

# Effects of Bio-Bacterial Manure on Pear Soil Microbes

Yanwei Ji, Huimin Jiao, Can Li, Junhuan Yu, Hongna Guo

Academy of Agriculture and Forestry Sciences of Luoyang, Luoyang Henan  
Email: [jiyanwei5555@163.com](mailto:jiyanwei5555@163.com)

Received: Dec. 3<sup>rd</sup>, 2018; accepted: Dec. 12<sup>th</sup>, 2018; published: Dec. 19<sup>th</sup>, 2018

## Abstract

The effects of root fertilization on soil microorganism were studied using the pears as materials. The results show that: the quantity of bacteria, fiber-decomposing bacteria and actinomycetes in the soil fertilized with bacillus subtilis, bacterium resistance to continuous cropping and VT-100 bacteria increased and the quantity of bacteria had the biggest rise. In addition, the number of ammonification bacteria in bacteria was the highest; bacterial manure had promoting effects for the growth of denitrification, ammoniation, anaerobic fibrinolytic bacteria and actinomycetes. This has an inhibitory effect on the breeding of nitrosation bacteria, self-contained nitrogen-fixing bacteria and cellulose decomposing bacteria. Among the four kinds of bacteria fertilizers, bacteria leaven had the greatest effect on the number of soil microorganisms and the most significant effect on improving the microbial community structure followed by VT-100 bacteria agents, and bacillus subtilis had the least effect on soil. The amount of microorganism in the soil in which Wuyi bacteria were applied decreased to different degrees, compared with the control group, and Wuyi bacteria fertilizer could not effectively improve soil microbial community structure.

## Keywords

Bio-Bacterial Manure, Pear, Soil Microorganism, Effects

# 微生物菌肥对梨树根系土壤微生物的影响

姬延伟, 焦汇民, 李 灿, 郁军环, 郭红娜

洛阳农林科学院, 河南 洛阳  
Email: [jiyanwei5555@163.com](mailto:jiyanwei5555@163.com)

收稿日期: 2018年12月3日; 录用日期: 2018年12月12日; 发布日期: 2018年12月19日

## 摘 要

以梨树为材料, 根部施用微生物菌肥对土壤微生物影响, 结果表明: 施用枯草芽孢杆菌、菌醇抗重茬和

VT-100菌剂的土壤中细菌、纤维分解菌和放线菌的数量均出现增长现象,其中细菌数量最多,且以细菌中的氨化细菌的数量最多,放线菌居中,纤维分解菌最少;菌肥对土壤中反硝化、氨化、厌氧纤维分解菌和放线菌的生长均有促进作用,对亚硝化细菌、自生固氮菌和好氧纤维分解菌的繁殖有一定的抑制作用。四种菌肥中,菌醇抗重茬对土壤微生物数量的影响最大,改善微生物群落结构效果最显著,VT-100菌剂次之,枯草芽孢杆菌再次之。施用武夷菌的土壤里微生物的数量均较对照有不同程度的降低,不能有效改善土壤的微生物群落结构。

## 关键词

生物菌肥, 梨, 土壤微生物, 影响

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

梨是我国的传统水果之一,栽培面积和产量均居第三位,同时我国是世界上最大的梨果生产国,梨的种植面积、产量、出口量均居世界前列[1],但我国的梨果产业在标准化、规模化和产业化等方面仍存在较大差距[2][3]。我国大部分梨产区,生产管理粗放,果园污染、农药浪费、农药超标现象严重。缺乏品种结构和区域化布局,建园时较少考虑土壤和品种特性,致使一些果园还没见到收益就变成老劣杂园,甚至整园被毁掉。各种土传病害日益严重、自毒作用增强、土壤理化性质劣变等导致梨园土壤质量变差,酶的活性遭到严重破坏[4]。以上几方面造成目前我国梨果品质量下降,带来了土壤板结,土地的生产效能下降,环境污染和农药残留等一系列问题,进而影响到果园附近的生态环境及人的健康[5],对梨产业的可持续发展造成了很大的威胁与挑战。微生物菌肥能够提高土壤肥力,改善作物品质[6]。提高植物抗性,某些微生物肥可提高植物的抗旱性、抗寒性[7]、耐盐碱性等。通过研究微生物菌肥对梨园根部微生物的变化,为梨在减肥、减药及增效上提供帮助。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 试验地点

以洛阳市农林科学院梨园梨树为试材,洛阳市地处九州腹地,东经 112°19',北纬 34°41',属于暖温带气候,具有春季多风、气候干旱,夏季炎热、雨水集中,秋季晴和,日照充足,冬季干冷、雨雪稀少的显著特点。全年四季分明,热量、降水量随时间分布具有显著的季节性特点。全年日照时数为 2141.6 小时,各地差异不大,四季分布为夏多冬少,春秋居中,年降雨量 600~800 mm。该园中栽有 6 年生的若光梨、红香酥梨、秋月梨等品种,果园表层土壤为淤积黏土和砂壤土,1 米以下为河沙,保肥保水能力较差。采用根部追施微生物菌肥。

### 2.2. 供试植物

供试植物为 6 年生晚秋黄梨。

### 2.3. 供试微生物菌肥

本试验所用微生物肥料为:A:枯草芽孢杆菌,武汉科诺生物科技股份有限公司生产,有效成分含

量 1000 亿活芽孢/克, 农药登记证号: PD 20140209, 属可湿性粉剂。B: 武夷菌微生物菌剂: 有潍坊万胜生物农药有限公司提供, 有效活菌数  $\geq 70$  亿/克, 属可湿性粉剂。C: 菌酵抗重茬土壤调理改良剂, 潍坊东方润泽农业科技开发有限公司生产, 登记证号: 农肥准字 1725 号; 标准证号: NY 1428-2010。有效菌枯草芽孢杆菌/蜡质芽孢杆菌, 有效菌  $\geq 2.0$  亿/克, 可湿性粉剂。D: VT-100 菌剂: 该产品是由北京沃土天地生物科技有限公司和中国农业大学合作开发的复合微生物菌剂, 产品中主要有光合细菌、放线菌、乳酸菌、酵母菌等近 10 个菌株构成, 属水剂。

## 2.4. 试验的处理方法

试验以清水为对照加 4 种菌肥共 5 个处理。以 3 株为一个小区, 每小区间隔 3 棵树, 顺栽植行随机处理, 每个重复间隔 1 行, 重复 3 次。为试验尽量准确, 每次重复的小区也随机排列。施肥时每株梨树与行向垂直, 距树干 60 cm 两边各开 1 条深 15 cm, 宽 30 cm, 长 60 cm 的条形沟, 粉剂以 20 g 稀释 1000 倍(用少量清水充分溶解后加入剩余的清水), 然后浇灌到 1 株树的两个条形沟内, 水剂为 20 ml 稀释 1000 倍浇灌, 对照为 20 kg 清水浇灌(表 1)。

**Table 1.** Species of bio-bacterial manure and using quality of fertilizer

**表 1.** 供试生物菌肥种类及施肥量

菌肥	清水	枯草芽孢杆菌	武夷菌	菌酵抗重茬	VT-100 菌剂
用量	\	20 g	20 g	20 g	20 ml

注: 生物菌肥土壤处理时间 2015 年 7 月 20 日, 8 月 9 日和 8 月 29 日间隔 20 天进行重复, 共 3 次。

## 2.5. 土壤样品的采集

2016 年 3 月 28 日进行土样采集, 采用多点混合采样法, 土样共分两次采集, 第一次统一在梨树左边选取 20 cm  $\times$  20 cm 大小的取样区域。清除梨树周围的枯枝败叶等杂物, 并清除表层土 2 cm。用土钻在清除表土的区域选取三个点, 钻 10 cm 深度, 取钻下面 3 cm 左右的土壤, 放入无菌塑料袋内(取样时为防止土壤污染, 双手戴塑料手套), 然后在梨树右边进行重复操作, 同一处理的土壤放在同一个袋子内并及时封口。取样后及时放入 4℃ 冰箱避光冷藏。

## 2.6. 微生物培养与检测

### 2.6.1. 土壤微生物培养

土壤微生物的培养条件见表 2。

**Table 2.** Culture conditions of soil microbial

**表 2.** 土壤微生物的培养条件

微生物	重复次数	稀释度	培养时间(d)	培养温度(℃)
亚硝化细菌	3	$10^{-2} \sim 10^{-7}$	12	28
硝化细菌	3	$10^{-2} \sim 10^{-7}$	14	28
反硝化细菌	3	$10^{-4} \sim 10^{-8}$	13	28
放线菌	3	$10^{-2} \sim 10^{-4}$	6	28
好氧纤维分解菌	3	$10^{-1} \sim 10^{-5}$	14	28
霉菌	3	$10^{-2} \sim 10^{-4}$	2	28
自生固氮菌	3	$10^{-2} \sim 10^{-4}$	7	28
氨化细菌	3	$10^{-8} \sim 10^{-13}$	7	28
厌氧纤维分解菌	3	$10^{-1} \sim 10^{-6}$	14	28

注: 液体培养基以接种 1 ml 无菌水作为对照, 固体培养基以接种 0.05 ml 无菌水作为对照。

### 2.6.2. 土壤微生物的培养基配置方法

土壤微生物培养基的见表 3。

**Table 3.** Soil microbiological medium  
**表 3.** 土壤微生物培养基

微生物种类	培养基	配方
亚硝化细菌	氢氧化细菌培养基	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> 0.75 g, 蒸馏水 1 L, NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 0.25 g, (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 2.0 g, MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O 0.03 g, MnSO <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O 0.01 g, CaCO <sub>3</sub> 5.0 g, pH7.2
反硝化细菌	反硝化细菌培养基	蒸馏水 1 L, K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> 0.5 g, KNO <sub>3</sub> 2.0 g, 酒石酸钾钠 20.0 g, pH7.2, MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O 0.2 g
好氧纤维分解菌	赫奇逊培养基	NaNO <sub>3</sub> 2.5 g, MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O 0.3 g, NaCl 0.1 g, KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 1.0 g, CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O 0.1 g, 蒸馏水 1 L, pH7.2, FeCl <sub>3</sub> 0.01 g
厌氧纤维分解菌	磷酸铵钠培养基	CaCO <sub>3</sub> 5.0 g, 蛋白胨 1.0 g, NaNH <sub>4</sub> HPO <sub>4</sub> 2.0 g, KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 1.0 g, CaCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O 0.3 g, MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O 0.5 g, 蒸馏水 1 L
放线菌	改良高氏 I 号培养基	KNO <sub>3</sub> 1.0 g, 可溶性淀粉 20.0 g, 琼脂 18 g, K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> 0.5 g, NaCl 0.5 g, FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O 0.01 g, MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O 0.5 g, 蒸馏水 1 L, pH7.2~7.4
自生固氮菌	瓦克斯曼 77 号培养基	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> 0.5 g, 葡萄糖 10.0 g, 刚果红溶液 5 ml, 琼脂 18 g, 蒸馏水 1 L, pH7
氨化细菌	瓦克斯曼 77 号培养基	蛋白胨 5.0 g, K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> 0.5 g, NaCl 0.25 g, MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O 0.5 g, FeSO <sub>4</sub> 0.01 g, 蒸馏水 1 L, pH7.0

### 2.6.3. 土壤微生物的检测

微生物的检测方法如表 4。

**Table 4.** Methods for detecting soil microbes  
**表 4.** 土壤微生物的检测方法

微生物	检测方法
亚硝化细菌	滴 2 滴于培养好的培养液于制作好的白纸上，加格利斯试剂 A、B 液各 1 滴，试剂出现绛红色，说明产生了 NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> 。
反硝化细菌	首先看培养基状况，确定是否长菌，然后检查有无 N <sub>2</sub> 、NH <sub>3</sub> 、NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> 产生及 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 是否存在：① 在培养过程中若有还原性氮气产生，在培养基表面会有气泡，或在试管内聚有气体。② 取 2 滴培养液滴于白纸板，加 1 滴纳氏试剂，如还原产生了 NH <sub>3</sub> 则试剂呈现橙色。③ NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> 。同亚硝化细菌的操作。④ NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 。同硝化细菌的操作。
好氧纤维分解菌	根据滤纸条出现的情况包括断裂、变薄、色素等，确定是否有细菌菌落出现。
厌氧纤维分解菌	如果试管中滤纸条的溶解区出现黄、黑或褐色的色斑，及是否断裂确定是否有厌氧分解菌产生。
放线菌	菌落较小且质地致密，表面较干燥，多具皱纹，难以挑起，有的含有色素。
自生固氮菌	显微镜下观察菌落有微微突起，表面光滑或是具有皱纹，偶有呈三角形或菱形的埋藏菌落呈褐色或不透明状。
氨化细菌	根据培养基的情况看有无氨化细菌的生长，加入加纳氏试剂看颜色变化确定有无氨的生成。

注：液体培养的微生物，查 MPN 表求出该菌的近似值，换算为每克烘干土重中的微生物数量；固体培养的通过划分区域进行计数。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 不同菌肥对梨园土壤中各种细菌数量的影响

由表 5 可见：土壤中的细菌数量十分庞大，一般在  $5 \times 10^{10}$ ~ $3 \times 10^{11}$  之间，并且种类繁多。不同的微生物菌剂对土壤中不同的微生物作用也不相同，如：试验所用 4 种菌剂对亚硝化细菌及自生固氮菌有抑制作用，对反硝化细菌的增长有促进作用。在细菌总量上施入武夷菌的土壤中细菌总数呈现了负增长，说明武夷菌能够对土壤细菌的繁殖起到抑制作用，其他 3 种菌剂的土壤中细菌总数都呈现了增长，其中

菌醇抗重茬菌剂增幅最为明显，菌肥 VT-100 影响稍差于菌醇抗重茬菌剂，枯草芽孢杆菌的影响最小。3 种菌剂的细菌总数较多，可能与菌剂本身含有的细菌较多有关。

**Table 5.** Effects of different fertilizers on the amount of nitrification, denitrification, ammonia bacteria and autotrophic bacteria in soil ( $\times 10^5$ )

**表 5.** 不同菌肥对土壤中亚硝化、反硝化、氨化细菌及自生固氮菌的数量影响( $\times 10^5$ )

微生物种类		CK	枯草芽孢杆菌	武夷菌	菌醇抗重茬	VT-100
亚硝化细菌	菌落数 CFU/g	2.347	0.235	0.013	0.030	0.088
	增幅(%)	\	-90.000	-99.426	-98.737	-96.246
反硝化细菌	菌落数 CFU/g	0.293	0.528	0.879	5.304	8.811
	增幅(%)	\	79.993	199.727	1707.771	2903.067
氨化细菌	菌落数 CFU/g	11.23	13.60	5.356	29.68	29.53
	增幅(%)	\	21.104	-52.306	164.291	162.956
自生固氮菌	菌落数 CFU/g	4.665	3.956	3.971	3.198	3.002
	增幅(%)	\	-15.200	-14.883	-31.451	-35.646

注：增幅 = (菌肥处理后菌落数 - 空白处理菌落数) / 空白处理菌落数  $\times 100\%$ ，对照为 CK。

从细菌的不同种类菌落数上看：施入 4 种微生物菌肥后土壤中的氨化细菌的菌落数量在四种细菌中是最多的，可能与氨化细菌在土壤微生物中所占的比重较大有关。对于氨化细菌，除施用武夷菌会造成其数量减少，施用其他三种菌肥的土壤中该菌的数量全部呈增长趋势。

对于施入武夷菌菌剂现象的出现，可能是菌肥中有效活菌数较少。因为芽孢杆菌能够降解亚硝酸盐，进而影响到土壤中的亚硝化细菌数量。反硝化细菌数量的增减，与土壤中的含氧量有一定关系，试验中反硝化细菌数量的增多，可能与土壤干旱导致土壤中的含氧含量下降有关，反硝化细菌是土壤中的有害生物菌落，但因其菌落数量较少，增幅不大，因此对土壤的影响并不大，在生产中为解决土壤反硝化细菌数量增加，可以通过深耕、多施有机肥、增施土壤增氧剂等增加土壤中氧气含量来解决。氨化细菌和自生固氮菌是为作物转化易于吸收利用的  $\text{NH}_4^+$  主要细菌，而氨化细菌的大量增加可能会导致自生固氮菌减少，但总体来说土壤中的  $\text{NH}_4^+$  等营养元素仍然呈增加的趋势。除武夷菌外其他 3 中菌肥施入后，土壤中的有益细菌数量都呈现了增加的趋势，因此，起到了改善土壤肥力与土壤根际环境的作用。

### 3.2. 不同菌肥对梨园土壤中纤维分解菌数量的影响

由表 6 可知，4 种生物菌肥对土壤中的好氧纤维分解菌在增幅上较对照呈现了负增长，除武夷菌外其他 3 种菌剂对土壤中的厌氧纤维分解菌呈现增长态势，也就是说对厌氧纤维分解菌的繁殖有促进作用。但从菌落总量上看：土壤中的纤维分解菌的数量较少，仅为细菌的百万分之一。总体来看，除武夷菌肥外其他 3 种菌剂能够促进土壤中的纤维分解菌生长，特别是施用枯草芽孢杆菌的土壤中纤维分解菌较对照增加 83.95%。从增幅可得出：除 VT-100 外，其他三种菌剂较对照在对好氧纤维分解菌数量的增加上的影响差距不大，其中施用枯草芽孢杆菌菌剂的土壤中好氧纤维分解菌数量降低最多，达 98.42%，武夷菌为 92.05%，菌醇抗重茬菌剂为 89.96%，而施入 VT-100 的土壤好氧纤维分解菌的降低最少，仅有 0.089%，与对照相近；在厌氧纤维分解菌上，枯草芽孢杆菌处理后菌落数较对照增幅达到 1267.630%，菌醇抗重茬菌剂及 VT-100 在菌落上增幅分别为 689.02% 和 207.51%，而武夷菌对厌氧纤维分解菌的生长有着抑制效果，增幅为 -34.68%。好氧纤维分解菌数量的减少，一是梨园土壤相对较为干旱土壤中含氧量较低，影响到好氧纤维分解菌的生长与繁殖；二可能是菌肥中本身含有的好氧纤维分解菌数量较少；而厌氧纤维分解菌数量的增多可能与菌肥中含有巨大的芽孢杆菌类活菌有关，特别是第一、三两种菌肥处理后的土

壤，菌落增幅高达 1267.630%、689.017%。

**Table 6.** Effect of different fertilizer on cellulose decomposing bacteria in soil

**表 6.** 不同菌肥对土壤中纤维分解菌数量的影响

微生物种类	菌落数增幅	CK	枯草芽孢杆菌	武夷菌	菌醇抗重茬	VT-100
好氧纤维分解菌	菌落数 CFU/g	1123	18	89	113	1122
	增幅(%)	\	-98.420	-92.051	-89.955	-0.089
厌氧纤维分解菌	菌落数 CFU/g	173	2366	113	1365	532
	增幅(%)	\	1267.630	-34.682	689.017	207.514
总量 CFU/g		1296	2384	202	1478	1654
增幅(%)		\	83.951	-84.414	14.043	27.623

### 3.3. 不同菌肥对梨园土壤中放线菌数量的影响

由表 7 可知 4 种生物菌剂及对照中每克烘干土中的菌落数可以看出放线菌在土壤中的占比较大，仅次于氨化细菌，且数量集中在  $1.06 \times 10^6 \sim 1.79 \times 10^6$  之间，从增幅上看：施用武夷菌菌剂的放线菌较对照下降了 3.251%，其他几种菌剂对放线菌的生长都有着促进作用，其中 VT-100 处理的土壤中放线菌更是增加了 62.769%，影响最大其次枯草芽孢杆菌增幅 36.99%，菌醇抗重茬增加了 18.30%，可能武夷菌对土壤中的放线菌的生长有抑制作用。放线菌可以促进土壤里有机质的转化，有利于病虫害的防治，因此施用微生物菌剂增加了土壤中放线菌的含量，对果园肥料利用及无公害生产意义重大。

**Table 7.** Effects of different fertilizers on the quantity of actinomycetes in soil

**表 7.** 不同菌肥对土壤中放线菌数量的影响

肥料种类	CK	枯草芽孢杆菌	武夷菌	菌醇抗重茬	VT-100
菌落数 CFU/g	1,096,814	1,502,508	1,061,156	1,297,536	1,785,276
增幅%	\	36.98	-3.25	18.30	62.77

### 3.4. 不同菌肥对梨园土壤微生物总量的影响

结合表 5、6、7 中三类微生物数量的分析，施入枯草芽孢杆菌、菌醇抗重茬菌剂及 VT-100 菌剂的土壤中，细菌、纤维分解菌和放线菌的数量都出现了不同程度的增加，其中细菌的数量最大，特别是氨化细菌其数量占微生物总量的大部分，其次是放线菌，然后是纤维分解菌。三种微生物均分处理中，微生物种类及数量的顺序为：① 枯草芽孢杆菌：纤维分解菌 > 放线菌 > 细菌；② 菌醇抗重茬：细菌 > 放线菌 > 纤维分解菌；③ VT-100 菌剂：细菌 > 放线菌 > 纤维分解菌。三种微生物菌肥对土壤中的反硝化细菌、氨化细菌、厌氧纤维分解菌和放线菌的数量有促进作用，而对亚硝化细菌、自生固氮菌和好氧纤维分解菌有抑制作用。

施入武夷菌后土壤里大多数微生物的生长较对照有不同程度的负增长，说明武夷菌可能对菌类有抑制作用。分析原因是施肥区域的土壤及气候条件不适合其生长，也可能是该批产品含有活菌较少，进而影响到其他菌类的增殖繁殖。

## 4. 结论与讨论

施用微生物菌肥后，土壤中的微生物总数有着不同的变化，但土壤微生物群落结构没有改变。仅武夷菌对细菌的繁殖起抑制作用，其余三种菌肥对细菌的繁殖其促进作用。

施入 4 种微生物菌肥后，除武夷菌外，其它 3 种菌肥使土壤微生物的数量出现了不同程度的增加，

总体来说各类微生物数量的大小顺序为, 细菌、放线菌和纤维分解菌, 细菌占比最大。这与王莉琴等[8]关于不同的丛枝菌根真菌对梨树园土壤微生物影响的研究结果相符。施用不同的菌肥对土壤微生物的影响作用很大, 可通过研究在不改变土壤微生物群落结构的前提下, 筛选适宜改善特定土壤环境的微生物肥料用于生产。

张丽荣等的研究发现发根宝制剂和 T32 木霉复合生物制剂对后土壤微生物数量增长, 以细菌和放线菌的增幅最大[9]。本试验在施用菌醇抗重茬菌剂及 VT-100 菌剂后结果与其相符, 施用枯草芽孢杆菌的处理, 纤维分解菌的增幅最大, 厌氧纤维分解菌的增幅高达 1267.630%, 分析原因可能是该菌肥菌种的活性及数量较大或环境较适宜其增殖, 施入后, 迅速增殖并分解土壤中的植物残体, 充当了厌氧纤维分解菌的角色。

段雪娇[10]和张丽娟等[11]的研究也发现微生物菌肥在促进细菌和放线菌繁殖的同时, 抑制了真菌的生长。本试验所用菌肥枯草芽孢杆菌、菌醇抗重茬菌剂及 VT-100 也出现了在促进放线菌和大部分细菌生长的同时, 而好氧纤维分解菌、亚硝化细菌和自生固氮菌的繁殖则受到不同程度的抑制。因此施用菌肥可以促进大部分微生物生长, 同时能够抑制部分菌类繁殖生长, 可以调节土壤中微生物群落的结构, 改良土壤理化性状。

土壤微生物的特性由于施肥的方式不同、作物的品种、管理条件、土壤条件的不同, 本试验的结果可能和前人的研究有一定差异, 但总体在改善土壤微生物环境上的结果是一致的。

## 参考文献

- [1] 张亮, 赵邦宏. 改革开放 30 年来我国梨产业经济发展研究[J]. 西北林学院学报, 2009, 24(4): 234-236.
- [2] 李秀根, 杨健, 王龙, 等. 近 30 年来我国梨产业的发展回顾与展望[J]. 果农之友, 2009(1): 4-6.
- [3] 赵德英, 程存刚, 曹玉芬, 等. 我国梨产业现状及发展战略研究[J]. 江苏农业科学, 2010(5): 501-504.
- [4] Tiwari, M.B., Tiwari, B.K. and Mishra, R.R. (1989) Enzyme Activity and Carbon Dioxide Evolution from Upland and Wetland Rice Soils under Three Agricultural Practices in Hilly Regions. *Biology and Fertility of Soils*, 7, 359-364.
- [5] 杨泽元, 吕德国. 我国微生物肥料在果树上的应用研究进展[J]. 北方果树, 2014(1): 1-4.
- [6] 曹恩琿, 侯宪文, 李广义, 等. 复合菌剂对盆栽番茄土壤理化性质及微生物活性的影响[J]. 生态环境学报, 2011, 20(5): 875-880.
- [7] Halder, A.K. (1993) Solubilization of Inorganic Phosphate by Rhizobium. *Folia Microbial*, 38, 325-330. <https://doi.org/10.1007/BF02898602>
- [8] 王莉琴, 牛琳琳, 刁莉华, 等. 不同丛枝菌根真菌对梨园土壤微生物和土壤养分的影响[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2013, 38(5): 103-108.
- [9] 张丽荣, 马建华, 杜玉宁. 不同生物制剂对黄瓜土壤微生物数量及发病率和产量的影响[J]. 北方园艺, 2012(21): 115-117.
- [10] 段雪娇. 微生物菌剂对水稻土土壤微生物数量及酶活性的影响[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2015.
- [11] 张丽娟, 曲继松, 杨冬艳, 等. 微生物肥对温室土壤质量及哈密瓜生长发育的影响[J]. 上海农业学报, 2014, 30(1): 40-44.

**知网检索的两种方式：**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2164-5507，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[hjas@hanspub.org](mailto:hjas@hanspub.org)