

微生物肥料的发展与土壤生物肥力的维持

李俊, 姜昕, 李力, 沈德龙

(农业部微生物肥料和食用菌菌种质量监督检验测试中心/
中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京 100081)

摘要: 综述了我国微生物肥料行业的发展状况、标准体系构建与未来微生物肥料的研究发展趋势。在介绍土壤生物肥力的概念及其内涵基础上, 阐述了微生物在土壤生物肥力形成和维系过程中的核心作用, 以及微生物肥料在我国农业可持续发展中的不可替代地位。

关键词: 微生物肥料; 土壤生物肥力; 农业可持续发展

中图分类号: S144 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-6257(2006)04-0001-05

微生物肥料又称生物肥料、菌肥、接种剂, 是一类以微生物生命活动及其产物导致农作物得到特定肥料效应的微生物活体制品。由于微生物种类繁多、功能多样, 研究和应用的潜力巨大^[1]。目前, 微生物肥料在培肥地力, 提高化肥利用率, 抑制农作物对硝态氮、重金属、农药的吸收, 净化和修复土壤, 降低农作物病害发生, 促进农作物秸秆和城市垃圾的腐熟利用, 保护环境, 以及提高农作物产品品质和食品安全等方面已表现出不可替代的作用^[2]。尤其是在人类面临能源危机、资源紧缺、环境污染等压力下, 为了我国农业的可持续发展, 研究和应用微生物肥料是一条必由之路, 近 10 年的实践也已证明了这一观点。据 2004 年的统计, 生物肥料在优质农产品的生产方面, 如国家生态示范区、绿色和有机农产品基地等已成为肥料的主力军, 其用量超过 150 万 t, 约占我国生物肥料年产量的 30%, 而这一数字还呈不断上升趋势。可以说, 微生物肥料的研究和应用比以往任何时期都更加受到世界各国的重视。随着科学研究的深入, 微生物的作用和在我国农业可持续发展中的地位将会更为突显^[3]。

本文在综合分析我国微生物肥料行业发展状况、标准体系及研究、发展趋势的基础上, 介绍了土壤生物肥力、微生物在土壤生物肥力形成和维系

过程中的核心作用, 展望了微生物肥料在我国农业可持续发展中的良好应用前景。

1 我国微生物肥料行业发展现状

我国微生物肥料行业经过了 60 余年的发展历史, 尤其是近十多年的稳定快速发展阶段, 目前已形成了一个具有中国特色的产业^[2,4,5]。我国微生物肥料行业的发展现状概述如下:

(1) 微生物肥料产业初具规模, 已成为我国农业生物产业的重要组成部分。国内现有微生物肥料生产企业 500 个以上, 年产量约为 500 万 t, 在我国肥料家族中所占的比例逐年增加, 应用面积累计近亿亩, 目前已有 498 个 (至 2006 年 5 月) 产品取得农业部的登记证 (临时或正式登记)。

(2) 产品种类不断增加, 使用菌种不断扩大。目前在农业部登记的产品分为菌剂类和菌肥类二个大类, 共有 11 个品种。9 个菌剂类品种分别是: 根瘤菌剂、固氮菌剂、硅酸盐菌剂、溶磷菌剂、光合菌剂、有机物料腐熟剂、产气菌剂、复合菌剂和土壤修复菌剂; 2 个菌肥类产品是复合生物肥料和生物有机肥。在已登记产品中, 菌肥类产品数量占登记总数的 30% 左右, 菌剂类产品占 70%。目前在微生物肥料使用菌种方面, 涉及细菌、放线菌、丝状真菌、酵母菌等 110 多个种, 而且还在不断增加。另外, 用于减轻和克服作物连作障碍、农药降解等微生物肥料新产品将陆续研发应用。

(3) 使用效果逐渐被使用者认可, 应用范围不断拓宽。大量的试验表明, 微生物肥料的应用效果不仅表明在作物产量增加上, 而且表现在农产品

收稿日期: 2005-06-06

作者简介: 李俊 (1965-), 男, 江西瑞金市人, 博士, 研究员, 主要从事农业微生物应用基础和微生物肥料标准与质检技术研究。

质的改善、提高化肥利用率、改良或修复土壤、降低病虫害的发生、保护农田生态环境等多方面。在应用对象范围上,不仅蔬菜、粮油作物上微生物肥料大量应用且反应良好,近几年在果树和中草药种植中微生物肥料应用发展极为迅速,并在改善品质上效果非常显著,形成了新的热点。

(4) 微生物肥料产品进出口日趋活跃,已步入世界经济全球化轨道。目前有 20 余个境外产品进入我国市场,并在国内进行了试验,已有 10 个产品获得登记证。随着经济全球化进程的加快,将有更多外国产品进入中国的农资市场。同时,我国也有 10 个产品出口至澳大利亚、日本、美国、匈牙利、波兰、泰国等国家和地区。

(5) 微生物肥料标准体系建设基本建成,产品的生产应用及其质量监督有据可依。在各方面的支持下,经过近 10 年的工作,我国的微生物肥料标准框架基本建成。其标志是构建了由通用标准、使用菌种安全标准、产品标准、方法标准和技术规程

5 个层面 19 个标准组成的我国微生物肥料标准体系框架。具体的标准名录见表 1。微生物肥料标准体系框架的构建,实现了标准内涵从数量评价为主到质量、数量兼顾的转变,将菌种的功能性指标、酶活性指标和内源活性物质指标等纳入到标准中;确定了微生物肥料使用菌种和产品安全性评价的主要技术参数及指标,安全分级目录收录的菌种从 40 种增加至 110 多种。其应用将促进产品质量安全的提高,更好地推动我国微生物肥料行业的健康发展^[2,5]。

另外,国家产业政策对微生物肥料行业发展给予的重视和支持稳步加大,在科研资金支持力度和产业化示范项目建设上的立项都是空前的,也是促进我国微生物肥料行业发展的重要因素。

按现在的发展势头,今后 5 年我国的微生物肥料总产量可望达到 800 万~1000 万 t,成为肥料家族中的重要成员之一。可以预料,我国微生物肥料产业在新形势下,将会在农业生产中发挥更大的作用。

表 1 微生物肥料行业标准

类别	标准名称	标准号	
通用标准	1.微生物肥料术语	NY/T 1113-2006	
	2.农用微生物产品标识要求	NY 885-2004	
菌种安全标准	3.微生物肥料生物安全通用技术准则	NY 1109-2006	
	4.硅酸盐细菌菌种	NY 882-2004	
产品标准	5.根瘤菌肥料	NY 410-2000	
	6.固氮菌肥料	NY 411-2000	
	7.磷细菌肥料	NY 412-2000	
	8.硅酸盐细菌肥料	NY 413-2000	
	9.光合细菌菌剂	NY 527-2002	
	10.有机物料腐熟剂	NY 609-2002	
	11.复合微生物肥料	NY/T 798-2004	
	12.生物有机肥	NY 884-2004	
	13.农用微生物菌剂	GB/T 20287-2006	
	方法标准	14.肥料中粪大肠菌群值的测定	GB/T19524.1-2004
		15.肥料中蛔虫卵死亡率的测定	GB/T19524.2-2004
技术规程	16.农用微生物菌剂生产技术规程	NY/T 883-2004	
	17.微生物肥料实验用培养基技术条件	NY/T 1114-2006	
	18.微生物肥料田间试验技术规程	起草中的农业行业标准	
	19.微生物肥料使用准则	起草中的农业行业标准	

2 微生物肥料研究和发 展趋势

我国的微生物肥料行业与其他国家相比,具有品种种类多、应用范围广的特点,尤其是在研制开发及应用功能微生物与有机营养物质、微生物与无机营养物质复合而成的新产品方面,处于领先地位。这些产品目前在我国已形成较大生产规模,在提高化肥利用率、降低化肥使用量和减少环境污染

等方面,已取得了较好的效果,研制开发具有广阔前景^[6,7]。然而,由于我国长期在微生物肥料研究方面缺乏投入,使得我国的生物肥料产业依然存在整体水平不高、技术创新不足、产品质量与应用效果表现欠稳定,这些都是我国微生物肥料行业急需解决的问题,也是行业进一步发展必须解决的难题^[2]。分析我国微生物肥料产业发展历程,结合我国和世界农业可持续发展的需要,以下 4 个方面将

会是下一阶段研究和应用的重点。

2.1 选育性能优良菌株是微生物肥料功效的核心环节

采用现代高通量和常规菌种筛选技术,并结合现代基因工程技术手段,筛选培育具有营养促生、腐熟转化、降解修复等功能的优良菌株,是研制一批有节肥增产、降耗培肥、改良土壤和提高品质等高效多功能、安全实用的微生物肥料产品的基础和关键。重点是筛选可提供作物固氮(根瘤菌)、解磷(AM真菌等)、解钾功能的微生物菌种,减轻和克服作物病害与连作障碍的新资源,以及修复土壤和分解腐熟有机物料的功能菌群。具体内容包括开展分离、筛选的优良菌种的分类、培养特性、有效性指标、代谢产物,以及菌种对于土壤、作物品种的适应能力或要求等研究^[7,8]。

2.2 功能菌株菌群的组合是微生物肥料功效的保证

自20世纪90年代后期,微生物肥料的研究与应用有向多菌株复合方向发展的趋势,不同功能的多菌株组合、功能互补的复合微生物肥料已成为研究和应用的主要发展方向。这需要研究者在深入了解有关微生物特性的基础上,采用新的技术手段,根据用途把几种所用菌种进行科学、合理组合,使某种或几种性能的菌种组合后微生物肥料功效明显提高,发挥复合或联合菌群的互惠、协同、共生等作用,排除相互拮抗的发生^[8,9]。

2.3 微生物肥料生产工艺和设备的改进是产品质量提高和效果稳定的基础

我国微生物肥料质量的提升和应用效果的稳定,需要全行业采用现代发酵工程和自动控制技术,以提高产品中功能微生物密度;采用保护剂和包装新材料,延长菌剂的货价期;使生产设备逐渐走向自动化,工艺流程趋于合理,能准确确定运行参数的量化指标;同时降低生产成本。重点以根瘤菌、胶胨样芽孢杆菌及其他应用性良好的芽孢杆菌菌株为代表,研究其菌体和芽孢高密度形成的条件和障碍因子,通过代谢调控等手段,实现菌体数量(或芽孢成率)以及其他功能性物质的提高,并完成其放大和产业化^[10,11]。

2.4 功能产品研究和应用是微生物行业发展的推动力

目前研发的热点产品主要是有机物料腐熟菌剂(也称发酵菌剂)、土壤修复菌剂(重茬、解毒、农

药降解等)、根瘤菌剂和生物有机肥。研制开发防治连作障碍产品应针对我国目前农业生产中蔬菜、中药材连作及保护地耕作下广泛存在病害发生、品质下降等问题,采用分子生态学方法分析评价连续耕作、保护地耕作下的作物根际微环境,找出障碍因子;通过筛选利用能够改善根际微域的微生物组成,达到促进作物对营养物质的吸收与利用,控制病虫害的发生,提高作物产量和品质。腐熟菌剂和生物有机肥的研究对于我国农业生产的可持续发展具有重大的意义,以秸秆和畜禽粪便快速腐熟为目标,构建快速分解秸秆、畜禽粪便等有机物料的快速复合菌系,完成秸秆、畜禽粪便等有机物料的快速腐熟和无害化处理。在根瘤菌产品研究和应用方面,应针对我国高效共生固氮菌剂产品种类相对单一,存在应用效果不甚明显、稳定性不能满足实际需要的问题,以在中西部具有良好应用前景和效果的豆科牧草、豆科中药材,以及我国主要的豆科作物如花生、大豆为应用对象,研制抗逆性强、固氮性能高的根瘤菌剂产品^[10-12]。

3 微生物肥料在恢复与维持土壤肥力中的不可替代作用

3.1 生物肥力概念的提出丰富了微生物肥料的理论内涵

随着世界各国对农业可持续发展的日益重视,对土壤生产能力的可持续性提出了更高的要求。特别在我国人口多、耕地少、面临粮食安全的严峻形势下,如何保障土壤的可持续生产能力尤为重要。近几年科学研究发现,土壤生物在土壤肥力和农业生产能力上的重要性不可或缺,提出了土壤生物肥力(soil biological fertility)的概念和相关的评价体系^[13]。

土壤生物肥力是指生活在土壤中的微生物、植物根系等有机体为植物生长发育所需的营养和理化条件做出的贡献。同时,生物过程对土壤的物理、化学特性起到良好的促进和维持作用。它与物理肥力、化学肥力共同构成土壤肥力3个不可或缺的组分。

土壤生物肥力与物理肥力、化学肥力相比,其显著特征是:(1)生物种群的多样性,表现在土壤生物肥力形成和作用过程是由多种生物参与的综合结果。(2)动态性,即其测定值随着时间而变化,目前测定生物过程对植物生长作用经常是间接的,

因此准确测定它对作物产量的贡献还存在技术上的困难。

微生物是生物肥力的核心,是共同构成土壤肥力3个不可或缺的核心组分。土壤生物过程在分析评价各种土壤类型和环境非常重要,不可缺少,而且过程是多种生物参与的综合结果。人工接种微生物,即施用微生物肥料,是维持和提高土壤肥力的有效手段,在我国现有栽培与管理(如不合理或过多使用化肥、复种指数高、不合理使用农药等)下是不可避免的^[14,15]。

3.2 生物肥力是土壤肥力的重要组分

生物肥力与物理肥力、化学肥力共同构成土壤肥力3个不可或缺的组分。土壤生物过程在分析评价各种土壤类型和环境非常重要,其过程由多种生物参与,并最终形成特定的功能。如果不对生物肥力这一土壤肥力中的重要组成足够重视,开展相关研究,那么就会忽视土壤生物过程,而仅认为土壤生物是土壤物理和化学肥力之间的一个媒介,而不是一个与之同等重要的方面^[13]。

有关土壤生物肥力、土壤化学肥力(soil chemical fertility)和土壤物理肥力(soil physical fertility)的定义比较列于表2。虽然目前对于土壤生物肥力尚无一个简明、定量的描述,但“土壤生物肥力”已在农业生产中得到了广泛应用^[13]。

表2 土壤肥力及其3个组分的定义

土壤肥力及其组成成分	定义
土壤肥力	土壤为植物生长发育提供所需的物理、化学、生物需求的能力。同时也包括土壤持续、安全方面的能力。
土壤生物肥力	生活在土壤中的微生物、动物、植物根系等有机体为植物生长发育所需营养的贡献。同时,生物过程对土壤的物理、化学特性起到良好的促进和维持作用。
土壤化学肥力	土壤为植物生长发育提供所需的化学养分、条件的能力。同时它应对土壤物理和生物过程,以及养分循环具有促进作用。
土壤物理肥力	土壤为植物生长发育提供所需的物理条件的能力。同时它具有维持土壤结构不被破坏、不被侵蚀和流失的能力,并对土壤生物和化学过程起到促进作用。

注:表中所给定义为总体的、概念性的,因为其不能用精确数量或特定单位来表达。对于一个特定地域来说,其土壤肥力及其组分的量化指标取决于土壤的内在特性。

3.3 微生物在生物肥力中的主导作用和不可替代地位

由细菌、真菌、放线菌、微藻类组成的微生物,

对于土壤中有机物分解、养分转化和循环具有不可替代的作用。通常用土壤中的微生物活性评价有机物质的分解,被认为是最直接的参数。有机物的分解由异养微生物主导进行,通过分解释放养分,维持营养物质的循环,最典型的是氮、磷和硫素的循环。微生物也可通过自身细胞固定碳素和其它营养物质。活的微生物总量,也称微生物生物量,是土壤中能量和营养转化的主要推动者,也称之为原动力,它还是土壤中物质循环和养分的主要调控者^[15,16]。

微生物种群的广泛多样性以及其分解物质的能力,是实现以下各种功能的基础。微生物在土壤物质循环和养分转化的主要功能表现在:(1)分解有机物和动植物残体,释放养分;(2)转化复合物的化学形态,改变这些物质的有效性;(3)分解杀虫剂和除草剂等复合物;(4)产生抗生素或其他拮抗特性,维持生态平衡或抵抗土传病害;(5)产生黏合物质利于土壤胶体和团粒结构形成;(6)通过共生作用,如根瘤菌共生固氮和菌根真菌,为植物提供营养。在土壤养分转化和循环过程中的重要微生物过程见表3。

表3 土壤养分转化和循环过程中的重要微生物过程

微生物过程	参与过程的一些微生物类群
养分供应:	
有机质的矿化	异养型微生物(Heterotrophic microorganisms)
矿物质的溶解	青霉(<i>Penicillium</i> sp.),假单胞菌(<i>Pseudomonas</i> sp.),芽孢杆菌(<i>Bacillus</i> sp.)
营养的转化和合成:	
甲烷氧化	甲基球菌(<i>Methylococcus</i> sp.),甲基杆菌(<i>Methylobacter</i> sp.)
硝化	亚硝化螺菌(<i>Nitrosospira</i> sp.),亚硝化单胞菌(<i>Nitrosomonas</i> sp.),硝化杆菌(<i>Nitrobacter</i> sp.)
非共生固氮	固氮螺菌(<i>Azospirillum</i> sp.),固氮菌(<i>Azotobacter</i> sp.)
共生固氮	根瘤菌(<i>Rhizobium</i> sp.),鱼腥蓝细菌(<i>Anabaena</i> sp.)
硫氧化	硫杆菌(<i>Thiobacillus</i> sp.),异养型微生物(Heterotrophic microorganisms)
营养流失:	
产生 CO ₂	异养型微生物(Heterotrophic microorganisms)
产生 CH ₄	甲烷杆菌(<i>Methanobacterium</i> sp.),甲烷八叠球菌(<i>Methanosarcina</i> sp.)
反硝化(N ₂ , N ₂ O)	芽孢杆菌(<i>Bacillus</i> sp.),假单胞菌(<i>Pseudomonas</i> sp.),土壤杆菌(<i>Agrobacterium</i> sp.)
SO ₄ 还原 H ₂ S	脱硫弧菌(<i>Desulfotribrio</i> sp.),脱硫单胞菌(<i>Desulfomonas</i> sp.)

人们采用的农业措施,对微生物种群结构及其在土壤中的运动和扩散都有重要的影响。尤其是使

用化肥、农药和机械作业,更为明显。目前在化学肥料为主的农业体系中,微生物过程对营养供应和植物生长方面起到重要作用。然而,大量的化肥、农药和机械投入不仅增加了成本,还难以达到预期的效果。这其中的一个主要原因是忽视了对微生物在维持土壤肥力和作物生长中的作用。

所以,从我国农业发展的战略高度来说,发展微生物肥料产业是可持续农业、生态农业的要求,也是我国目前无公害食品和绿色食品生产的现实需要,更是减少化肥和农药用量、降低环境污染的必然选择。

参考文献:

[1] 葛诚,等.微生物肥料生产应用基础[M].中国农业科学出版社,2000.
[2] 李俊,等.我国微生物肥料行业的现状与发展对策[J].农业质量标准,2003,3:27-29.
[3] 肥料登记指南[M].中国农业出版社,2002.
[4] 李学勇,等.2002中国生物技术发展报告[M].中国农业出版社,2003.
[5] 中国生物技术产业发展报告(2003年)[M].化学工业出

版社,2004.
[6] 朱昌雄,等.我国生物肥料标准研究进展及建议[J].磷肥与复肥,2005,20(4):5-7.
[7] 盛下放,等.硅酸盐细菌NBT菌株解钾机理初探[J].土壤学报,2002,39(6):863-871.
[8] 赵平娟,等.菌根提高植物抗病机理的研究[J].西北林学院学报,2004,19(1):93-97.
[9] 连宾,等.硅酸盐细菌解钾作用机理的综合效应[J].矿物学报,2002,22(2):179-183.
[10] 齐国辉,等.丛枝菌根真菌对重茬银杏生长及抗病性的影响[J].河北林果研究,2002,17(1):58-61.
[11] 李章良,等.土壤污染的生物修复技术研究进展[J].生态科学,2003,22(2):189-192.
[12] 冯宏,等.菌剂对堆肥的作用及其应用[J].生态环境,2004,13(3):439-441.
[13] Lynette K. A.. Soil Biological Fertility: A key to sustainable land use in agriculture, 2003. 99-102.
[14] 刘健,等.微生物肥料作用机理的研究新进展[J].微生物学杂志,2001,21(1):33-36.
[15] 王光祖.微生物肥料对土壤肥力的影响[J].上海农业科技,2005,(1):101-102.
[16] 喻子牛,等.农业微生物研究及产业化进展[M].中国农业出版社,2004.

Development of microbial fertilizer and maintaining of soil biological fertility

LI Jun, JIANG Xin, LI Li, SHEN De-long

(Center for Quality Testing and Supervision for Microbial Fertilizer and Edible Mushroom Spawn, Ministry of Agriculture
Institute of Agricultural Resources and Regional planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081)

Abstract: This paper discussed the progress of research, application situation, standard framework and developing trend of microbial fertilizer industry in China. Furthermore, the concept of soil biological fertility was introduced. Baced on the concept, the key effects of functional microorganisms in the developing and maintaining of soil biological fertility, and its irreplaceable status in the development of China's sustainable agriculture were also discussed.

Key words: microbial fertilizer; soil biological fertility; sustainable development of agriculture

微生物肥料的发展与土壤生物肥力的维持

作者: [李俊](#), [姜昕](#), [李力](#), [沈德龙](#), [LI Jun](#), [JIANG Xin](#), [LI Li](#), [SHEN De-long](#)
作者单位: [农业部微生物肥料和食用菌菌种质量监督检验测试中心/中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京, 100081](#)
刊名: [中国土壤与肥料](#) **ISTIC PKU**
英文刊名: [SOIL AND FERTILIZER SCIENCES IN CHINA](#)
年, 卷(期): 2006, (4)
被引用次数: 13次

参考文献(16条)

1. [葛诚](#) [微生物肥料生产应用基础](#) 2000
2. [李俊](#) [我国微生物肥料行业的现状与发展对策](#)[期刊论文]-[农业质量标准](#) 2003
3. [肥料登记指南](#) 2002
4. [李学勇](#) [2002中国生物技术发展报告](#) 2003
5. [中国生物技术产业发展报告\(2003年\)](#) 2004
6. [朱昌雄](#) [我国生物肥料标准研究进展及建议](#)[期刊论文]-[磷肥与复肥](#) 2005(04)
7. [盛下放](#) [硅酸盐细菌NBT菌株解钾机理初探](#)[期刊论文]-[土壤学报](#) 2002(06)
8. [赵平娟](#) [菌根提高植物抗病机理的研究](#)[期刊论文]-[西北林学院学报](#) 2004(01)
9. [连宾](#) [硅酸盐细菌解钾作用机理的综合效应](#)[期刊论文]-[矿物学报](#) 2002(02)
10. [齐国辉](#) [丛枝菌根真菌对重茬银杏生长及抗病性的影响](#)[期刊论文]-[河北林果研究](#) 2002(01)
11. [李章良](#) [土壤污染的生物修复技术研究进展](#)[期刊论文]-[生态科学](#) 2003(02)
12. [冯宏](#) [菌剂对堆肥的作用及其应用](#)[期刊论文]-[生态环境](#) 2004(03)
13. [Lynette K A](#) [Soil Biological Fertility:A key to sustainable land use in agriculture](#) 2003
14. [刘健](#) [微生物肥料作用机理的研究新进展](#)[期刊论文]-[微生物学杂志](#) 2001(01)
15. [王光祖](#) [微生物肥料对土壤肥力的影响](#)[期刊论文]-[上海农业科技](#) 2005(01)
16. [喻子牛](#) [农业微生物研究及产业化进展](#) 2004

相似文献(1条)

1. 会议论文 [李俊](#), [姜昕](#), [李力](#), [沈德龙](#) [微生物肥料行业现状及其发展趋势](#) 2006

本文综述了我国微生物肥料行业现状、标准体系建设状况、未来微生物肥料的研究与行业发展的趋势,在介绍土壤生物肥力的概念及其内涵基础上,阐述了微生物在土壤生物肥力形成和维系过程中的核心作用,以及微生物肥料在我国农业可持续发展中的不可替代地位。微生物肥料又称生物肥料、菌肥、接种剂,是一类以微生物生命活动及其产物导致农作物得到特定肥料效应的微生物活体制品。由于微生物种类繁多、功能多样,研究和应用的潜力巨大[1]。目前,微生物肥料在培肥地力,提高化肥利用率,抑制农作物对硝态氮、重金属、农药的吸收,净化和修复土壤,降低农作物病害发生,促进农作物秸秆和城市垃圾的腐熟利用,保护环境,以及提高农作物产品品质和食品安全等方面表现出了不可替代的作用[2]。尤其是在人类面临能源危机、资源紧缺、环境污染等压力下,为了我国农业的可持续发展,研究和应用微生物肥料是一条必由之路,近十年的实践也已证明了这一观点。据2004年的统计,生物肥料在优质农产品的生产方面,如国家生态示范区、绿色和有机农产品基地等已成为肥料的主力军,其用量超过150万吨,约占我国生物肥料年产量的30%,而这一数字还呈不断上升趋势。可以说,微生物肥料的研究和应用比以往任何时期都更加受到世界各国的重视。随着科学研究的深入,微生物的作用和在我国农业可持续发展中的地位将会更为突显[3]。本文在综合分析我国微生物肥料行业发展状况、标准体系及研究、发展趋势的基础上,介绍了土壤生物肥力、微生物在土壤生物肥力形成和维系过程中的核心作用,展望微生物肥料在我国的农业可持续发展中良好应用前景。

引证文献(11条)

1. [浅析土壤的生物肥力](#)[期刊论文]-[长春师范学院学报\(自然科学版\)](#) 2010(2)
2. [侯云鹏](#), [秦裕波](#), [尹彩侠](#), [张宽](#), [何亚荣](#), [王秀芳](#), [谢佳贵](#) [生物有机肥在农业生产中的作用及发展趋势](#)[期刊论文]-[吉林农业科学](#) 2009(3)
3. [张广志](#), [杨合同](#), [李纪顺](#), [扈进冬](#) [多功能芽孢杆菌的分离、筛选及活性测定](#)[期刊论文]-[江苏农业科学](#) 2009(1)
4. [牛新胜](#), [张宏彦](#), [王立刚](#), [张福锁](#), [李晓林](#), [马永良](#) [玉米秸秆覆盖冬小麦免耕播种对土壤微生物量碳的影响](#)[期刊论文]

文]-[中国土壤与肥料](#) 2009(1)

5. [陆秀君](#), [李常猛](#), [关欣](#), [许有博](#) [菌肥对大铃铛枣光合特性及产量品质的影响](#)[期刊论文]-[北方园艺](#) 2009(2)
6. [赵飞](#), [盛下放](#), [黄智](#), [何琳燕](#) [山东地区钾矿物分解细菌的分离及生物学特性](#)[期刊论文]-[生物多样性](#) 2008(6)
7. [王鹏](#), [孙剑秋](#), [臧威](#), [蒋本庆](#), [王登宇](#), [李铁](#) [磷细菌研究进展](#)[期刊论文]-[河南农业科学](#) 2008(9)
8. [杜晓燕](#), [张富春](#), [张小勇](#) [影响微生物接种剂发挥作用的因素](#)[期刊论文]-[微生物学通报](#) 2008(5)
9. [沈德龙](#), [曹凤明](#), [李力](#) [我国生物有机肥的发展现状及展望](#)[期刊论文]-[中国土壤与肥料](#) 2007(6)
10. [程铭](#), [臧壮望](#) [浅谈微生物肥料类型及其在蔬菜生产中的应用](#)[期刊论文]-[农技服务](#) 2007(3)
11. [高峰](#), [张颖](#) [微生物肥料产业化发展需要解决的几个问题](#)[期刊论文]-[安徽农业科学](#) 2007(12)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_trf1200604001.aspx

授权使用: [颜蕴\(wfzgnky11\)](#), 授权号: 062ff07e-6e67-48e1-bf8e-9e6f00aba3f1

下载时间: 2011年1月18日