

施肥对西红柿土壤微生物和土壤呼吸的影响

杜社妮^{1,2}, 梁银丽^{1,2}, 张成娥³

(1. 西北农林科技大学水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 2. 中科院水利部水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100;
3. 中国农业科学院土壤肥料研究所, 北京 100081)

摘要: 以不施肥为对照, 研究了化肥、有机肥、沼肥对西红柿土壤微生物数量和土壤呼吸的影响。结果表明: 施用化肥土壤的细菌数量比对照减少 0.6%~57.2%, 真菌数量呈现先增加后减少的趋势, 放线菌数量比对照增加 7.4%~65.0%; 化肥用量减少一半, 土壤的真菌数量增加, 放线菌数量减少。施用有机肥土壤的细菌、真菌、放线菌数量比对照分别增加 12.1%~160.8%、5.1%~142.3%、46.2%~157.5%; 有机肥用量减少一半, 土壤细菌、真菌、放线菌数量分别减少 28.0%~87.8%、9.7%~40.3%、21.8%~71.1%。施用沼肥土壤细菌、真菌和放线菌数量与对照相比呈现先增加后减少的趋势。施肥增强了土壤呼吸, 其中有机肥增加的幅度最大, 为 23.5%~118.6%, 沼肥次之, 为 20.8%~38.5%, 化肥增加的幅度最小, 为 10.5%~25.3%。

关键词: 施肥种类; 西红柿; 土壤微生物; 土壤呼吸

中图分类号: S154.3 文献标识码: A 文章编号: 1000-7601(2011)05-0178-04

日光温室蔬菜的大面积发展, 促进了农村产业结构的调整, 加快了生态环境建设。施肥是提高作物产量的重要保证之一。合理施肥能提供作物生长所需的养分, 促进土壤微生物活动, 从而改善土壤的理化性状。土壤微生物与土壤肥力状况和土壤环境质量密切相关^[1]。耕作方式、轮作和施肥等对土壤微生物的影响研究较多^[2~11], 但施肥对土壤微生物、土壤呼吸的影响研究较少。本试验研究日光温室 N、P 肥及 N、P 减量, 有机肥及有机肥减量, 沼肥对土壤微生物及土壤呼吸的影响, 为日光温室持续发展和土壤施肥管理提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验设在陕北延安市市河庄坪镇井家湾村, 地处北纬 36°21′、东经 108°10′, 年日照时数为 2472 h, 日照百分率为 54%。该地年均气温为 9.4℃, 7 月为 22.9℃, 1 月为 -6.7℃, 极端最高气温为 39.7℃, 极端最低气温为 -25.4℃, 平均日较差为 13.9℃, ≥10℃的活动积温为 3207℃, 年太阳辐射为 528.6 kJ/cm², 年降水量为 550 mm, 57% 降水主要集中在 7、8、9 三个月, 无霜期 152 d。

1.2 试验设计

试验日光温室长 45 m, 宽 7.5 m, 土壤为黄绵土。试验田耕层有机质 15.4 g/kg, 全 N 1.01 g/kg,

速效 N 9.11 mg/kg, 全 P 1.28 g/kg, 速效 P 95.69 mg/kg, 速效 K 94.8 mg/kg。供试西红柿品种“L402”, 前茬为芹菜, 2003 年元月 10 日日光室内育苗, 2003 年 3 月 4 日定植, 2003 年 7 月 11 日结束试验。

试验的肥料种类有化肥、有机肥和沼肥, 设 6 个处理, (1) 不施肥(CK); (2) 化肥(N 400 kg/hm² + P₂O₅ 250 kg/hm²)(NP); (3) 化肥(N 200 kg/hm² + P₂O₅ 125 kg/hm²)(NPF); (4) 有机肥 225 000 kg/hm²(M); (5) 有机肥 112 500 kg/hm²(MF); (6) 沼肥 225 000 kg/hm²(B), 4 次重复, 随机排列, 试验处理小区面积 1.2 m × 5.5 m = 6.6 m², 栽植西红柿两行共 34 株。

有机肥为腐熟的混合牛、羊粪, 全氮为 4.216 g/kg, 速效氮 154.8 mg/kg, 全磷 2.11 g/kg, 速效磷 325.1 mg/kg, 速效钾 3299.0 mg/kg。氮肥用尿素(含 N 46%), 磷肥用磷酸二铵(含磷 19.33%, 含氮 17%)。沼肥为发酵 6 个月的沼气液。

施肥方法: 有机肥、沼肥、化肥总量的 2/3 作为底肥在定植前整地时一次施入土壤中, 总量的 1/3 作为追肥在生育期分 3 次开沟施入。磷肥作为底肥在整地时一次施入。

1.3 测定项目与方法

西红柿定植后, 于始花期(3 月 9 日)开始, 每隔 30 d 左右采一次土样, 采样土层深度为 0~20 cm, 共采样 5 次, 一部分新鲜土样测定土壤细菌、真菌、放

收稿日期: 2011-02-14

基金项目: 国家科技支撑项目(2006BAD09B07)

作者简介: 杜社妮(1966—), 女, 助理研究员, 硕士, 主要从事蔬菜生态与栽培研究。E-mail: sdu@nwsuaf.edu.cn。

线菌数量,一部分新鲜土样用于测定土壤呼吸,同时测定土壤含水量。土壤细菌、真菌、放线菌和土壤呼吸的测定方法采用常规分析方法^[12],土壤含水量采用烘干法测定。

1.4 试验数据处理与分析

试验数据利用 Microsoft EXCEL 软件计算并完成制图。试验将处理的数据分为三组进行比较:

第 1 组: (1) 不施肥 (CK)、处理 (2) 化肥 (N 400 kg/hm²+ P₂O₅ 250 kg/hm²) (NP) 及处理 (3) 化肥 (N 200 kg/hm²+ P₂O₅ 125 kg/hm²) (NPF) 进行比较, 探讨 NP 肥及 NP 减量对土壤微生物的影响。

第 2 组: (1) 不施肥 (CK)、处理 (4) 有机肥 225 000 kg/hm²(M) 及处理 (5) 有机肥 112 500 kg/hm² (MF) 进行比较, 探讨有机肥及有机肥减量对土壤微生物的影响。

第 3 组: (1) 不施肥 (CK) 与 (6) 沼肥 225 000 kg/hm² (B) 进行比较, 探讨沼肥对土壤微生物的影

响。

2 结果分析

2.1 施肥对土壤微生物的影响

2.1.1 对土壤细菌数量的影响 施肥对土壤细菌数量影响较大,不同的生长时期细菌数量的变化不同。施用化肥土壤中的细菌数量比对照降低 0.6%~57.2%;化肥用量减少一半,3~5 月土壤的细菌数量比施用化肥增加 15.0%~326.6%,6~7 月降低 26.3%~28.4% (图 1a)。施用有机肥,土壤中的细菌数量比对照增加 12.1%~160.8%;有机肥用量减少一半,土壤中的细菌数量比有机肥减少 24.7%~87.8% (图 1b)。施用沼肥土壤细菌数量的变化在西红柿不同的生长期表现不一致,3~5 月比对照增加了 24.4%~136.4%,生长后期(6~7 月)降低 24.9%~53.9% (图 1c)。

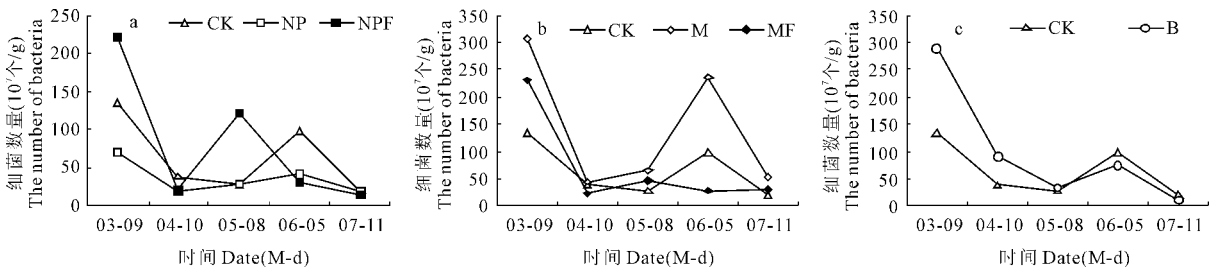


图 1 不同施肥土壤细菌数量的动态变化

Fig. 1 Dynamic change of the number of bacterial under different treatment

2.1.2 对土壤真菌数量的影响 施用化肥,土壤的真菌数量与对照相比呈现先增加后减少的趋势,增加的幅度为 9.6%~26.6%,减少的幅度为 20.4%~86.4%;化肥用量减少一半,土壤的真菌数量比施用化肥增加 23.1%~53.6%,比对照增加 22.2%~69.9% (图 2a)。施用有机肥土壤中的真菌数量比对

照增加 5.1%~142.3%;有机肥用量减少一半,土壤的真菌数量比施用有机肥降低 9.7%~40.3%,比对照增加 20.4%~80.9% (图 2b)。施用沼肥土壤真菌数量先增加后减少,增加的幅度(53.0%~118.0%) 大于减少的幅度(20.9%~34.6%) (图 2c)。

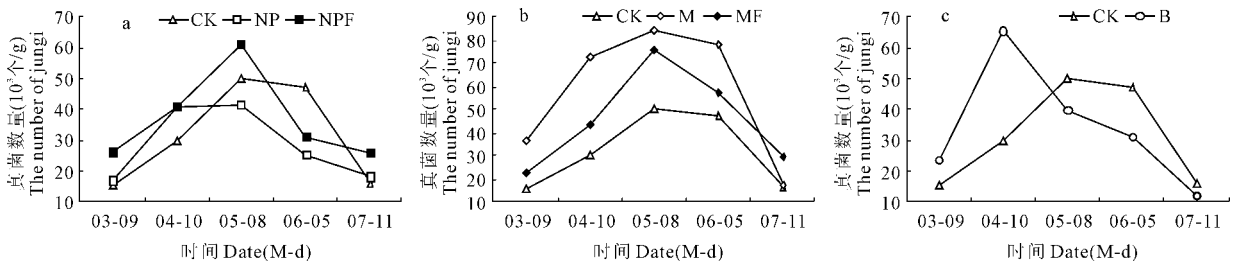


图 2 不同施肥土壤真菌数量的动态变化

Fig. 2 Dynamic change of the number of jungi under different treatment

2.1.3 对土壤放线菌数量的影响 施肥对土壤放线菌变化的影响与细菌和真菌不同。施用化肥,土壤的放线菌数量比对照增加 7.4%~65.0%;化肥

用量减少一半,土壤的放线菌数量减少 3.1%~42.3% (图 3a)。施用有机肥土壤中的放线菌数量比对照增加 46.2%~157.5%;有机肥用量减少一半,

土壤的放线菌数量比施用有机肥降低 21.8% ~ 71.1%，但比对照增加 20.4% ~ 80.9% (图 3b)。施

用沼肥土壤放线菌数量呈现增加~ 减少~ 增加的趋势(图 3c)。

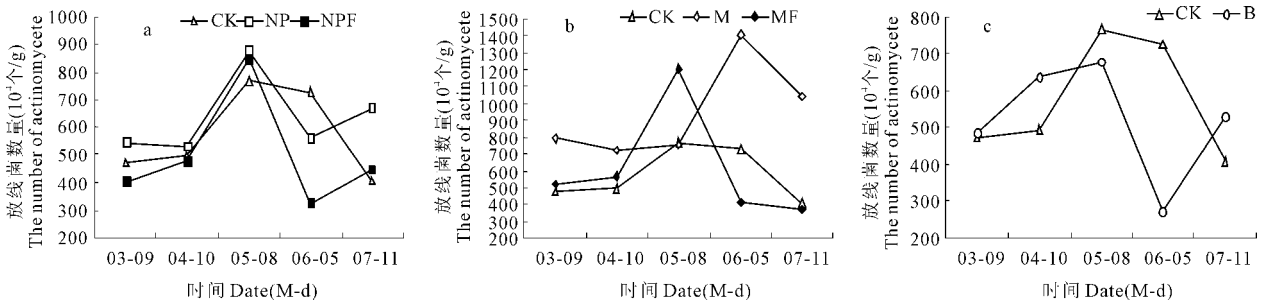


图 3 不同施肥土壤放线菌数量的动态变化

Fig. 3 Dynamic change of the number of actinomycete under different treatment

2.2 施肥对土壤呼吸强度的影响

土壤呼吸是表征土壤质量和肥力的重要生物学指标^[13], 土壤呼吸反应了土壤的生物活性和土壤物质代谢的强度^[14]。土壤呼吸主要以土壤微生物和植物根系呼吸为主。土壤有机质、养分等含量都能影响土壤呼吸作用强度^[13]。施肥提高了土壤呼吸(图 4)。施用化肥土壤呼吸提高 10.5% ~ 26.1%; 化肥用量减少一半, 土壤呼吸提高 4.5% ~ 66.3%, 比对照提高 16.6% ~ 86.0%。施用有机肥土壤的呼吸提高 23.5% ~ 118.6%; 有机肥用量减少一半, 土壤呼吸降低 11.2% ~ 26.8%, 但比对照提高 33.7% ~ 94.1%。施用沼肥土壤呼吸比对照提高 20.8% ~ 38.5%。

细菌、放线菌和真菌是土壤中的三大类微生物, 它们对土壤有机物的分解、氮和硫及其化合物的转化具有重要作用。土壤微生物数量和土壤呼吸除受土壤养分的影响外^[15, 16], 还与土壤的 pH 值有一定的关系, 细菌生存适宜的 pH 为中性和微碱性, 放线菌在酸性强的土壤中生长不良, 很多真菌在酸性土壤中能良好生长^[17]。由于酸性土壤中细菌和放线菌生长受限制, 减少了对养分的竞争, 有利于真菌数量增加。不同的肥料种类施入土壤后, 对土壤的 pH 影响不同, 进而影响土壤的细菌、真菌和放线菌数量及土壤呼吸。

4 结 论

日光温室西红柿施用化肥, 土壤细菌数量比对照减少, 真菌数量在西红柿生长前期增加, 生长后期减少, 放线菌数量增加, 土壤呼吸增加(除 5 月外)。化肥施用量减少一半, 土壤细菌数量 3 月和 5 月比对照增加, 4 月、6 月和 7 月比对照减少, 与施用化肥相比 3~ 5 月增加; 土壤真菌数量比对照、施用化肥增加; 放线菌数量与对照相比为 3 月、4 月、6 月减少, 5 月、7 月增加; 与施用化肥相比整个生长期减少; 土壤呼吸比对照和施用化肥增加。

施用有机肥土壤细菌、真菌、放线菌数量和土壤呼吸均比对照增加。有机肥用量减少一半, 土壤细菌数量与对照相比, 呈现增加- 减少- 增加- 减少- 增加, 与施有机肥相比减少; 真菌数量比对照增加, 比有机肥减少; 放线菌数量 3~ 5 月比对照增加, 6~ 7 月比对照减少, 比施用有机肥减少; 土壤呼吸比对照增强, 比施用有机肥减弱。

施用沼肥土壤的细菌、真菌和放线菌数量的变化趋势一致, 前期比对照增加, 后期比对照减少。土壤呼吸比对照增强。

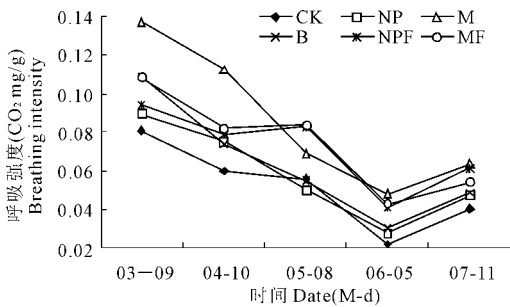


图 4 不同施肥对西红柿土壤呼吸的影响

Fig. 4 Effect of fertilization on soil respiration

3 讨 论

研究表明, 施肥对日光温室西红柿土壤微生物数量和土壤呼吸有深刻的影响。施用有机肥能显著地提高土壤微生物的数量和土壤呼吸, 特别是细菌的数量。其原因在于, 有机肥增加了土壤中的有机质, 改善了土壤的环境条件, 促进西红柿根系代谢, 使根系分泌物增多, 微生物繁殖加快。

参考文献:

- [1] 张宪武. 土壤微生物研究[M]. 沈阳: 沈阳出版社, 1993: 13—24.
- [2] 于强波, 李亚东, 张志东, 等. 地面覆盖对越橘园土壤微生物的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2009, 31(5): 592—594.
- [3] 李东坡, 武志杰, 陈利军, 等. 长期培肥黑土微生物量磷动态变化及影响因素[J]. 应用生态学报, 2004, 15(10): 1897—1902.
- [4] 孙建, 刘苗, 李立军, 等. 免耕与留茬对土壤微生物量 C、N 及酶活性的影响[J]. 生态学报, 2009, 29(10): 5508—5515.
- [5] 吴凤芝, 周新刚. 不同作物间作对黄瓜病害及土壤微生物群落多样性的影响[J]. 土壤学报, 2009, 46(5): 899—906.
- [6] 朱海平, 姚槐应, 张勇勇, 等. 不同培肥管理措施对土壤微生物生态特征的影响[J]. 土壤通报, 2003, 34(2): 140—142.
- [7] 台莲梅, 金红, 闫风云, 等. 不同耕作及配套措施对大豆根部土壤微生物数量的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2003, (6): 20—22.
- [8] 蔡晓布, 彭岳林, 薛会英, 等. 不同培肥方式对西藏中部退化土壤微生物的影响研究[J]. 中国生态农业学报, 2004, 12(1): 108—110.
- [9] 孔维栋, 刘可星, 廖宗文. 有机物料种类及腐熟水平对土壤微生物群落的影响[J]. 应用生态学报, 2004, 15(3): 487—492.
- [10] 来璐, 郝明德, 王永功. 黄土高原旱地长期轮作与施肥土壤微生物量磷的变化[J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(5): 546—549.
- [11] 孙淑荣, 吴海燕, 刘春光, 等. 玉米连作对中部农区主要土壤微生物区系组成特征影响的研究[J]. 玉米科学, 2004, 12(4): 67—69.
- [12] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤微生物研究法[M]. 北京: 科学出版社, 1985: 44—46, 263—275.
- [13] Liebing M A, Doran J W, Gardner J C. Evaluation of a field test kit for measuring selected soil quality indicators[J]. Agro I, 1996, 88(4): 683—686.
- [14] Luizao F J, Proctor J, Thompson J, et al. Rain forest on Maraca Island, Roraima, Brazil; Soil and litter process response to artificial gaps[J]. For Ecol Manag, 1998, 102(2~3): 291—303.
- [15] 孙翠玲, 郭玉文, 佟超然. 杨树混交林地土壤微生物与酶活性的变异研究[J]. 林业科学, 1997, 33(6): 488—496.
- [16] 许景伟, 王卫东, 李成. 不同类型黑松混交林土壤微生物、酶及其与土壤养分关系的研究[J]. 北京林业大学学报, 2000, 22(1): 51—55.
- [17] M. 亚历山大著. 广西农学院农业微生物学教研组译. 土壤微生物学导论[M]. 北京: 科学出版社, 1983: 125.

Effect of fertilization constitution on soil microorganism and soil respiration of tomato

DU She ni^{1,2}, LIANG Yir li^{1,2}, ZHANG Cheng e³

(1. Northwest A & F University, Institute of Soil and Water Conservation, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling,

Shaanxi 712100, China; 3. Institute of Soil and Fertilizer, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: In solar greenhouse, effect of CK (no fertilization), NP fertilizer, organic manure, biogas fertilizer on soil microorganism and respiration was studied. The results showed that, compared to CK, the number of bacteria of soil decreased by 0.6% ~ 57.2%, fungi of soil increased first and then decreased, and actinomycete of soil increased by 7.4% ~ 65.0% when using NP fertilizer. Application amount of NP fertilizer reduced a half, the number of fungi of soil increased, but actinomycete of soil decreased. By using organic manure, the number of bacteria, fungi and actinomycete of soil increased by 12.1% ~ 160.8%, 5.1% ~ 142.3% and 46.2% ~ 157.5%. When the application amount of organic manure reduced a half, the number of bacteria, fungi and actinomycete of soil decreased by 28.0% ~ 87.8%, 9.7% ~ 40.3% and 21.8% ~ 71.1%. By applying biogas fertilizer, the numbers of bacteria, fungi and actinomycete increased first and then reduced. Fertilization enhanced soil respiration, the extent of increasing under organic manure was the biggest, with 23.5% ~ 118.6%, and that with biogas fertilizer was 20.8% ~ 38.5%, while that with NP fertilizer was the smallest in all treatments.

Keywords: fertilization constitution; tomato; soil microorganism; soil respiration