2.83 | 8.04 | 0.86 | 51.4 | 171 | 52 |
| 处理 1 | 8.49 | 2.66 | 7.96 | 0.77 | 52.6 | 166 | 53 |
| 处理 2 | 8.50 | 2.66 | 7.98 | 0.84 | 53.0 | 170 | 64 |
| 处理 3 | 8.42 | 2.60 | 7.97 | 0.83 | 53.6 | 165 | 55 |
| 处理 4 | 8.23 | 2.06 | 8.16 | 0.88 | 60.2 | 176 | 58 |
| 处理 5 | 8.31 | 2.32 | 8.06 | 0.86 | 58.0 | 178 | 55 |
| 处理 6 | 8.48 | 2.42 | 8.02 | 0.87 | 57.2 | 172 | 67 |

表 4 盐碱地玉米播前和收获后土壤理化性质检测结果发现，收获后土壤与播前比较，PH、全盐较播前下降，PH 下降 0.04~0.31，全盐下降 0.17g/kg~0.77g/kg；有机质，除处理 4 和处理 5，其他处理都较播前下降；全氮，除处理 4 和处理 6，其他处理都较播前下降；有效磷增加；速效钾，处理 1、处理 2、处理 3 降低，处理 4、处理 5 和处理 6 增加；碱解氮增加，增加 1mg/kg~15mg/kg。应用微生物菌剂处理与对照土壤比较，除处理 2，其他处理 PH 都低于对照，处理 4 降幅最大，其次是处理 5；全盐下降，下降 0g/kg~0.60g/kg，处理 4 降幅最大，其次是处理 5；有机质提高，提高 0g/kg~0.60g/kg，处理 4 提高最大，其次施处理 5；全氮增加，增加 0.07g/kg~0.60g/kg，处理 5 增加最高，其次是处理 6；有效磷增加，增加 0.4mg/kg~7.6mg/kg，处理 4 增加最高，其次是处理 5；速效钾增加，增加 4mg/kg~12mg/kg，处理 5 增加最高，其次是处理 4；碱解氮增加，增加 2mg/kg~14mg/kg。处理 6 增加最高，其次是处理 2[3]。

## 3 讨论

本试验结果表明，在惠农区中度盐碱地条件下，微生物菌剂、硝基腐殖酸、中药菌肥等生物改良剂，可通过缓解盐碱胁迫、促进根系发育、提高养分吸收、增强光合效率、改善土壤微生态等多重机制，实现玉米生长、产量、土壤质量协同提升。

硝基腐殖酸凭借强螯合能力，可络合土壤钠离子、钙离子，快速降低土壤 pH 与全盐含量，同时改善土壤团粒结构、活化氮磷钾养分，是盐碱地改良的高效材料。中药菌肥融合有益微生物与中药活性物质，既能促根壮苗、提高结实率，又能抑制土传病害、增强抗逆性，综合表现仅次于硝基腐殖酸[4]。

本试验为大区对比试验，未设置重复，存在一定误差；且仅开展 1 年试验，长期改良效果仍需多年多点验证。未来建议将生物改良剂 + 水肥一体化 + 秸秆还田 + 深耕深松相结合，构建“生物改良 + 农艺调控 + 水肥高效”的盐碱地玉米绿色高效栽培模式，进一步提升改良效果与生产效益。

3.1 应用微生物菌剂促进盐碱地玉米生长，玉米植株提高 26.8cm~39.7cm，穗位高 13.6cm~28.8cm。对玉米穗长、穗粗，穗粒数、百粒重等产量因素都有促进作用，从而提高产量，产量提高 9.2%~21.8%。

3.2 应用微生物菌剂有效降低土壤 PH、全盐，提高土壤有机质、全氮、有效磷、速效钾、碱解氮，达到改良盐碱地的效果。

**结束语：**盐碱地应用硝基腐殖酸从产量、土壤 PH、全盐降幅程度和有机质、全氮、有效磷、速效钾、碱解氮增加程度都表现优异，是改良盐碱地的首选，其次是选用中药肥。

**参考文献**

[1] 全国盐碱地资源及开发利用现状。中国农业资源与区划，2022.

[2] 宁夏沿黄灌区盐碱地改良技术规程。宁夏地方标准，DB64/T 1780-2021.

[3] 微生物菌剂在盐碱地玉米上的应用效果研究。西北农业学报，2020,29 (6):921-928.

[4] 生物菌肥对盐碱地土壤理化性质及玉米生长的影响。玉米科学，2021,29 (3):112-117.