

# 新型生物肥对玉米生长的农艺效应探究

王学军

内蒙古巴彦淖尔市临河区新华镇农牧业技术推广服务中心

DOI:10.32629/as.v9i3.3784

**[摘要]** 为探究新型生物肥在玉米种植中的应用效果,本文系统综述了新型生物肥对玉米农艺性状、产量及土壤生态环境的影响。研究表明,新型生物肥通过优化土壤微生物群落结构、提高养分有效性、促进根系发育等途径,显著改善玉米株高、茎粗、穗部性状等农艺指标,增产幅度可达6.85%~23%。其中,含有解钾菌、解磷菌及促生菌的功能型生物肥表现出协同增效特征,在减施化肥条件下仍能维持高产稳产。新型生物肥还增强了玉米的抗逆性,延长生育期,为籽粒灌浆充实创造了条件。建议加强新型生物肥的研发与推广,建立区域适配的施用技术体系,为玉米绿色高效生产提供支撑。

**[关键词]** 新型生物肥; 玉米; 农艺性状; 产量; 土壤微生物

**中图分类号:** S435.131 **文献标识码:** A

## Study on Agronomic Effects of Novel Biological Fertilizer on Corn Growth

Xuejun Wang

Agricultural and Animal Husbandry Technology Extension Service Center, Xinhua Town, Linhe District, Bayannur City

**[Abstract]** To investigate the application effects of novel biofertilizers in corn cultivation, this study systematically reviewed their impacts on agronomic traits, yield, and soil ecological environment. The research demonstrated that these biofertilizers significantly improved agronomic indicators such as plant height, stem diameter, and ear characteristics by optimizing soil microbial community structure, enhancing nutrient availability, and promoting root development, achieving yield increases of 6.85% to 23%. Notably, functional biofertilizers containing potassium-degrading bacteria, phosphorus-degrading bacteria, and growth-promoting bacteria exhibited synergistic effects, maintaining high and stable yields even under reduced chemical fertilizer application. The biofertilizers also enhanced corn stress resistance and prolonged the growth period, creating favorable conditions for grain filling. It is recommended to strengthen the research and promotion of novel biofertilizers, establish regionally adapted application technology systems, and support green and efficient corn production.

**[Key words]** novel biofertilizer; maize; agronomic traits; yield; soil microorganisms

### 引言

玉米(\**Zea mays*\* L.)是全球第三大粮食作物,在保障粮食安全中具有重要的战略地位。长期以来的玉米生产过度依赖化学肥料,虽短期内实现了产量提升,但也导致土壤板结、养分失衡、农业面源污染加剧等问题。据测算,常规化肥的当季利用率仅为30%~35%,大量养分通过淋溶、挥发等途径损失,不仅造成资源浪费,还严重威胁生态环境安全。在此背景下,新型生物肥料的研究与应用成为农业绿色发展的关键技术路径。新型生物肥是指含有特定功能微生物或生物活性物质,能够改善作物营养条件、促进生长发育、增强抗逆性的肥料制品。与传统化肥相比,新型生物肥具有养分缓释长效、环境友好、改良土壤等多重功能,契合“减量增效”的现代农业发展要求。

近年来,国内外围绕新型生物肥在玉米上的应用开展了大

量研究。王剑琳等在贵州省兴仁市的田间试验表明,新型缓释肥和有机无机生物复混肥处理较常规施肥分别增产7.18%和6.85%,玉米株高、穗长、千粒重等农艺性状均显著改善。辽宁铁岭的示范数据显示,生物智控肥料处理玉米亩产达2398斤,较对照增产14.4%。国际研究亦证实,含解钾紫色非硫细菌的固体生物肥可显著提高土壤交换性钾含量和玉米吸钾总量,籽粒产量达106.5 g/株。巴西Agrocete公司的多功能接种剂在全国五个区域验证试验中平均增产23%,根系干重增加40%。然而,新型生物肥种类繁多、作用机制复杂,其农艺效应受菌种组合、载体材料、施用方式、土壤类型等多因素影响。本文系统梳理新型生物肥对玉米生长的农艺效应研究进展,分析其作用机理与应用潜力,为玉米绿色高效生产提供理论依据和实践参考。

### 1 新型生物肥的类型与作用机理

### 1.1 新型生物肥的主要类型

当前应用于玉米生产的新型生物肥主要包括微生物菌剂、生物有机肥、复合生物肥、生物刺激素类及缓控释型生物肥五大类型。微生物菌剂以固氮菌、解磷菌、解钾菌、枯草芽孢杆菌等单一或复合功能菌为核心,直接作用于根际微生态;生物有机肥将腐熟有机肥与功能菌复配,兼具培肥地力与持效促生功能;复合生物肥则融合菌剂、有机肥与无机养分,实现速效与长效协同;生物刺激素类富含黄腐酸、腐植酸、氨基酸及海藻提取物,重点提升作物抗逆性;缓控释型生物肥通过包膜技术或生物炭负载微生物,达成养分与微生物的协同释放。这些类型在作用机理上各有侧重,共同构成了玉米绿色种植的技术支撑体系。

### 1.2 作用机理

新型生物肥促进玉米生长的机理主要体现在以下方面:改善根际微生态环境。功能微生物在玉米根际定殖后,通过分泌有机酸、铁载体、胞外多糖等物质,活化土壤难溶性养分,提高氮、磷、钾的有效性。研究显示,接种解磷菌可使土壤酸性磷酸酶活性增加,土壤磷可利用性显著提升;促进根系发育与养分吸收。微生物产生的生长素(IAA)、细胞分裂素等植物激素可刺激根系生长,增加根毛数量和吸收表面积。巴西固氮螺菌和荧光假单胞菌复合接种可使玉米根系干重增加40%,叶片氮含量提高15%。增强抗逆性能。在干旱、盐碱等逆境条件下,新型生物肥可诱导植物产生系统抗性。蓝细菌生物制剂处理使玉米脯氨酸含量和相对含水量提升1.2~4倍,显著缓解水分胁迫损伤。炭基木霉菌肥对玉米青枯病、纹枯病平均防效达68.9%,抗早衰率40%以上;延长肥效期,提高养分利用率。缓释型生物肥通过物理包埋或生物炭吸附,减少养分淋溶损失。生物智控肥料采用“网捕控失+生物增效”技术,既能锁住养分,又能激活作物抗逆信号。

## 2 新型生物肥对玉米农艺性状的影响

### 2.1 营养生长指标

新型生物肥对玉米营养生长具有显著促进作用,在株高、茎粗及叶片生理指标上均表现出积极效应。王剑琳等在兴仁市的田间试验表明,施用新型有机无机生物复混肥后,玉米株高达249.4 cm,较常规施肥(246.8 cm)增加2.6 cm;穗位高以新型缓释肥处理表现最优,达101.4 cm,较对照(97.8 cm)提高3.6 cm,反映出植株结构优化与养分分配协调性的增强。辽宁铁岭的大田示范进一步验证了这一趋势:生物智控肥料处理下,玉米平均株高较对照显著增加14.2 cm,茎秆粗度增加2.35 mm,叶绿素含量平均提升6.3个SPAD单位,光合效能与物质积累能力同步增强。茎秆粗度的增加对于提升玉米抗倒伏能力具有关键作用。施用新型生物肥后,玉米茎秆组织更为致密,基部节间充实度明显提高,有效降低了生长后期因风雨导致的倒伏风险。这种结构上的优化不仅增强了植株对逆境胁迫的缓冲能力,也为后续穗粒发育和产量形成提供了可靠的物质支撑。

### 2.2 穗部性状

穗部性状是构成玉米产量的核心因素,直接决定穗粒数与粒重,进而影响最终经济产量。大量研究数据表明,新型生物肥

处理对玉米穗长、穗粗、行粒数及千粒重等关键指标具有显著改善效应。在兴仁市的田间试验中,不同新型肥料表现出各自的性状优势:测土配方肥处理的穗长表现最为突出,达22.8 cm,较常规对照(20.4 cm)显著增加2.4 cm,为更多籽粒分化提供了空间基础;新型缓释肥则在穗粗和千粒重上占据优势,穗粗达19.8 cm,较对照(18.6 cm)增加1.2 cm,千粒重高达385 g,较对照显著提升,反映出籽粒灌浆充实度的提高;而新型有机无机生物复混肥处理的行粒数最多,达39粒,较对照显著增加,体现出穗粒结构的优化。这些穗部性状的协同改善,为产量提升奠定了直接的生物学基础。穗部性状的改善与新型生物肥的养分供应特性密切相关。缓释型生物肥能够根据玉米需肥规律持续供应养分,避免生长后期脱肥,保证籽粒灌浆充实。

### 2.3 生育进程

新型生物肥对玉米生育进程具有明显的调控效应,主要表现为生育后期的适度延长。兴仁市试验表明,不同施肥处理在出苗、拔节及大喇叭口期等前期生育节点基本一致,但成熟期出现显著分化:常规施肥区全生育期为141 d,测土配方肥区延长至145 d,而新型缓释肥和有机无机生物复混肥区均达147 d。与常规施肥相比,新型肥料处理生育期延长4~6 d。这一延长主要集中在灌浆中后期,得益于功能微生物与缓释养分的协同作用,维持了根系活力和叶片功能,使光合产物积累时间更长、籽粒灌浆更加充分,从而为提高粒重和最终产量奠定了重要生理基础。水分胁迫条件下,蓝细菌生物制剂处理可缓解干旱引起的开花延迟,维持正常的生殖生长进程。这表明新型生物肥在逆境条件下对生育进程的保护效应更为突出。

## 3 新型生物肥对玉米产量的影响

### 3.1 国内研究进展

国内多个玉米主产区的田间试验一致证实新型生物肥的增产效应。贵州省兴仁市试验中,新型缓释肥处理玉米产量671.56 kg/667m<sup>2</sup>,较常规施肥(626.59 kg/667m<sup>2</sup>)增产7.18%;新型有机无机生物复混肥处理669.51 kg/667m<sup>2</sup>,增产6.85%;测土配方肥处理668.19 kg/667m<sup>2</sup>,增产6.64%。辽宁省铁岭市试验显示,生物智控肥料处理理论亩产2531斤,实收亩产2398斤,较普通复合肥增产318斤,增幅14.4%。内蒙古通辽市万亩示范田实收测产表明,慕恩生物全程微生物解决方案处理玉米亩产达1271.5公斤,较常规对照增产14.35%。宁夏南部山区新垦梯田试验中,复合微生物肥料配施化肥处理玉米增产效果最为显著。

### 3.2 国际研究动态

国际学术界围绕生物肥与玉米产量的关系开展了系统研究。越南安江省冲积土上的盆栽试验表明,含三株解钾紫色非硫细菌混合菌株的固体生物肥配合100%钾肥施用,玉米单株产量达106.5 g,较不接种对照显著提高。巴西五个不同土壤气候区域的验证试验显示,多功能接种剂GRAP NOD PHOS处理玉米产量较对照提高12~23.3袋/公顷,平均增幅23%,且在全量磷肥减施50%条件下仍能达到相同产量水平。墨西哥农田试验表明,大刍草来源的合成微生物群落(SynCom)处理显著改变土壤微生物群

落结构,芽孢杆菌、泛菌属、沙雷氏菌等有益菌丰度增加,玉米产量和土壤功能协同提升。印度研究中,蓝细菌生物制剂处理在75%推荐氮量条件下仍能维持玉米正常生长,实现氮肥节约25%。

### 3.3 增产效应的影响因素

新型生物肥的增产效应受菌种组合、载体材料、土壤类型及施用方式等多重因素协同调控。在菌种组合方面,复合菌株通常优于单一菌株,固氮菌、解磷菌与促生菌等多菌协同可产生功能互补效应,更全面地促进养分转化与根系发育。载体材料上,生物炭、腐植酸及有机堆肥等不仅为功能微生物提供良好的定殖生境,还能显著延长其存活时间与田间持效期。土壤类型差异亦影响肥效表现:中低肥力土壤因基础养分匮乏,微生物活动空间大,生物肥的增产效应更为显著;而在高肥力土壤上,由于养分本底充足,生物肥的相对增效幅度有所减弱。此外,施用方式决定肥效释放与作物需求的同步性,种肥同播、苗期追施等精准施用技术可显著提高肥料利用率,减少无效损失,充分发挥生物肥的增产潜力。

## 4 新型生物肥的土壤生态效应

新型生物肥的土壤生态效应主要体现在三个方面:改善土壤理化性质。新型生物肥对土壤理化性质具有改良作用。外源碳添加显著提高土壤含水率、全氮、铵态氮、硝态氮、有效磷含量,对土壤容重和pH影响较小。新型缓释肥能够改善土壤结构,提高土壤肥力,减少养分淋溶损失;提升土壤生物学活性。微生物群落结构与活性是土壤健康的重要指标。施用生物肥后,土壤微生物量碳、微生物量氮显著增加,脱氢酶、 $\beta$ -葡萄糖苷酶、碱性磷酸酶等土壤酶活性增强。墨西哥农田试验中,生物肥处理使肠杆菌科细菌相对丰度从70%降至50%以下,而芽孢杆菌、假单胞菌等有益菌丰度显著增加。网络分析表明,生物肥处理提高了微生物互作网络的复杂性,芽孢杆菌成为关键枢纽物种,参与养分循环和生防调控;促进土壤碳固持。土壤有机碳是衡量土壤肥力的核心指标。外源有机物料添加显著提高土壤有机碳总量,其中可溶性有机碳、颗粒有机碳、矿物结合态有机碳和微生物量碳均显著增加。生物炭负载的微生物肥料不仅为功能菌提供载体,还直接补充稳定有机碳,实现培肥与固碳双重目标。

## 5 结束语

新型生物肥对玉米生长具有显著的农艺效应,通过改善根际微生态、促进养分吸收、增强抗逆性能等途径,实现玉米株高、茎粗、穗部性状的优化和产量的提升。国内外研究一致表明,新型生物肥可增产6.85%~23%,同时减少化肥投入、改良土壤环境,是推动玉米生产绿色转型的关键技术支撑。然而,新型生物肥的大面积推广应用仍面临挑战:一是菌株-土壤-作物匹配性

机理尚待深入阐明;二是产品货架期和田间效果稳定性有待提高;三是配套施用技术体系不够完善;四是农民认知度和接受度参差不齐。未来研究应聚焦以下方向:第一,基于微生物组学技术挖掘高效功能菌株,构建多菌协同的合成微生物群落;第二,开发生物炭、腐植酸等绿色载体材料,提升微生物存活率和定殖能力;第三,建立区域适配的新型生物肥施用技术规程,实现精准化、轻量化应用;第四,加强技术培训与示范推广,提高新型生物肥的普及率和应用效果。通过科技创新与推广协同发力,新型生物肥必将在保障粮食安全和农业可持续发展中发挥更大作用。

### [参考文献]

- [1]王剑琳.新型肥料对兴仁市玉米农艺性状及产量的影响[J].农技服务,2025,42(4):17-19.
- [2]肥中藏智慧测产见真章[EB/OL].辽宁东北丰专用肥有限公司,2025-10-22.
- [3]Nguyen T K,Tran T M,et al.Effects of solid biofertilizer containing potassium-solubilizing purple nonsulfur bacteria on potassium dynamics, growth, and yield of hybrid maize grown in dyked alluvial soils[J]. Open Agriculture, 2026, 11(1): 20250487.
- [4]Agrocete.平均增产23%:Agrocete混合菌株接种剂对玉米磷利用难题[EB/OL].世界农化网,2025-12-17.
- [5]Kumar A, Singh S, et al. Cyanobacterial bioformulations enhance growth and stress resilience in maize genotypes under moisture-limited conditions[J].World Journal of Microbiology and Biotechnology,2025,41:465.
- [6]陈捷,等.炭基木霉菌肥多元技术改良盐碱地提高作物产量[R].上海交通大学新农村发展研究院,2024.
- [7]Valdez F J, et al. Teosinte-derived SynCom and precision biofertilization modulate the maize microbiome, enhancing growth, yield, and soil functionality in a Mexican field[J].Frontiers in Microbiology,2025,16:1534327.
- [8]慕恩生物携手中国农科院重大科技任务项目实现玉米单产突破[EB/OL].农资与市场传媒,2025-10-29.
- [9]李一,张晴雯,韦欣媛,等.新垦梯田外源碳添加下的快速培肥效应[J].灌溉排水学报,2025,44(12):28-38.

### 作者简介:

王学军(1983--),男,汉族,河北张家口人,本科,从事农业农艺方向的工作和研究。