

# 有效微生物群在秸秆有机肥上的应用研究

张 烈<sup>1</sup>, 王鹏文<sup>2</sup>, 戴俊英<sup>3</sup>, 顾宜晴<sup>3</sup>

(1. 天津市农业生物中心, 天津 300192; 2. 天津市农作物研究所, 天津 300112;

3. 沈阳农业大学, 沈阳 110161)

**摘要:** 对 EM 有机肥的增产机理研究结果表明: 施用 EM 有机肥提高了玉米子粒的产量, 两年试验平均比对照高 9.20%; EM 有机肥与普通有机肥相比, 玉米植株叶片光合作用速率提高, 叶绿素含量增加, 氮代谢能力增强, 硝酸还原酶活性和可溶性蛋白含量提高; EM 有机肥处理明显提高了孕穗期玉米植株的耐旱耐涝能力。收获期的田间调查结果表明: EM 有机肥处理可明显减少田间植株的倒伏率, 降低植株茎腐病和丝黑穗病的发病率。

**关键词:** 有效微生物群; 玉米; 产量; 秸秆有机肥

**中图分类号:** S141.4      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-7091(2002)03-0099-05

有机肥是利用有机废弃物或植物残体与土壤混合堆制而成。有机肥堆制的基本原理是使粗有机物在微生物作用下经过分解、腐熟而成为优质肥料<sup>[1,2]</sup>。有机肥不仅可以供给作物各种养分, 而且能增加土壤有机质及土壤微生物类群, 大量而连续多年施用有机肥, 对于提高土壤肥力具有明显的效果<sup>[3~6]</sup>。但在有机物堆腐过程中, 由于复杂的生物化学变化, 不仅耗费很多有机质, 而且还要损失肥分。据研究, 有机肥的有机质和氮素的损失量随堆积时间延长而增多, 堆积两个月比原来含量分别减少 25%~30% 和 20%~25%, 堆积 4 个月减少 35%~40% 和 30%~35%, 堆积 6~8 个月减少 50%~60% 和 40%~50%。在堆腐过程中, 会散发出大量的恶臭物质, 成为农业环境中重要的污染源。有效微生物群(Effective Microorganisms, 简称 EM)能加速有机肥腐熟, 减少氮素养分损失, 固 NH<sub>3</sub> 除臭, 改善有机肥卫生状况, 提高有机质保留率, 缩短堆制时间。为此, 本研究利用添加外源有效微生物群的方法, 调控有机肥发酵过程, 并对 EM 有机肥与普通有机肥的营养含量进行比较, 通过盆栽及大田试验进一步探讨 EM 有机肥的作用机理及作用效果。

## 1 材料和方法

**供试玉米品种** 掖单 13 号、辽单 24 号和试 138。

**盆栽试验** 盆钵直径 34 cm、高 30 cm、土体 0.016 m<sup>3</sup>, 盆土为沈阳农业大学试验田耕层土, 盆施 EM 有机肥或普通有机肥 0.5 kg 作基肥, 与盆土均匀混合; 施种肥二铵 4 g/盆; 大喇叭口期追施尿素 6 g/盆。盆钵单株留苗, 在试验区内大垅双行配置, 每个处理 18 盆, 3 盆为一组, 随机排列, 密度为 51 000 株·hm<sup>-2</sup>。

收稿日期: 2002-01-29

基金项目: 国家教委博士点基金项目(960303)

作者简介: 张 烈(1971-), 男, 副研究员, 博士后, 主要从事玉米遗传育种及应用微生物方面的研究工作。

大田试验 校内试验安排在沈阳农业大学农学系北试验地(小区面积 28 m<sup>2</sup>, 3 次重复, 随机排列), 校外试验在沈阳市东陵区高坎镇(每个处理 0.13 hm<sup>2</sup>, 无重复)。施用 EM 有机肥或普通有机肥 30 m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>作基肥, 玉米专用肥 300 kg·hm<sup>-2</sup>作种肥, 大喇叭口期一次追施尿素 300 kg·hm<sup>-2</sup>, 四叶期一次定苗, 三铲三趟, 拔节期防治粘虫和玉米螟。

测试技术 叶片硝酸还原酶活性、可溶性蛋白含量、叶绿素含量、丙二醛含量、细胞膜透性和叶片相对含水量参照文献<sup>[7, 8]</sup>测定; 叶片光合速率采用 LI-6200 型便携式光合仪活体测定; 肥料有机质含量、速效氮含量、速效磷含量和速效钾含量测定参照土壤农化分析<sup>[9]</sup>的方法; 其余指标均按常规方法测定。

2 结果与分析

2.1 EM 有机肥对玉米产量的影响

从表 1 中可以看出, 施用 EM 有机肥提高了玉米子粒的产量, 两年的试验结果表明, EM 有机肥处理平均比对照高出 9.20%。

表 1 EM 有机肥处理对玉米产量性状的影响

处 理	产量(kg·hm <sup>-2</sup> )	比对照增减(%)	品种	年度
普通有机肥	10 620.5			
EM 有机肥	11 489.3	8.18	试 138	1996
普通有机肥	9 775.8			
EM 有机肥	10 774.9	10.22	辽单 24 号	1997

2.2 EM 有机肥对玉米生理特性的影响

在不同生育时期的测定结果表明: EM 有机肥与普通有机肥相比, 玉米植株叶片光合速率明显提高, 叶绿素含量有一定增加(图 1-A, B); EM 处理使玉米植株叶片的氮代谢能力增强, 叶片硝酸还原酶活性明显高于对照, 叶片可溶性蛋白含量大幅度提高(图 1-C, D)。

2.3 EM 有机肥对玉米植株孕穗期耐旱耐涝性的影响

在玉米孕穗期进行水分胁迫处理, EM 有机肥处理的玉米植株比对照(普通有机肥)具有明显的耐旱耐涝能力。由表 2 可知, 在干旱胁迫下(中度土壤干旱, 持续 7 d), EM 有机肥处理的叶片相对含水量明显高于对照, 叶细胞膜透性较小, 膜脂过氧化产物(MDA)的含量较少。从叶片光合作用的情况来看, EM 有机肥处理可以减轻干旱对玉米叶片光合作用速率和叶绿素含量的影响。在孕穗期淹水条件下(水层 3 cm, 持续 5 d)测定结果表明, EM 有机肥处理植株叶片光合作用速率和叶绿素含量均高于对照, 叶细胞膜的破坏程度也较轻(表 3)。

表 2 EM 有机肥对玉米叶片生理特性的影响(干旱条件)

项 目	普通有机肥(ck)	EM 有机肥	比对照增减(%)
相对含水量(%)	71.2	76.5	5.3(百分点)
相对电导率(%)	14.8	11.9	-2.9(百分点)
丙二醛含量(nmol·g <sup>-1</sup> )	8.74	6.21	-28.95
光合作用速率(μmol·m <sup>-2</sup> ·s <sup>-1</sup> )	9.77	11.03	12.90
叶绿素含量(mg·dm <sup>-2</sup> )	5.68	6.22	9.51

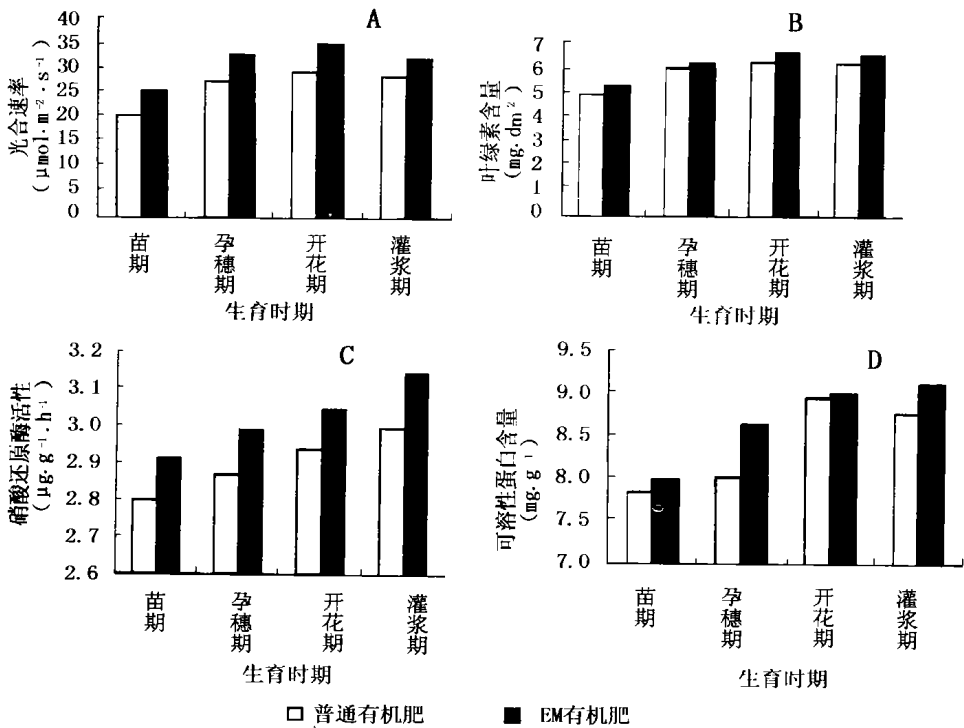


图 1 EM 有机肥对玉米生理特性的影响

表 3 EM 有机肥对玉米叶片生理特性的影响(水涝条件)

项 目	普通有机肥(ck)	EM 有机肥	比对照增减(%)
光合作用速率( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )	19.18	23.22	21.06
叶绿素含量( $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-2}$ )	8.74	8.92	2.06
相对电导率(%)	14.59	11.28	-3.31(百分点)

2.4 EM 有机肥对玉米植株抗倒伏性和抗病性的影响

收获期的田间调查结果表明: EM 有机肥处理可明显减少田间植株的倒伏率, 植株茎腐病和丝黑穗病的发病率也明显下降, 在试验的两年中, 表现趋势一致(表 4)。

表 4 EM 有机肥处理对玉米植株抗倒伏性和抗病性的影响

处 理	倒伏率(%)	青枯病率(%)	丝黑穗病率(%)	年度
普通有机肥(ck)	16.8	14.2	9.9	1996
EM 有机肥	10.1	4.2	5.9	
普通有机肥(ck)	21.0	18.7	14.1	1997
EM 有机肥	8.6	9.5	8.1	

3 讨论

采用适当比例和独特发酵工艺把筛选出的好气性和嫌气性微生物加以混合培养, 从而繁殖出多种多样的微生物群落, 微生物在其生长过程中产生多种代谢物质, 成为各自或相互生长的基质和原料, 通过微生物种群间的这种互生或共生增殖关系, 形成一个复杂而稳定的微

生态系统,进而发挥多种功能<sup>[10~12]</sup>。EM 中的代表性微生物主要有乳酸菌、酵母菌、放线菌和光合细菌,乳酸菌可以分解在常温下不易分解的木质素和纤维素,使有机物发酵转化成对动植物有效的养分;乳酸菌能够使糖类发酵产生乳酸,乳酸有很强的杀菌能力,能显著抵制有害微生物的活动。酵母菌能促使土壤中有机物、根系分泌物的发酵分解,有利于土壤有效养分的转化和吸收;有机物经酵母菌发酵后,在二次代谢中产生荷尔蒙、维生素、核酸等活性物质,能够促进动植物的生长与发育。放线菌具有改善土壤团粒结构,转化氮、磷等元素的功能,其代谢产物中含有刺激动植物生长的有效物质;放线菌产生抗生素,调节土壤微生物区系,抑制病原菌,控制病、虫、草害发生,并在细菌、真菌之后降解土壤中难以分解的物质如纤维素、木质素、甲壳素等,从而降解腐殖质,加速养分的转化。在养殖业中的畜禽粪便和种植业中的秸秆若得不到及时有效的处理,不仅会污染环境,而且还会造成资源的巨大浪费。我国劳动人民素有积制和施用有机肥的传统,但自然堆积法不仅费时,而且在发酵过程中卫生状况极差,氨气大量挥发引起恶臭,黑臭污水四处溢流,滋生出大量的蝇蛆,其中的营养物质也大量流失。添加 EM 后,有机肥制作的时间大大缩短,晋臭的产生得到有效控制,N、P、K 等养分含量明显高于自然堆积法<sup>[10]</sup>。李维炯等<sup>[11]</sup>认为用 EM 发酵堆制的有机肥比相同原料的普通有机肥速效养分含量提高 20%~30%。赵京音等<sup>[13]</sup>试验表明,在发酵鸡粪时加入 EM 稀释液,可以使有机肥  $\text{NH}_4^+-\text{N}$  (主要致臭源)的含量比对照下降 41.86% (第 10 天)和 56.71% (第 20 天); $\text{NO}_3^--\text{N}$  含量比对照增加 226.54% (第 10 天)和 77.31% (第 20 天);而且 N、P、K 含量也比自然有机肥分别提高 23.2%、31.4%和 20.8%。在鸡粪和猪粪处理中添加 EM 还能彻底杀灭其中的寄生虫和各种病原菌,加速有机肥无害化。自然发酵有机肥达到无害化的时间需 40~60 d,而添加 EM 只需 13~20 d<sup>[1]</sup>。我们的研究表明,添加 EM 组 40 天即可完成一个堆腐周期,而对照则需 2~3 个月,大大缩短堆腐时间,有机肥堆腐的卫生状况也大为改善,EM 处理大大提高了有机肥的养分含量(见表 5),使有机质提高了 15.3 个百分点,速效态氮、磷、钾含量分别比对照提高了 17.0%、107.2%和 157.9%。

表 5 EM 有机肥和普通有机肥养分含量比较

处 理	速效氮( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	速效磷( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	速效钾( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	有机质(%)
普通有机肥	80.10	71.37	375.3	12.0
EM 有机肥	93.70	147.70	968.0	27.3

EM 处理提高了玉米产量、改善了子粒品质,其原因在于 EM 处理协调了玉米植株的生理代谢过程。在生育期间的测定表明,EM 有机肥促进了玉米植株的生长发育,从植株氮代谢能力和光合作用能力来看,EM 处理均具有刺激生长,促进发育,协调生理代谢机能的作用。这与岳寿松<sup>[14]</sup>、苏正淑<sup>[15]</sup>、李维炯<sup>[11]</sup>和王振忠等<sup>[16]</sup>在其他作物上的研究结果一致。

EM 集菌种、营养物质、代谢产物为一体,不仅具有改善植株生长环境,刺激作物生长发育的功能,而且也具有提高植株抗逆能力,抵御外界不良环境条件影响的作用<sup>[10~12]</sup>。施用 EM 有机肥改善了玉米植株的生理特性,提高了孕穗期植株的抗旱性,而且也增强了玉米植株抗倒伏与抗病的能力。据基点东陵区农业技术推广中心和沈阳农业大学试验,EM-5 号对黄瓜霜霉病的防治效果达 83.9%~89.0%。我们在玉米收获期的调查结果表明,EM 处理的田间玉米茎腐病,丝黑穗病的发病率明显下降,植株倒伏率也明显低于对照。EM 处理

使玉米植株抗旱能力明显提高, 叶片相对含水量维持较高水平; 叶片叶绿素含量和光合速率显著高于受旱对照植株; 干旱对叶片氮代谢能力影响较轻, 硝酸还原酶活性和可溶性蛋白含量较高, 膜脂过氧化产物丙二醛(MDA)含量较少, 膜破损程度减轻。另外, EM 处理也提高了玉米植株抵抗涝渍的能力。

## 参考文献:

- [1] 刘更另. 中国有机肥料[M]. 北京: 农业出版社, 1991.
- [2] 刘更另. 有机肥料的生产使用是一项社会产业[J]. 中国农业科学, 1988, 21(5): 1-6.
- [3] 孙铁珩, 桥本知义, 和田秀德, 等. 几种有机肥对农药连用土壤微生物及活性的影响[J]. 日本土壤肥料科学杂志, 1985, 56(1): 31-36.
- [4] 余东山. 有机肥料与土壤微生物[J]. 上海农业科技, 1994, (2): 48.
- [5] 姚 政. 施用不同有机物后土壤微生物量的动态变化[J]. 上海农业学报, 1997, 13(1): 47-48.
- [6] 章永松. 有机肥活化土壤中磷的微生物学机理[J]. 浙江农业大学学报, 1994, 20(3): 243-248.
- [7] 张宪政. 作物生理研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1994.
- [8] 邹 琦. 植物生理生化实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [9] 南京农业大学主编. 土壤农化分析[M]. 北京: 农业出版社, 1988.
- [10] 王 伟. 生态农业的希望—EM[M]. 北京: 化学工业出版社, 1996.
- [11] 李维炯, 倪永珍. EM(有效微生物群)的研究和应用[J]. 生态学杂志, 1995, 14(5): 58-62.
- [12] Melloni R, Duarte K M R, Carcoso E J B N. Influence of compost and/or effective microorganisms on the growth of cucumber and on the incidence of Fusarium wilt[J]. Summa Phytopathologica, 1995, 21(1): 21-24.
- [13] 赵京音, 姚 政. 微生物制剂 EM 控制鸡粪堆制过程恶臭的研究[J]. 农村生态环境, 1995, 11(4): 54-56.
- [14] 岳寿松. 喷洒有效微生物群对小麦旗叶衰老和子粒产量的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 1997, (3).
- [15] 苏正淑. EM 对小麦抗旱增产效果研究初报[J]. 辽宁农业科学, 1997, (4): 45-47.
- [16] 王振忠, 张妙玲, 董百舒, 等. EM1 在大豆生产上的效应试验初报[J]. 江苏农业科学, 1996, (1): 41-42.

## Study on EM Application in Stalk Organic Manure

ZHANG Lie<sup>1</sup>, WANG Pengwen<sup>2</sup>, DAI Junying<sup>3</sup>, GU Yiqing<sup>3</sup>

(1. Tianjin Agricultural Research Centre of Biology Technology, Tianjin 300192, China;

2. Tianjin Crops Research Institute, Tianjin 300112, China;

3. Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

**Abstract:** The planting test showed that EM organic manure raised maize economical yield, the average increase was 9.20% than that control in 2-year test. EM organic manure enhanced leaf photosynthetic rate and chlorophyll contents, improved N metabolism of maize leaves. Relative to the control, EM organic manure also strengthened the water resistance of maize plants in booting. Field investigation in harvest showed that EM organic manure could obviously decrease stalk lodging rate, stem rot rate and head smut rate.

**Key words:** Effective microorganisms(EM); Maize; Yield; Stalk organic manure