

任 轶,李瑞霞,艾 昊,等. 减施肥条件下木霉 SQR - T037 微生物肥对黄瓜产量、品质及养分利用效率的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(2):143 - 146.

# 减施肥条件下木霉 SQR - T037 微生物肥对黄瓜产量、品质及养分利用效率的影响

任 轶,李瑞霞,艾 昊,蔡 枫,顾小龙,余光辉,陈 巍

(南京农业大学资源与环境学院,江苏南京 210095)

**摘要:**研究哈茨木霉 SQR - T037 微生物肥对黄瓜产量、品质及土壤养分利用效率的影响,以 100% 农户惯用化肥处理 CF 作对照,75% 的农户惯用化肥配施普通有机肥 OF 或 SQR - T037 木霉生物肥 BF 分别作处理进行试验,结果显示:75% 的化肥配施 SQR - T037 木霉微生物肥与 100% 的化肥处理产量相当,而相比普通有机肥处理,产量提高 19.3%;同时,生物有机肥处理 BF 相对于化肥处理 CF 和普通有机肥处理 OF 能显著提升黄瓜果实品质,提高维生素 C 含量、减少硝酸盐积累,并增加植株养分含量;减施 25% 的化肥而代之以木霉生物肥能显著提升黄瓜对养分的利用效率,特别是对氮肥的利用效率明显高于 100% 的化肥处理。

**关键词:**黄瓜;木霉微生物肥;减施肥;产量和品质;养分利用效率

**中图分类号:**S642.206<sup>+</sup>.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1002 - 1302(2014)02 - 0143 - 04

近年来,化学农药和化学肥料的大量使用对人类的生活环境和农林牧产品造成了巨大的危害,既浪费有限的资源又污染环境,严重制约了农业生产的可持续发展。据统计,近 10 年来,我国化肥施用量增加了 90.7%,而粮食总产量仅增加了 9.1%,大量的化肥未发挥出应有的效果<sup>[1-2]</sup>。其中,约有 30% 的化肥通过淋溶进入水圈,导致水体的富营养化和地下水的硝酸盐污染<sup>[3]</sup>。长期大量使用化肥不仅不能促进作物增产,反而会导致土壤质量下降、肥力减退和环境污染。但化肥的施用对作物增产具有重要意义,如果停止施用化肥,全球作物产量将立即减产 50%。因此,研究科学合理施肥和提高肥料效率,特别是有机、无机肥料配施和微生物肥料是未来农业研究的重要方向。

植物的生长发育与周围环境中的微生物有着密切关系,植物的生长势常取决于植物与微生物之间的互作结果<sup>[4]</sup>。为此,利用农业生态系统中有益微生物防治植物虫害、病害和杂草,促进作物生长、增加作物产量、提高品质及养分利用效率逐渐成为人们研究的热点。木霉属真菌能够改善土壤生态环境,提高土壤肥力,可作为化学肥料的有益补充<sup>[5]</sup>,而且木霉属真菌生长繁殖速度快,能迅速占领营养空间,可分泌拮抗物质抑制其他病原菌的生长,对植物病原菌具有重寄生作用,并对植物生长产生影响,被认为是极有价值 and 重要的根际促生菌(PGPR)和植病生防因子<sup>[6]</sup>,在农业生产中得到越来越

广泛的应用。近几年,有大量研究正致力于验证一个假说<sup>[7]</sup>,即植物根际促生菌(PGPR)有可能在减少化肥施肥量的前提下使得作物获得稳定产量。现有不少研究结果也显示,减少 15% ~ 30% 的 N、P、K 施入量,同时辅以 PGPR 作用,农作物产量可达到相当于 N、P、K 正常施用量(无 PGPR)时的水平<sup>[7-9]</sup>。本试验通过研究哈茨木霉 SQR - T037 这一典型植物促生菌制成的微生物肥与化肥配施对黄瓜产量、品质及养分利用效率的影响,验证减少化肥用量的同时保证黄瓜稳产并提升黄瓜品质及养分利用效率的假设,为农业可持续发展提供理论依据和技术支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验在南京市栖霞区麒麟镇大棚蔬菜种植地进行,土壤为黄棕壤,pH 值 6.1,含有机质 27.19 g/kg、铵态氮 22.03 mg/kg、硝态氮 24.27 mg/kg、速效磷 132.26 mg/kg、速效钾 213.24 mg/kg。供试品种为碧绿 2 号黄瓜。供试菌种为哈茨木霉 SQR - T037,由江苏省固体有机废弃物资源化高技术研究重点实验室提供。

供试有机肥料由氨基酸有机肥和猪粪堆肥按 1:1 的体积比混合而成,为普通有机肥。氨基酸有机肥是以菜粕为原料经筛选的高效分泌蛋白的微生物分解而制成,pH 值为 5.4,含有机质 713.24 g/kg、全氮 65.82 g/kg、全磷 9.22 g/kg、全钾 11.26 g/kg。猪粪堆肥的 pH 值为 7.0,含有机质 186.03 g/kg、全氮 13.16 g/kg、全磷 5.91 g/kg、全钾 10.32 g/kg。2 种有机肥分别由江苏新天地肥料有限公司和江苏田娘农业科技有限公司生产。供试微生物有机肥是将木霉 SQR - T037 用马铃薯葡萄糖培养基 28℃ 振荡培养 4 d,按 10% 接种量接种于普通有机肥,再经过 7 d 的二次发酵所获得,用前检测有效活菌数达 10<sup>6</sup> CFU/g。供试农用化肥为雅苾苗乐复合肥(N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 含量分别为 15%、15%、15%)和

收稿日期:2013 - 07 - 11

基金项目:国家公益基金行业(农业)科研专项(编号:201103004);

中央高校基本科研业务费第二批自主创新重点研究项目(编号:KYZ201143)。

作者简介:任 轶(1991—),男,江苏南京人,主要从事植物营养和肥料研究。E-mail:13610104@njau.edu.cn。

通信作者:陈 巍,博士,教授,主要从事植物营养和肥料研究。Tel:(025)84399188;E-mail:chenwei@njau.edu.cn。

尿素,由挪威雅苒公司生产。

1.2 试验设计

试验采用大棚黄瓜种植的形式,设 3 个处理,分别为:100% 农户惯用化肥处理 (CF);75% 的农户惯用化肥配施普通有机肥 2 250 kg/hm<sup>2</sup> (OF);75% 的农户惯用化肥配施木霉 SQR - T037 生物肥 2 250 kg/hm<sup>2</sup> (BF)。100% 的化肥施用量标准为基施雅苒苗乐复合肥 210 kg/hm<sup>2</sup>,生育期 75 d,每 20 d 追施雅苒苗乐复合肥 450 kg/hm<sup>2</sup>,尿素冲施 225 kg/hm<sup>2</sup>,追施 3 次;而 OF 和 BF 则是在此基础上减施 25% 化肥,基施普通有机肥或 SQR - T037 微生物肥 2 250 kg/hm<sup>2</sup>,其他田间管理均保持一致。小区面积 9.6 m<sup>2</sup> (6 m × 1.6 m),行距 0.4 m,株距 0.4 m,栽种黄瓜苗 60 株/小区,设 3 个平行,重复 2 次。

1.3 样品采集

植株样品:待 75 d 生育期满,采集整株植株置于网袋编号,每个小区随机取 3 株,于 105 ℃ 杀青,75 ℃ 烘干至恒重后测定养分含量。果实置于冰盒内带回作品质分析。土壤样品:采集各小区土壤混合样品,每个小区取 5 点,放于易封袋编号,4 ℃ 冰箱保存待用。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 黄瓜的产量和品质的测定 从黄瓜始果期开始统计各小区累计产量,即为总产量。

黄瓜果实维生素 C<sup>[10-11]</sup>、硝酸盐含量<sup>[12]</sup> 的测定采用安捷伦高效液相色谱 HPLC (Agilent 1200),色谱柱为 Agilent ZORBAX SB - C18 semi - preparative reverse - phase column (9.4 mm × 150 mm,5 μm)。

高效液相色谱测维生素 C:取黄瓜鲜果 5 g + 5 g/L 的草酸 50 mL 用豆浆机打成匀浆 (4 ℃),浸提 15 min,抽滤 (5 g/L 的草酸冲洗滤渣),滤液转移至 100 mL 容量瓶,用草酸定容,取适量该液过 0.45 μm 滤膜,通过高效液相色谱 HPLC 检测。液相条件:流动相为 0.05 mol/L KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>: 甲醇 = 95 : 5,流速 1 mL/min,紫外检测波长 265 nm,柱温 25 ℃,进样量 10 μL,时间 5 min。标准曲线制作:取抗坏血酸 (维生素 C) 标准品 0.1 g 用 0.05 mol/L KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 定容至 1 000 mL,得到浓度为 100 mg/L 的维生素 C 溶液,分别吸取该液 1.25、6.25、12.5、18.75、25 mL 定容至 25 mL 容量瓶,得到浓度为 5、25、50、75、100 mg/L 的维生素 C 标准液,以峰面积计算。

高效液相色谱测硝酸盐:取黄瓜果实 50 g + 50 mL 去离子水打成匀浆,取匀浆 5 g,加入 50 mL 70 ~ 80 ℃ 的去离子水超声 20 min,冷却。取 5 mL 该液,用去离子水定容至 25 mL,静置后取上清液过 0.45 μm 滤膜,通过高效液相色谱 HPLC 检测。液相条件:流动相为 0.03 mol/L KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> - H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 缓冲液 (pH 值 = 3.3),流速 1 mL/min,紫外检测波长 210 nm,柱温 25 ℃,进样量 20 μL,时间 5 min。标线制作:取 KNO<sub>3</sub> 标准品 0.1 g 用去离子水定容至 1 000 mL,得到浓度为 100 mg/L 的 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 溶液,分别吸取该液 0.025、0.125、0.625、1.25、2.5 mL 定容至 25 mL 容量瓶,得到浓度为 0.1、0.5、2.5、5、10 mg/L 的 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 标液,以峰面积计算。

1.4.2 土壤理化性质的测定 土壤 pH 值采用 pH 计 (STARTER 2100) 法测定;土壤有机质和全氮的测定采用元素分析仪;土壤铵态氮和硝态氮的测定<sup>[13]</sup>:土壤鲜样用水浸

提后经流动分析仪 (德国 BRAN + LUEBBE, AutoAnalyzer3) 测定;土壤速效磷的测定<sup>[14]79-89</sup>:土壤风干样经 0.05 mol/L HCl - 0.025 mol/L 1/2H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 浸提,钼蓝比色法;土壤速效钾的测定<sup>[14]106-108</sup>:土壤风干样经醋酸铵浸提,FP640 火焰光度计 (上海悦丰仪器仪表有限公司) 法。

1.5 数据处理与分析

数据统计分析使用 SPSS 13.0 统计软件完成,不同处理间差异显著性检验采用邓肯氏新复极差法<sup>[15]</sup>,利用 Microsoft Excel 作图。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对黄瓜产量的影响

由表 1 可以看出,不同施肥处理对黄瓜产量影响显著。其中,75% 的农户惯用化肥配施普通有机肥处理 OF 相对于 100% 的农户惯用化肥处理 CF 减产显著,减产幅度达 12.67%;75% 的农户惯用化肥配施木霉 SQR - T037 生物肥处理 BF 与 100% 的农户惯用化肥处理 CF 相比,产量无显著差异;75% 的农户惯用化肥配施木霉 SQR - T037 生物肥处理 BF 相对于 75% 的农户惯用化肥配施普通有机肥处理 OF 则能显著提高黄瓜产量,增幅达 19.30%。

表 1 不同施肥处理对黄瓜产量的影响

处理	9.6 m <sup>2</sup> 小区产量 (kg)	增长率 (%)
CF	113.12 ± 3.42a	—
BF	117.86 ± 2.59a	4.19
OF	98.79 ± 3.79b	-12.67

2.2 不同施肥处理对黄瓜品质的影响

由图 1 可见,3 种施肥处理黄瓜中维生素 C 含量无明显差异,其中以生物肥处理效果略佳,维生素 C 含量为 233.19 mg/kg 果实。由图 2 可以看出,不同施肥处理对黄瓜硝酸盐含量影响极显著 (P < 0.01),处理 CF 的硝酸盐含量为 216.90 mg/kg,分别比 BF、OF 处理高 172.69%、169.98%;而处理 BF 相对处理 OF 硝酸盐含量无明显差异。

2.3 不同施肥处理对黄瓜植株养分含量的影响

由图 3 可见,处理 BF 中黄瓜整株全氮百分含量和处理 CF 相比差异显著,分别为 3.02% 和 2.94%,增加 2.72%;处理 BF 和处理 OF 相比差异极显著,分别是 3.02% 和 2.69%,增加 12.27%。由图 4 可以看出,与处理 CF 相比,处理 BF 和处理 OF 全磷含量有所下降,分别降低 57.69% 和 87.58%,且处理 BF 和处理 OF 差异显著,分别为 1.82% 和 1.53%。由图 5 可以看出,不同施肥处理对黄瓜植株全钾含量影响不显著。

2.4 不同施肥处理对土壤速效养分含量的影响

由图 6 可以看出,3 种施肥处理土壤的硝态氮含量均有所增加,处理 CF、BF、OF 硝态氮含量相对于当季黄瓜种植前土壤 CK 的背景值含量分别增加 80.75%、53.96%、77.40%;而铵态氮含量只有处理 BF 相对背景土壤 CK 略有升高,但 3 个处理间差异显著。

由图 7 可以看出,背景土壤 CK 与处理 CF 间土壤速效磷含量无明显差异,处理 BF 和处理 OF 间无明显差异,而处理 BF 和处理 OF 相对于背景土壤 CK 速效磷含量分别提高 15.00% 和 16.81%。

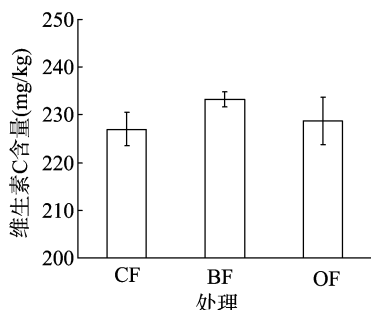


图1 不同处理对黄瓜维生素C含量的影响

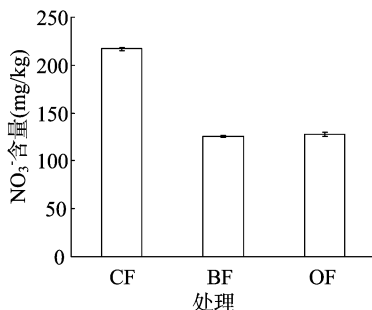
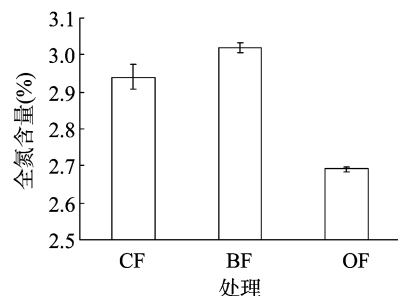
图2 不同处理对黄瓜NO<sub>3</sub><sup>-</sup>含量的影响

图3 不同处理对黄瓜植株全氮含量的影响

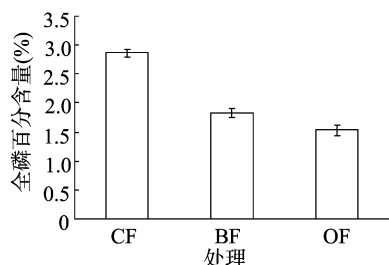


图4 不同处理对黄瓜植株全磷含量的影响

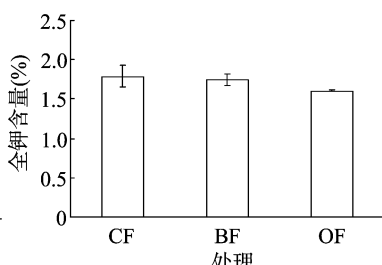
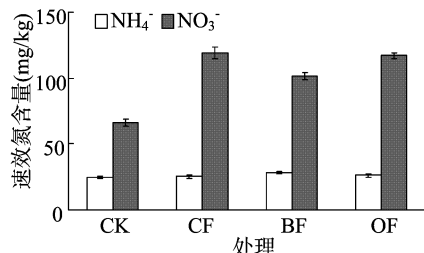


图5 不同处理对黄瓜植株全钾含量的影响



CK表示本季黄瓜种植前土壤的理化性质, 图7、图8同

图6 不同处理对土壤速效氮含量的影响

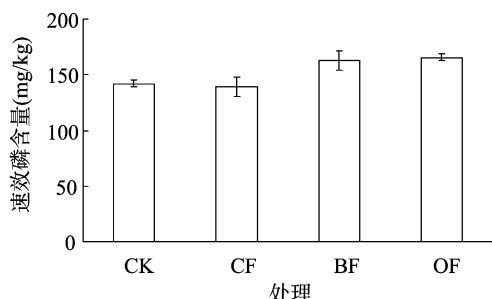


图7 不同处理对土壤速效磷含量的影响

由图8可以看出,处理CF和OF相对于背景土壤CK,土壤速效钾含量无显著差异,处理BF相对于CK土壤中速效钾含量略有降低。

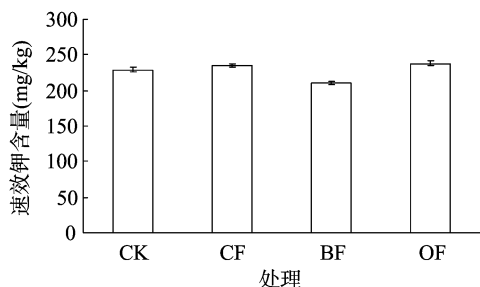


图8 不同处理对土壤速效钾含量的影响

### 3 讨论与结论

目前,生物有机无机复合肥、有机无机生物活性肥料以及新型生物菌肥在常规农业中已经得到较广泛的应用,并取得了良好的增产效果<sup>[16-18]</sup>。其中生物有机肥能够显著提高产量,例如,王延军等研究结果表明,生物肥与有机肥配合施用可以显著提高有机水稻和有机番茄的产量<sup>[19]</sup>;凌宁等对西瓜的研究也表明施用生物有机肥不仅能促进西瓜植株生长,增

加其产量,还能显著降低西瓜枯萎病发病率<sup>[20]</sup>。本试验中,哈茨木霉 SQR-T037 微生物肥与 75% 的化肥配施,相对于 100% 的化肥处理不存在减产的效应,相对于普通有机肥处理则能显著提高产量。这与刘方春等研究生物肥对冬枣产量影响的结果<sup>[21]</sup>相一致。

此外,哈茨木霉 SQR-T037 微生物有机肥与 75% 的化肥配施,相对于 100% 化肥处理,能有效提升黄瓜品质,维生素 C 含量有所增加,硝酸盐含量降低,果实口感变好,安全品质得到改善。大量文献也表明,施用有机肥可明显改善产品品质,同时培肥土壤<sup>[22-24]</sup>。以氮素为例,减施 25% 的化肥并配施 2 250 kg/hm<sup>2</sup> 木霉 SQR-T037 生物肥处理中黄瓜植株的全氮百分含量最高,为 3.02%,同时,该处理土壤中硝态氮含量较普通有机肥与 75% 的化肥配施处理及 100% 化肥处理要低,且差异明显。由此,减施 25% 的化肥并配施生物肥处理可以明显提高氮素的吸收利用效率,促进其向植株运转。

从微生物的角度来看,生物肥中所含有的木霉微生物在适宜的土壤环境中迅速繁殖,不仅起到激活土著微生物的作用,同时还增加了外源微生物数量,活化了土壤中的养分,尤以氮素表现最为明显,同时加速土壤养分的分解转化和释放,使得土壤中的营养元素更好地向植株中转移积累,为黄瓜的生长提供了养分保障<sup>[25]</sup>。王涛等也认为有机肥可促进土壤中养分供给能力,促进营养物质向果实中转移<sup>[25]</sup>。从养分的角度来看,加入的微生物肥料中含有大量的营养元素,在微生物的作用下养分被活化,使速效养分含量升高<sup>[26]</sup>。从代谢的角度来看,已有大量研究表明,木霉代谢物具有生物防治及促进植物生长方面的作用,微生物活动分解有机类物质可刺激植物根系生长,促进根的伸长及侧根的形成,增大根的有效吸收面积,提高根系吸收利用土壤养分的能力<sup>[27-32]</sup>。另外,木霉对植物生长激素平衡起到双向调节的作用等<sup>[33-34]</sup>。从酶活性的角度来看,曹丹等认为生物有机肥增强了土壤主要功能性酶的活性,使作物产量提高,品质变好<sup>[35]</sup>。

由上述分析可知,在相同化肥施用的前提下,减施 25% 的化肥并配施 2 250 kg/hm<sup>2</sup> 木霉 SQR-T037 生物肥,不仅能够保证黄瓜不减产,还能显著改善黄瓜果实品质,降低硝酸盐积累,提高黄瓜营养价值,促进土壤中养分的高效吸收和利用,节约成本,改良土壤,保护环境。由于普通有机肥与 75% 的化肥配施会造成黄瓜产量显著下降,经济效益减弱,不适宜现代农业生产。因此,减施部分化肥而配以促生木霉菌 SQR-T037 制成的生物有机肥能够使黄瓜在减施肥条件下保证产量、改善品质,提高养分利用效率。

另有研究报道,生物有机肥不仅能够将土壤中难以被作物吸收的无效养分分解转化为易吸收的形态,提高养分供应速率,而且其本身具有速效、长效、抗病、改良土壤和抗板结的作用,因此可以有效提高农作物产量、改善产品品质<sup>[36-38]</sup>。木霉微生物肥应用前景广阔,但是否有更加合适的配比、更加优良的木霉微生物肥配方以及更加适宜木霉微生物肥的经济作物,并将其应用于生产实践中,有待于进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] 赵秉强,张福锁,廖宗文,等. 我国新型肥料发展战略研究[J]. 植物营养与肥料学报,2004,10(5):536-545.
- [2] 李健,张嵘嵘,黄少斌,等. 固体废物堆肥化研究进展[J]. 广东化工,2008,35(1):93-96,106.
- [3] 吕殿青,同延安,孙本华,等. 氮肥施用对环境污染影响的研究[J]. 植物营养与肥料学报,1998,4(1):8-15.
- [4] 周晓鸿,田芳,杜丽璞,等. 植物与有益微生物互作的分子基础及其应用的研究进展[J]. 中国农业科学,2012,45(14):2801-2814.
- [5] 郝晶,刘冰,谢英荷,等. 不同氮素水平下生物菌肥施用效果研究[J]. 山西农业科学,2006,34(1):50-52.
- [6] 徐同,钟静萍,孟征. 木霉在植病生防中的地位[C]//第三届全国真菌地衣学术讨论会及论文摘要汇编. 北京:中国真菌学会,1990:57-61.
- [7] Adegemoye A O, Torbert H A, Kloepper J W. Enhanced plant nutrient use efficiency with PGPR and AMF in an integrated nutrient management system[J]. Canadian Journal of Microbiology, 2008(54): 876-886.
- [8] Shaharouna B, Naveed M, Arshad M, et al. Fertilizer-dependent efficiency of *Pseudomonads* for improving growth, yield, and nutrient use efficiency of wheat (*Triticum aestivum* L.)[J]. Applied Microbiology and Biotechnology, 2008, 79(1):147-155.
- [9] 江欢欢,程凯,杨兴明,等. 辣椒青枯病拮抗菌的筛选及其生物防治效应[J]. 土壤学报,2010,47(6):1225-1231.
- [10] 李建设,高艳明,李文烧,等. 不同肥料配合对温室迷你黄瓜硝酸盐含量及品质的影响[J]. 土壤肥料,2005(4):36-39,58.
- [11] 宁德生,梁小燕,方宏. 高效液相色谱法对罗汉果中维生素 C 含量的检测[J]. 食品科学,2010,31(20):311-313.
- [12] 余海兰,方京京. 高效液相色谱法同步测定蔬菜中硝酸盐和亚硝酸盐含量[J]. 湖南农业科学,2010(7):97-99.
- [13] 朱化雨. 土壤中有氮(硝态氮和铵态氮)的流动注射分析[J]. 临沂师专学报,1994(5):32-42.
- [14] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,2000:79-89,106-108.
- [15] 白厚义,肖俊璋. 试验研究及统计分析[M]. 西安:世界图书出

版公司,1998:125-126.

- [16] 席运官. 有机农业与中国传统农业的比较[J]. 农村生态环境, 1997,13(1):56-59.
- [17] 张辉,李维炯,倪永珍. 生物有机无机复合肥对土壤微生物活性的影响[J]. 农村生态环境,2004,20(1):37-40.
- [18] 沈德龙,李俊,姜昕. 我国生物有机肥的发展现状及展望[J]. 中国农技推广,2007(9):35-37.
- [19] 王延军,宗良纲,李锐,等. 不同肥料对有机栽培番茄生长和土壤酶及微生物量的影响[J]. 南京农业大学学报,2007,30(3):83-87.
- [20] 凌宁,王秋君,杨兴明,等. 根际施用微生物有机肥防治连作西瓜枯萎病研究[J]. 植物营养与肥料学报,2009,15(5): 1136-1141.
- [21] 刘方春,邢尚军,马海林,等. 生物肥对冬枣生物学特性及产量和品质的影响[J]. 水土保持学报,2010,24(6):222-226.
- [22] 史春余,张夫道,张树清,等. 有机-无机复合肥对番茄产量、品质和有关生理特性的影响[J]. 中国农业科学,2004,37(8): 1183-1187.
- [23] 姜东,戴廷波,荆奇,等. 有机无机肥长期配合施用对冬小麦籽粒品质的影响[J]. 生态学报,2004,24(7):1548-1555.
- [24] 赵明,蔡葵,孙永红,等. 不同施肥处理对番茄产量品质及土壤有效态重金属含量的影响[J]. 农业环境科学学报,2010, 29(6):1072-1078.
- [25] 王涛,王虎,余剑,等. 不同施肥量对迷你黄瓜产量、品质、硝酸盐含量的影响[J]. 陕西农业科学,2012(1):13-15.
- [26] 耿士均,王波,刘刊,等. 专用微生物肥对不同连作障碍强度土壤上辣椒生长发育的影响[J]. 江苏农业科学,2012,40(8):134-137.
- [27] 魏林,梁志怀,罗赫荣. 哈茨木霉 T<sub>2</sub>(2-16) 发酵产物对豇豆种子胚根组织的影响[J]. 湖南农业科学,2004(4):23-24,27.
- [28] 王末名,陈建爱,孙永堂,等. 六种土传病原真菌被木霉抑制作用机理的初步研究[J]. 中国生物防治,1999,15(3):47-48.
- [29] 陈伯清,屈海泳,刘连妹. 木霉 HT-03 对番茄幼苗叶绿素和保护酶的影响[J]. 江苏农业科学,2007(3):112-114.
- [30] 陆宁海,吴利民,田雪亮,等. 哈茨木霉对番茄幼苗促生作用机理的初步研究[J]. 西北农业学报,2007,16(6):192-194.
- [31] 赵培洁. 高效微生物态氮及其对白菜的增产效果[J]. 园艺学报,2001,28(3):275.
- [32] 孙锋. 木霉发酵产物对抗虫棉种子萌发及苗期生长的影响[J]. 作物杂志,2009(2):33-35.
- [33] 钟源,张敏,陈华保,等. 木霉 L24 菌株的农用生物活性初步研究[J]. 西南农业学报,2007,20(6):1225-1228.
- [34] 杨春林,席亚东,刘波微,等. 哈茨木霉 T-h-30 对几种蔬菜的促生作用及病害防治初探[J]. 西南农业学报,2008,21(6): 1603-1607.
- [35] 曹丹,宗良纲,肖峻,等. 生物肥对有机黄瓜生长及土壤生物学特性的影响[J]. 应用生态学报,2010,21(10):2587-2592.
- [36] 夏光利,毕军,张萍,等. 新型生物有机肥(NAEF)对番茄生长及土壤活性质量效应研究[J]. 土壤通报,2007,38(3):519-522.
- [37] 倪治华,马国瑞. 有机无机生物活性肥料对蔬菜作物生长及土壤生物活性的影响[J]. 土壤通报,2002,33(3):212-215.
- [38] 韩晓玲,张乃文,贾敬芬. 生物有机无机复混肥对番茄产量、品质及土壤的影响[J]. 土壤肥料,2005(3):51-53.