

细黄链霉菌(AMCC 400001)与有机肥配合施用对设施番茄生长和产量的影响

朱金英, 王友平, 郭建军, 张书良, 高春华

(德州市农业科学研究院, 山东 德州 253015)

摘 要:以设施番茄为试材,以不添加任何微生物菌剂的纯有机肥为对照(CK),研究了细黄链霉菌(AMCC 400001)与有机肥质量之比分别为 1:2 500、1:250、1:25 的 3 种生物有机肥对番茄地上部与根系生长、产量及品质的影响。结果表明:3 种不同含菌量的生物有机肥对番茄的生长均有一定的促进作用,施用 1:250 的生物有机肥(即细黄链霉菌菌剂用量 30 kg/hm²)的茎粗、叶片数及根系生长显著优于其它处理,有效促进了番茄生长;较 CK 增产 10.14%,增产效果极显著;其维生素 C、可溶性糖、可溶性固形物、番茄红素含量分别比 CK 高 14.4%、9.1%、10.4%、23.7%,可滴定酸与硝酸盐含量分别较 CK 低 19.3%和 31.5%,显著改善了番茄果实的营养品质。

关键词:生物有机肥;细黄链霉菌(AMCC 400001);番茄;生长;品质

中图分类号:S 641.206⁺.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)22-0177-05

番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)果实营养丰富,风味独特,不但可作果蔬食用,且为重要的加工原料,是我国栽培面积最大的蔬菜之一。山东省是蔬菜生产大省,全省蔬菜种植面积一直稳定在 2×10^6 hm² 左右,蔬菜产业已成为山东省农民增收的支柱产业。但化肥的长期过量使用导致土壤板结、酸化,土壤有机质含量下降,有效态的微量元素下降,养分供应不均衡,土壤肥力下降,土壤酶种类和数量明显减少,加剧了土壤生物间的养分竞争,降低了土壤生物群落稳定性,导致环境污染,地下水硝酸盐含量超标,水体富营养化等一系列生态环境问题^[1-2],从而造成产量降低、品质和效益急骤下降,制约了现代农业的可持续发展。微生物肥料与化肥、有机肥料的科学配合使用,能够提高化肥利用率,减少化肥的使用量,缓解并逐步解决单独使用化肥所带来的问题,对于我国农业的可持续发展具有特别重要的作用^[3]。该研究通过 2012 年 12 月至 2013 年 6 月、2013 年

12 月至 2014 年 6 月连续 2 个生长季的田间试验,对细黄链霉菌(AMCC 400001)与有机肥配合施用在番茄生产上的应用效果进行了评价。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2012 年 12 月至 2013 年 6 月和 2013 年 12 月至 2014 年 6 月 2 个生长季在山东省陵县丁庄乡小庄番茄日光温室进行。供试番茄品种为“荷兰 8 号”,供试微生物菌剂为细黄链霉菌(AMCC 400001),由山东农业大学微生物菌种资源保藏中心提供,菌剂浓度为 5×10^9 CFU/g。供试有机肥为绿源有机肥(有机质含量 $\geq 45\%$, $N+P_2O_5+K_2O \geq 5\%$),供试日光温室土壤有机质 10.5 g/kg、全氮 62.7 g/kg、速效磷 12.9 mg/kg、速效钾 (K_2O)89.9 mg/kg, pH 7.61。

1.2 试验方法

绿源有机肥加入不同剂量的细黄链霉菌(AMCC 400001),分别制成细黄链霉菌(AMCC 400001)与有机肥的质量之比 1:2 500、1:250 和 1:25 的 3 种不同含菌量的生物有机肥。即所用细黄链霉菌的质量分别为 3 (T-1 处理)、30 (T-2 处理)、300 (T-3 处理) kg/hm²,对照 (CK) 为常规施肥,单施有机肥用量为 1 500 kg/hm²,不添加任何微生物菌剂。其它各处理均施用配制好的含细黄链霉菌(AMCC 400001)菌剂的生物有机肥

第一作者简介:朱金英(1976-),女,农业推广硕士,高级农艺师,现主要从事组织培养及生物技术等研究工作。E-mail:zhujinying@126.com.

基金项目:“十二五”国家科技支撑计划资助项目(2011BAD11B01);山东省自主创新成果转化重大专项资助项目(2012ZHZX1A0409);德州市科技计划资助项目。

收稿日期:2015-07-27

1 500 kg/hm², 随机区组排列, 重复 3 次, 供试的微生物有机肥在整地后定植前做为基肥沟施。小区面积为 20 m², 每小区施调配好的生物肥 3 kg, 大行行距 80 cm, 小行行距 50 cm, 株距 30 cm, 种植密度为 51 300 株/hm², 小区间定植沟侧壁用塑料薄膜与周围土壤隔开, 防止处理间肥水侧渗相互影响。试验地结合翻地全层均匀基施农家土杂肥 10 m³/hm²、鸡粪 150 m³/hm²、复合肥(N-P₂O₅-K₂O=15-15-15)2 000 kg/hm²。试验选取长势均匀一致的健壮苗统一规定植, 分别于 2012 年 12 月 10 日定植, 2013 年 6 月 30 日拉秧, 以及 2013 年 12 月 10 日定植, 2014 年 6 月 30 日拉秧。试验田除细黄链霉菌(AM-CC 400001)菌剂的用量不同外, 其它的基肥、追肥、灌溉、及其它田间管理等条件均一致, 番茄用 2,4-D 点花, 不进行疏花疏果, 保留到 5 穗果后打顶。

1.3 项目测定

在番茄生育期内进行田间调查记载生长指标。定垄定株连续测量株高、茎粗, 统计叶片数量, 自定植日起, 每隔 15 d 调查 1 次, 共调查 4 次, 每处理调查 10 株; 定植后 40 d 从各处理随机选取番茄植株 5 株, 称量其地上部鲜重及根部鲜重, 用直尺测定其主根长, 计数根条数, 排水法测根系体积, 烘干称重法测根干重与地上部干重等生长指标。

经济性状调查指标主要包括单株坐果数、平均单果质量, 定垄定株, 每处理调查 10 株。每次每小区采摘测量收获果实质量(精确到 1 g), 最后统一折算为公顷产量(kg/hm²)。盛果期每处理随机采取第二穗果的成

熟度一致的、大小均一的 3 个商品果, 采用 2,6-二氯淀粉法测定维生素 C 含量^[4]、蒽酮比色法测定可溶性糖含量^[5]; 手持折光仪测定果实可溶性固形物含量; 滴定法测定可滴定酸含量^[6]; 紫外分光光度法测定番茄红素含量^[7]; 水杨酸法测定硝酸盐含量^[8]。

1.4 数据分析

采用 Excel 2003 软件对数据进行处理和作图, 采用 SPSS 18.0 软件进行方差分析和 LSD 多重比较。

2 结果与分析

2.1 细黄链霉菌对番茄株高与茎粗的影响

由图 1 可以看出, 不同处理的株高均随生育期延长而增加, 定植 15 d 内, 株高增幅较小, 定植 15~45 d, 生长加速, 株高增幅大, 定植 45 d 后, 增长趋势减缓。不同处理增长幅度不同, 植株株高为 T-2>T-3>T-1>CK, T-2 处理条件下, 株高极显著高于其它处理, 且随着定植日期的延长, T-2 处理较其它处理的株高增幅变大; T-1、T-3 处理株高显著高于 CK, T-3 处理株高高于 T-1 处理, 但差异不显著。

各处理番茄植株茎粗均大于 CK; 各菌剂处理与 CK 均差异极显著。定植 15 d 内, 各处理茎粗与株高变化趋势一致, 差异不显著。定植 15~60 d 内, 生物菌剂处理茎粗增加明显; T-2 处理茎粗增长极显著优于其它处理, 较 CK 茎粗高 21.62%, T-1 与 T-3 处理茎粗也较 CK 差异极显著, 分别较 CK 高 13.69% 和 13.30%。

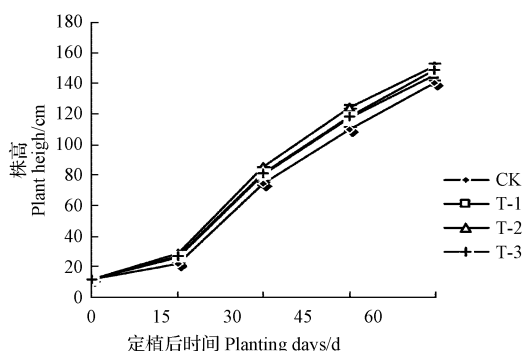


图 1 细黄链霉菌(AMCC 400001)对番茄株高和茎粗的影响

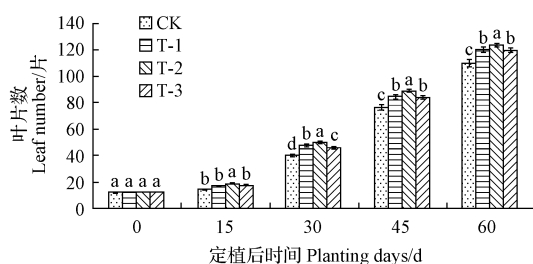
Fig. 1 Effect of *Streptomyces-microflavus* on plant height and stem diameter of tomato plants

2.2 细黄链霉菌对番茄叶片数量的影响

由图 2 可知, 定植 15 d, T-2 处理的叶片数最多, 与 CK 差异显著, 但 CK 与 T-1、T-3 处理之间差异不显著。随着定植日期的增加, 不同处理间的番茄叶片数量的差异加大。定植 30 d, 细黄链霉菌(AMCC 400001)菌剂不同用量处理的叶片数量均较 CK 显著增多。定植 60 d, T-2 处理的叶片数量最多, 为 123.56 片株, 显著高于其它处理, T-1 和 T-3 处理叶片数量显著高于 CK。

2.3 细黄链霉菌对日光温室番茄根系生长的影响

表 1 表明, 细黄链霉菌菌剂处理的番茄植株的根系的根长、根数量、根体积, 根干鲜重等均显著优于 CK。其中, 以 T-2 处理的根系生长最壮。由图 3 可知, CK 根系稀少且大部分集中在土壤表层, 而 T-2、T-3、T-4 处理根系数量多且长, 说明入土较深, 进一步说明了细黄链霉菌可以疏松土壤, 促进黄瓜番茄向深层土壤扩展, 而不施用生物菌剂的对照对根系的生长不利。



注:相同定植后时间,不同小写字母表示 0.05 水平差异。

Note: Different lowercase letters mean significant difference at 0.05 level in the same planting days.

图 2 细黄链霉菌(AMCC 400001)对番茄叶片数的影响

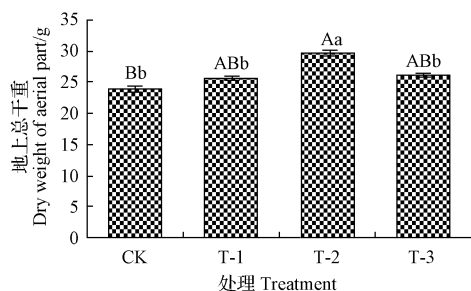
Fig. 2 Effect of *Streptomyces-microflavus* on leaf number of tomato plants

2.4 细黄链霉菌对番茄地上部干鲜重的影响

由图 4 可知,细黄链霉菌处理的地上部干鲜重显著高于 CK,其中,T-2 处理的值最大,其地上部干鲜重分别较对照高 23.8%和 33.2%。

2.5 细黄链霉菌对日光温室番茄经济性状及产量的影响

表 2 表明,细黄链霉菌不同用量之间,以 T-2 处理增产效果最优,T-2 处理产量高达 176 781.48 kg/hm²,较 CK 增产 10.14%,达到差异显著水平,T-1 和 T-3 处理与 CK 差异显著,分别较 CK 增产 9.71%和 7.80%。



注:不同小写字母表示 0.05 水平差异,不同大写字母表示 0.01 水平差异。

Note: Different lowercase and capital letters show significant difference at 0.05 and 0.01 levels, respectively.

图 4 细黄链霉菌对番茄茎叶鲜干重的影响

Fig. 4 Effect of *Streptomyces-microflavus* on aboveground parts of tomato plants

表 2 细黄链霉菌对番茄经济性状及产量的影响

Table 2 Effect of *Streptomyces-microflavus* on economic characters and yield of tomato

处理 Treatment	单株坐果数 Quantity of fruit per plant/个	单果质量 Weight of per fruit/g	产量 Yield (kg · hm ⁻²)	增产 Increase /%
CK	23.8Bb	145.6Bb	160 501.84±511.46Cc	—
T-1	25.2Aa	149.5Aa	176 082.71±158.24Aa	9.71
T-2	25.5Aa	149.7Aa	176 781.48±377.51Aa	10.14
T-3	25.1Aa	149.2Aa	173 015.30±785.69Bb	7.80

表 1 细黄链霉菌对番茄根系生长的影响

Table 1 Effect of *Streptomyces-microflavus* on root growth of tomato plants

处理 Treatment	菌剂用量 Dosage (g · 株 ⁻¹)	根长 Root length /cm	侧根数量 Branch root quantity/个	根体积 Root volume /mL	根鲜重 Root fresh weight/g	根干重 Dried root weight/g
CK	0	34.20Ccc	4.67Bb	8.67Bb	5.65Bb	1.54Cc
T-1	1.2	38.50Bb	4.83ABb	9.50ABa	7.32Aa	1.89Bb
T-2	2.4	44.98Aa	5.83Aa	10.17Aa	8.13Aa	2.26Aa
T-3	0.6	35.83BCc	5.5ABa	9.83ABa	7.05ABa	1.87Bb

注:同列不同小写字母表示 0.05 水平差异,不同大写字母表示 0.01 水平差异。下同表 2~3。

Note: Different lowercase and capital letters mean significant difference at 0.05 and 0.01 level in the same list, respectively. The same below Table 2~3.

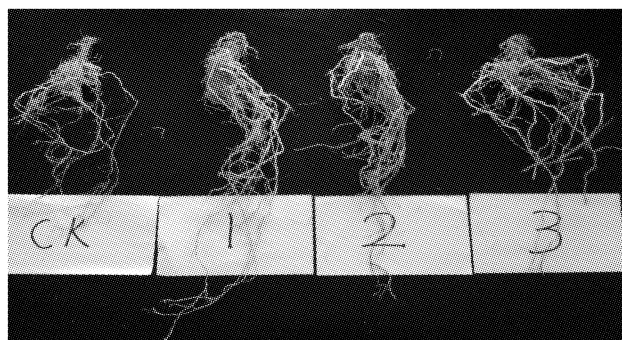
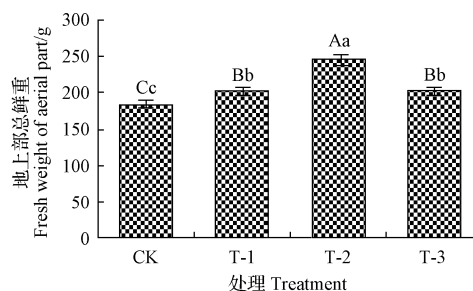


图 3 不同细黄链霉菌菌剂用量的番茄根系形态(2013-01-09 取样)

Fig. 3 The root characteristic of tomato in different treatments (sampled on 2013-01-09)



2.6 细黄链霉菌对日光温室番茄营养品质的影响

由表 3 可看出,不同细黄链霉菌菌剂剂量的维生素 C、可溶性糖、可溶性固形物、番茄红素含量均极显著高于 CK,而可滴定酸、硝酸盐含量极显著低于 CK。综合各品质指标,以 T-2 处理最优,其维生素 C 含量为 312.6 mg/kg,可溶性糖为 4.42%,可溶性固形物为 5.3%,番茄红素为 28.88 μg/g,分别比 CK 高 14.4%、9.1%、10.4%、23.7%,其可滴定酸与硝酸盐含量分别较 CK 低 19.3%和 31.5%。

表 3

细黄链霉菌对番茄营养品质的影响

Table 3

Effect of *Streptomyces-microflavus* on the quality of tomato fruits

处理 Treatment	维生素 C 含量 Vitamin C content /(mg · kg ⁻¹)	可溶性糖含量 Soluble sugar content /%	可溶性固形物含量 Soluble solids content /%	可滴定酸含量 Titrable acid content /%	糖酸比 Sugar-acid ratio	番茄红素含量 Lycopene content /(μg · g ⁻¹)	硝酸盐含量 Nitrate content /(μg · g ⁻¹)
CK	273.2±1.8Bc	4.05±0.07Bb	4.8±0.1Bb	0.93±0.02Aa	4.35±0.09Bb	23.35±0.44Bb	198.2±1.7Aa
T-1	310.5±2.1Aab	4.36±0.05Aa	5.2±0.2ABa	0.76±0.01Bb	5.74±0.14Aa	27.69±0.61Aa	139.3±2.8Bb
T-2	312.6±1.1Aa	4.42±0.04Aa	5.3±0.1Aa	0.75±0.03Bb	5.89±0.17Aa	28.88±0.28Aa	135.7±0.4Bbc
T-3	308.9±1.5Ab	4.32±0.06Aa	5.2±0.2ABa	0.76±0.02Bb	5.68±0.14Aa	28.78±0.64Aa	133.9±0.4Bc

3 结论与讨论

生物菌肥具有促进作物生长、改善蔬菜品质、预防病害的作用,在设施蔬菜生产中已得到广泛应用^[9-13]。细黄链霉菌与有机肥不同配比配合施用,均能够促进番茄植株地上部及根系茁壮生长,从而提高产量,并显著改善了番茄果实的营养品质,与魏保国等^[11]研究结果相同,但与朱震等^[14]的研究结果略有差异,可能是由于应用的生物菌剂的种类、用量不同,以及不同试验地条件下土壤、气候条件不同,导致生物菌剂发挥的效能不同,具体原因有待于进一步研究。

细黄链霉菌是一种资源丰富的微生物类群,其菌体本身及产生的抗菌物质在促进植物生长及预防病害发生方面具有十分重要的作用^[15],段春梅等^[16]研究表明,放线菌的应用对黄瓜幼苗有显著促生作用,并使黄瓜产生诱导抗性。王梅等^[17]盆栽试验研究表明,由黄孢平革菌、细黄链霉菌、多粘芽孢杆菌等菌种组成的复合微生物菌剂(活菌量 2×10^8 CFU/g)对花生叶绿素含量、茎叶鲜重和产量效果最明显,对连作土壤花生的生长有较显著的促进作用。

该试验研究表明,在鲁西北地区,细黄链霉菌与有机肥质量之比 1 : 250 时,即细黄链霉菌在施用量为 30 kg/hm² (有效活菌数量用量 1.5×10^{13} CFU/hm²) 时,对番茄的促生效果显著。有机肥富含有机物质,肥效长,可改良土壤的理化性质,改善土壤微生物组成,为农作物提供全面营养,提高农产品风味与品质。但是有机肥的肥效较慢,不能满足作物生长的需求。利用细黄链霉菌与有机肥及化肥配合施用,既满足了番茄生长期长、需肥量大的需求,又克服了有机肥肥效慢的缺点,其生理指标和经济学指标显著优于单施化肥,显著增加了设施番茄的经济效益。

参考文献

- [1] 胡雪峰,王效举. 农业生产与土壤变化[J]. 热带亚热带土壤科学, 1998, 7(1): 64-67.
- [2] 郑长英,胡敦孝,李维炯. 施用 EM 堆肥对土壤螨群落结构的影响[J]. 生态学报, 2002, 22(7): 1116-1121.
- [3] 孟瑶,徐凤花,孟庆有,等. 中国微生物肥料研究及应用进展[J]. 中国农学通报, 2008, 24(6): 276-283.
- [4] 居立梅,徐广辉,高风云,等. 有机无机复混肥料在番茄上的使用效果研究[J]. 长江蔬菜, 2013(8): 48-50.
- [5] 郝建军,刘延吉. 植物生理学实验技术[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2001.
- [6] 赵世杰,刘华山,董新纯. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 1998.
- [7] 李毅琳. 番茄红素简便测定方法的应用与分析[J]. 食品科学, 2007(3): 268-270.
- [8] 李合生. 植物生理生化实验原理与技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [9] 张鹏,陈友,陈克农. 生物菌肥在大棚黄瓜栽培中应用效果研究[J]. 北方园艺, 1999(6): 17-19.
- [10] 常梅. 保护地黄瓜施用生物菌肥肥力效应研究[J]. 北方园艺, 2013(4): 177-178.
- [11] 魏保国,王明友. 生物菌肥对设施连作番茄生长及产量和品质的影响[J]. 北方园艺, 2014(2): 172-175.
- [12] 李向东,李光伟,张广民,等. 多功能生物肥料在番茄上的防病增产作用[J]. 山东农业科学, 2007(5): 75-77.
- [13] 顾玉奎,宋光义. 大棚番茄应用 MI 百事达生物肥效果试验[J]. 北方园艺, 2004(4): 18-19.
- [14] 朱震,陈芳,肖同建,等. 拮抗菌生物有机肥对番茄根结线虫的防治作用[J]. 应用生态学报, 2011, 22(4): 1033-1038.
- [15] 乔红萍,宗兆峰. 用重寄生菌防治植物病害[J]. 中国生物防治, 2002, 18(4): 176-179.
- [16] 段春梅,薛泉宏,赵娟,等. 放线菌对黄瓜幼苗生长及叶片 PPO 活性的影响[J]. 西北农业学报, 2010, 199(9): 48-54.
- [17] 王梅,李建伟,石璟,等. 花生不同连作年限应用微生物菌剂效果研究[J]. 花生学报, 2013, 42(4): 37-41.

Effect of *Streptomyces-microflavus* (AMCC 400001) and Organic Fertilizer Combined Application on the Growth and Yield of Tomato in Greenhouse

ZHU Jinying, WANG Youping, GUO Jianjun, ZHANG Shuliang, GAO Chunhua
(Dezhou Academy of Agricultural Science, Dezhou, Shandong 253015)

基于层次分析法的迁西县栗蘑产业影响因素分析

唐亚楠, 赵邦宏

(河北农业大学 经济贸易学院, 河北 保定 071000)

摘要:在迁西县栗蘑产业发展过程中,存在着市场推广力度不够、流通渠道不顺畅、产业化组织程度低、缺乏技术和政府支持等问题,为了有效解决产业发展过程中存在的问题,该研究采用层次分析法对影响因素进行定量分析,明确每个层次指标权重,通过一致性检验,得出各个层次指标重要程度的结论,根据重要程度,最后提出对策,从而进一步促进迁西县栗蘑产业的发展。

关键词:栗蘑产业;层次分析法;影响因素

中图分类号:S 646.6-39 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)22-0181-05

食用菌产业是现代农业产业中的朝阳产业。随着经济的发展和生活质量的提高,人们对食用菌的需求不断增加,因而,食用菌产业有着广阔的发展空间。食用菌产业作为“高产、优质、高效、生态、安全”的新兴产业,具有“不与农争时、不与农争粮、不与农争地、不与地争肥、占地少、用水少、投资小、见效快”的特点^[1]。近年来,我国对食用菌产业的研究越来越重视。通过对以往关于食用菌领域的研究文献加以总结,可以得出这些文献基本集中在食用菌产业发展现状与趋势研究、食用菌产业存在问题与对策研究、运用 SWOT 方法对食用菌产业发展进行战略分析以及从食用菌产业的不同环节入手

对食用菌产业链进行研究。纵观这些对于食用菌产业的研究,会发现食用菌产业的研究较多注重理论与社会价值的研究,针对数据搜集困难的问题,大多研究侧重于定性研究,同时文献也较多将研究对象集中于整个国家层次以及全省的食用菌产业,较少研究迁西县栗蘑产业。该研究旨在运用层次分析法,采用定量分析法来分析影响迁西县栗蘑产业发展的因素。

1 迁西县栗蘑产业发展概况

栗蘑属于珍稀的食药两用菌,是迁西县的一大特色,栗蘑产业作为迁西板栗产业的一个延伸产业,有着无法比拟的资源优势。经过 20 多年的发展,全县形成了冷棚设施栽培、暖棚温室栽培和仿野生栽培 3 种栽培方式,先后推广了树菌间作栽培、立体栽培、大拱棚密植仿野生栽培模式,重点发展汉儿庄、白庙子、兴城、新庄子四大园区^[2],造就了食用菌奇葩,打造了“中国栗蘑之乡”。迁西县栗蘑产业已经成为全县致富增收的重要产业和促进农村经济发展的万年青产业。

目前,迁西县紧紧抓住栗蘑产业优势,将栗蘑产业

第一作者简介:唐亚楠(1991-),女,硕士研究生,研究方向为产业经济理论与政策。E-mail:tyn0507@126.com.

责任作者:赵邦宏(1964-),男,博士,教授,博士生导师,现主要从事农业产业经济等研究工作。E-mail:zhbh219@126.com.

基金项目:河北省食用菌产业技术创新体系资助项目;河北省科技计划资助项目(144576110D)。

收稿日期:2015-08-13

Abstract: Greenhouse tomato was taken as material to study the effects of three kinds of bio-organic fertilizer, whose mass ratio of *Streptomyces-microflavus* (AMCC 400001) and fertilizer were 1 : 2 500, 1 : 250 and 1 : 25, respectively, on aerial part, root growth, yield and fruit quality of tomato, with the treatment of pure fertilizer without any microbial agent as control (CK). The results showed that three kinds of bio-organic fertilizer with different amount of bacterial could improve plant growth of tomato. Stem diameter, number of leaf and root growth of the treatment with applying 1 : 250 bio-organic fertilizer, that the amount of *Streptomyces-microflavus* AMCC 400001 was 30 kg/hm², were better than those of other treatments, so the treatment improved tomato growth effectively. Moreover, the yield of this treatment was higher by 10.14% than CK, which yield-increasing effect was most significant, and the contents of vitamin C, soluble sugar, soluble solid and lycopene were higher than CK by 14.4%, 9.1%, 10.4% and 23.7%, respectively, and the contents of titratable acid and nitrate were lower than CK by 19.3% and 31.5%, which significantly improved nutrient quality of tomato.

Keywords: bio-organic fertilizer; *Streptomyces-microflavus* (AMCC 400001); tomato; growth; quality