Research on the Action Mechanism and Application of New Microbial Fertilizer

Ya Ru[1] Xiaoye Bai[1] Chunmei Chen[1] Wei Tian[2] Haijun Chen[1*]

1. Inner Mongolia Research Institute of Science and Technology, Hohhot, Inner Mongolia, 010010, China
2. Inner Mongolia Autonomous Region Agriculture and Animal Husbandry Technology Extension Center, Hohhot, Inner Mongolia, 010011, China

Abstract

New microbial fertilizer is different from the traditional chemical fertilizer and organic fertilizer, mainly through the use of different functional microorganisms in nitrogen, phosphorus, potassium and other nutrients transformation ability, produce a series of beneficial to plant growth function fertilizer, so as to increase production, promote plant growth and improve the role of soil ecological environment. With the continuous development and improvement of biological technology, more and more new microbial fertilizers have been developed. This paper summarizes the application of new microbial fertilizer in soil improvement, crop production and other aspects from the perspective of the mechanism and application of new microbial fertilizer, and aims to provide some reference for promoting the healthy development of ecological agriculture with the application advantages of new microorganisms.

Keywords

new microbial fertilizer; action mechanism; application research; overview

新型微生物肥料作用机理与应用研究

雅茹[1] 白晓晔[1] 陈春梅[1] 田伟[2] 陈海军[1*]

1. 内蒙古科学技术研究院，中国·内蒙古 呼和浩特 010010
2. 内蒙古自治区农牧业技术推广中心，中国·内蒙古 呼和浩特 010011

摘　要

新型微生物肥料有别于传统化学肥料和有机肥料，主要通过利用不同功能微生物在氮、磷、钾和其他营养元素的转化能力，生产出系列对植物生长发育有益的功能肥料，从而实现增加产量、促进植物生长和改善土壤生态环境的作用。随着生物学技术不断发展与完善，越来越多的新型微生物肥料被研制出来。论文从新型微生物肥料作用机理与应用研究角度对新型微生物肥料在土壤改良、农作物生产等方面的应用进行了具体的概述，旨为借助新型微生物的应用优势，推动生态农业的健康发展提供一定的参考。

关键词

新型微生物肥料；作用机理；应用研究；概述

1 新型微生物肥料的概述

新型微生物肥料是现代农业中一种重要的生物肥料类型，它主要利用特定微生物的生理活动和代谢产物，为植物提供养分或改善植物的生长环境。新型微生物肥料的核心是高效菌株微生物，这些菌株是针对不同作物和土壤类型，经过人工筛选或生物工程技术筛选、转化和大量科学试验后获得的优良菌株[1]。其中，活性微生物数量是肥效充分发挥的基础，任何一种微生物肥料都必须含有足够的活性特定微生物。与传统的化学肥料相比，新型微生物肥料的应用优势非常突出。首先，新型微生物肥料不会对生态环境产生任何污染，可为农业生产的健康发展提供保证。其次，新型微生物肥料的肥力比较充足，功能比较多样化，能够满足各种农业施肥需求，应用成本相对较低，可有效提升土壤肥力。

新型微生物肥料制备技术主要包括微生物固氮技术、微生物水解技术和微生物磷酸化技术等，其中微生物固氮技术，即利用某些微生物的共生关系与大气中的氮气结合为氨，使氮固定转化为植物能够吸收的形式；微生物水解技术

【基金项目】内蒙古自治区科技计划项目（项目编号：2021GG0340）；自治区级横向研究项目（项目编号：NMLCZ-2023-001）资助。

【作者简介】雅茹（1985-），女，蒙古族，中国内蒙古赤峰人，硕士，工程师，从事科研管理、实验室检验检测、分析化学等研究。

【通讯作者】陈海军，博士，副研究员，从事农业生态学、植物营养学和肥料学等研究。

则通过活性微生物对有机质进行分解，释放出大量微量元素和生物活性物质；微生物磷酸化技术是利用某些微生物在土壤中磷酸化反应，将有机磷物质转化为无机磷物质，提供植物磷素所需的养分。

新型微生物肥料产品主要包括硅酸盐菌剂、复合菌剂和复合微生物肥料等，它们既具有高肥效，又具有刺激作物生长及提高作物防病能力的作用，还可以改良土壤、培肥地力、激活迟效态养分、节本增效等特点。可见，新型微生物肥料作为一种环保、高效的生物肥料，在农业生产中发挥着越来越重要的作用，具有广阔的市场前景和发展潜力。

2 新型微生物肥料主要种类及其特点

新型微生物肥料主要种类包括：

①微生物菌剂：这是一种直接含有目标微生物的活体制品，其作用是改善植物生长条件，增加植物养分吸收能力。微生物菌剂通常包括固氮菌、解磷菌、解钾菌等。

②复合微生物肥料：这是一种将微生物菌剂与营养物质（如氮、磷、钾等）复合制成的肥料。它不仅含有微生物活性成分，还含有作物生长所需的营养元素。

③生物有机肥料：这是利用畜禽粪便、农作物秸秆等有机废弃物，通过微生物发酵制成的肥料。它含有丰富的有机质和微生物，可以改善土壤结构和提高土壤肥力。

上述肥料类型具有以下特点：

①环保性：新型微生物肥料来源于自然，利用微生物的生理活动进行养分转化，不产生污染，符合环保要求。

②高效性：微生物肥料中的微生物可以分解土壤中的有机物质，将其转化为植物可以吸收的营养元素，从而提高植物的生长速度和产量。

③改良土壤：微生物肥料可以改善土壤结构，增加土壤有机质含量，提高土壤肥力和保水能力，有助于维持土壤生态平衡。

④提高作物品质：微生物肥料可以促进作物根系的生长，提高作物对养分的吸收和利用效率，从而改善作物的品质。

⑤安全性：与传统的化学肥料相比，微生物肥料对环境和人体健康更安全，无残留问题。

⑥适用性广：新型微生物肥料适用于各种土壤类型和作物，可以广泛应用于农业生产中。

3 新型微生物肥料作用机理

3.1 促进营养元素吸收

新型微生物肥料，能够促进农作物更好地吸收营养元素，实现高产和优产。目前，新型微生物肥料在促进农作物吸收 N、P、K 等元素方面的优势非常突出。

首先，从 N 素角度分析，生物固作用过程就是满足农作物生长过程中对 N 素的吸收过程。而新型微生物肥料通过以下三种菌群，提高农作物的固氮能力等 [2]。农作物的固氮能力提高，其在生长过程中的 N 素需求也就能得到满足。

其次，新型微生物肥料能够强化农作物对 P 素的吸收。一般情况下，土壤中的 P 与铁、铝、钙等元素融合，会生成难溶化合物，影响农作物对 P 素的吸收。新型微生物肥料的应用，则能够对这些难溶化合物进行溶解，或分解极少部分有机磷，使之形成无机磷化合物，活化磷元素。

最后，土壤环境中的含钾硅酸盐矿物质是一种难溶物质，一定程度影响农作物吸收 K 素。对新型微生物肥料加以利用，通过大量有机酸的分泌物，使难溶物质快速溶解，生成生物膜，形成细菌 - 矿物复合体，释放出大量 K 元素。这样，只需要通过氧化还原反应过程，最大限度地满足农作物生长过程中对 K 素需求。

3.2 促进农作物激素分泌

新型微生物肥料可帮助农作物分泌更多的激素类物质，并对农作物的生长发育产生影响。例如，玉米作物与固氮菌之间的相互作用，就会产生大量的 IAA 物质，这种物质就是一种激素类物质，会对玉米根系的生长产生积极的影响，为玉米作物的产量与质量提高提供保证 [3]。另外，还有很多农作物根圈细菌也能分泌出激素类物质（例如 IAA 物质、吲哚丁酸物质等），这些激素类物质，不仅能够促进农作物根部的生长，还可以为农作物的健康生长提供保证。新型微生物肥料应用过程中，使农作物分泌出大量的赤霉素，对农作物芽、叶的生长产生有效的刺激，提高农作物的产量与质量。

3.3 促进次级代谢产物生成

微生物可以生成次级代谢产物，即使这些次级代谢产物不会直接促进农作物的生长，却能抑制病原体的发展，提高农作物的抗病能力，为农作物产量与质量的提供保证。例如，ACC 脱氨酶就是一种抑病微生物，不仅对农作物生长过程中可能出现的多种病原产生抑制作用，并对农作物的生长，还可以对农作物中的乙烯含量进行调控，以免农作物内的乙烯含量过多而生长受限。另外，丛枝菌能够明显对农作物系统的抗性进行优化，提高农作物的抗病能力。

4 新型微生物肥料的具体应用

4.1 在土壤改良中的应用

新型微生物肥料中所包含的功能微生物具有分解有机质的能力，可将土壤中有机物分解成二氧化碳、水和一些有机酸、酶等植物生长所需的营养物质，提高植物的养分吸收能力和促进植物的生长发育。具体而言，肥料中的微生物可以分解土壤中的硝酸盐和铵盐，将其转化为植物所需的氮元素；还可以分解土壤中的磷酸盐，将其转化为植物所需的磷元素，这些营养物质对于植物的生长至关重要，可以显著促进植物的生长发育。

一方面，在土壤系统运行过程中，新型微生物肥料与土壤环境中有机菌接触，形成优势菌群。优势菌群代谢后，

形成土壤微生物系统，对土壤环境中的有机物质进行降解，并对土壤环境中的有害病菌发展进行抑制。新型微生物肥料还能够对植物生理活性物质产生刺激，为农作物的生产调控、农作物抗旱与抗病能力等方面奠定好基础，也能降低病虫害问题对农作物生长的影响 [4]。另外，新型微生物肥料能够增加土壤环境中的微生物种类和数量，丰富土壤环境中的微生物菌群，增加土壤中的有机质含量，改善土壤结构，增强土壤的保水能力和通气性，促进土壤微生物的繁殖和活动，形成良好的土壤生态环境。

另一方面，新型微生物在养分转化、物质循环方面发挥重要作用，既能够对土壤环境中的动植物残体及有机物进行分解将其中存在的养分物质释放出来，也能够对除草剂、杀虫剂等物进行分解，保持土壤环境的生态平衡性；还能够对团粒结构、土壤胶体的形成产生影响，增强土壤物理性能。

4.2 在农作物生产中的应用

在大田农作物生产与推广过程中，与其他普通肥料相比，新型微生物肥料的应用成本相对偏高。如果调整新型微生物肥料的施加量，不仅可增加农作物的产量，还可将肥料使用成本控制在农民能够接受的范围内，增加农作物的产量，提高农作物的质量，为农民群众经济效益的提高提供保证。根据研究，新型微生物肥料的使用，能够将辣椒的总产量在原有基础上提高 7.6%；将花生的总产量提高 21%；能够控制小麦植株高度，增加穗粒数，实现小麦作物产量的提高；蔬菜产量提高 9.6%~40%，并优化蔬菜经济性状 [5]。

在西红柿种植过程中，新型微生物肥料促使西红柿在生长发育过程中从土壤环境中汲取更多养分，不仅可提高西红柿的品质，还可提高西红柿的抗病侵染 [6]。

5 新型微生物肥料的发展前景

随着人们环保意识不断增强，农业生产领域一直在探索绿色可持续发展道路，其中农药化肥科学减量增效（即“减肥降药”）是一项有效的途径之一。需要特别指出的是，近年来新型微生物肥料与褐煤发酵技术结合使用，不仅能够提高新型微生物肥料的利用效率，有效地促进农业的健康发展。褐煤是我国现阶段利用率相对偏低的一种低品位、高水位煤炭资源，利用专门的发酵技术，将褐煤转化成有机肥料，再利用微生物对褐煤发酵过程中产生的有机物质进行分解，可以生成容易被农作物吸收的营养成分，这种肥料不仅含有丰富的 N、P、K 等矿质元素，还有丰富的微生物和微量元素，有效增强土壤肥力，为农作物的产量与质量提供保证。根据研究结果显示，将新型微生物肥料与褐煤发酵技术深度结合起来，可以发挥出“1+1 ＞ 2”的作用。其一，新型微生物肥料中的有益微生物，能够对褐煤发酵过程产生促进作用，使褐煤的发酵效率得到提高。其二，褐煤发酵过程中会产生大量的有机肥料，可以将更多的营养物质提供给微生物，使得微生物的快速生长与繁殖，二者间相互促进，使得新型微生物肥料与褐煤发酵技术的融合，在农业生产领域中有着极为广泛的应用前景。

总的来说，新型微生物肥料是一种有着极大发展潜力的生物性肥料。新型微生物肥料通过改善土壤生态环境和提高植物的养分吸收能力，实现增加产量、促进植物生长和改善农产品品质的目的。同时，由于其环保、高效的特点，新型微生物肥料在农业生产中具有广阔的应用前景和发展潜力。目前，这种新型生物性肥料已经在土壤改良、农作物生产等领域中得到广泛的应用。在增产效果研究方面，新型微生物肥料可以有效地提高农作物的产量，其增产效果远高于传统肥料。例如，在小麦生产中应用新型微生物肥料可以显著提高小麦的产量 [7]。土壤生态环境改善研究方面，新型微生物肥料在土壤改善方面也有很好的效果。一些研究表明，新型微生物肥料可以改善土壤结构，增加土壤有机质含量和对植物养分的利用率 [8]。其他研究方面，新型微生物肥料在生长促进、延长保鲜时间、提高品质等方面也有应用研究。例如，它可以促进果实的生长发育和提高果实品质，还可以延长果实的保鲜期限 [9]。因此，我们相信在未来的一段时间内，这种新型生物性肥料在其他更多领域中的应用潜力与应用价值会更加凸显出来。

参考文献

[1] 田晔,张明旭,李朝品.污染防治和农业用土壤微生物筛选的生物安全性问题与建议[C]//2011年环境污染与大众健康学术会议,2011.

[2] 孟昭杰,张莹莹,孟昭伟,等.一种新型微生物有机肥料在水稻种植上的应用研究[J].农业科技通讯,2021(8):70-72.

[3] 吴秀芳,赵光鑫,马露,等.新型微生物肥料沃益多在姜黄上的应用研究[J].四川农业科技,2017(2):44-47.

[4] 王仁爱.新型微生物肥料对土壤养分及植物生长的影响[J].农家科技(下旬刊),2018(12):262.

[5] 刘京京,陈学文,梁爱珍,等.微生物肥料及其对黑土旱田作物应用的效果[J].土壤与作物,2023,12(2):179-195.

[6] 周军,张莉,刘江河,等.复合微生物肥料在温室黄瓜上的应用效果[J].现代农业科技,2023(12):53-55.

[7] 祝志钢,蔡正宏.新型复合微生物肥在小麦生产上的应用效果分析[J].上海农业科技,2013(2):87-88.

[8] 朱莉静.行业发展新风口,微生物肥料新时代——“五福生菌肥”,土壤与作物健康在行动[J].营销界,2016(15):2.

[9] 罗民.番茄制种中后期管理技术[J].现代农村科技,2008(15):11-12.