

不同生物肥处理土壤微生物量对温度、水分条件的响应

曹 丹^{1,2}, 汪张懿², 李文红¹, 凤舞剑¹, 白耀博¹, 周宝亚¹

(1. 徐州生物工程职业技术学院 农林工程系, 江苏 徐州 221000;

2. 南京农业大学 资源与环境科学学院, 江苏 南京 210095)

摘要: 为探讨不同生物肥处理土壤微生物量碳、氮(C、N)对温度、水分条件的响应,以山东鲁青青菜为供试材料,通过室内培养试验,以单施有机肥为对照,研究3种不同生物肥(中和牌、NST型及爸爱我)配合有机肥处理在温度25℃、35℃,水分45%、60%、75%、90%下对土壤中微生物量C、N含量的影响。结果表明,单施有机肥,土壤微生物量C、N在25℃,田间持水量75%培养时最大;中和牌生物肥与有机肥配施处理在25℃,田间持水量60%培养时最佳;NST型生物肥与有机肥配施处理在25℃,田间持水量60%时最佳;爸爱我生物肥与有机肥配施处理对温度、水分的适宜性较强,其最佳培养条件为温度25℃,田间持水量60%或75%。不同生物肥处理对温度、水分的响应具有一定的差异性。

关键词: 生物肥; 温度; 水分; 土壤生物特性; 土壤微生物量

中图分类号: S146.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2013)03-0063-04

Response of Soil Microbial Biomass with Different Bio-fertilizer Treatment to Temperature and Moisture

CAO Dan^{1,2}, WANG Zhang-yi², LI Wen-hong¹, FENG Wu-jian¹,

BAI Yao-bo¹, ZHOU Bao-ya¹

(1. Department of Agriculture and Forestry Engineering, Xuzhou Biological Technical College, Xuzhou 221000, China;

2. College of Resources and Environmental Sciences, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: In order to investigate the response of soil biomass C and N to the conditions of temperature and moisture, laboratory experiments were carried out to examine the effects of different bio-fertilizers on soil microbial biomass C and N with different temperature (25, 35 °C) and field moisture capacity (45%, 60%, 75%, 90%). In this study, four treatments consisted of organic fertilizer only (CK), Zhonghe bio-fertilizer combined with organic fertilizer (ZHH), NST bio-fertilizer combined with organic fertilizer (NST) and BIO bio-fertilizer combined with organic fertilizer (BIO). Results showed that CK had the optimal soil microbial biomass under the condition of temperature 25 °C and field moisture capacity 75%; Both ZHH and NST had the optimal soil microbial biomass under the condition of temperature 25 °C and field moisture capacity 60%; BIO had a strong suitability of temperature and moisture, getting the optimal soil microbial biomass under the condition of temperature 25 °C and field moisture capacity 60% or 75%.

Key words: bio-fertilizer; temperature; moisture; soil biological characteristics; soil microbial biomass

收稿日期: 2012-12-19

作者简介: 曹 丹(1985-), 女, 江苏徐州人, 讲师, 硕士, 主要从事环境质量与食品安全教学与科研工作。

E-mail: caodan_168@126.com

生物肥以其具有生产成本低、效果好、无环境污染等优点,在现代农业生产中特别是在有机农业、设施农业中将发挥越来越重要的作用^[1]。土壤微生物不仅参与物质转化过程中的许多生化反应,而且通过自身的代谢和周转,促进养分循环及有效性,成为土壤有效养分的重要来源。微生物生物量是土壤养分的储备库。土壤微生物量碳、氮(C、N)是土壤碳素、氮素养分转化和循环研究中的重要参数,它们较为直观地反映了土壤微生物和土壤肥力状况^[2]。研究土壤微生物生物量有助于系统了解土壤肥力的形成及演变机制,弄清土地利用、环境因子及农业措施对土壤肥力的影响,为土壤培肥及养分诊断提供理论和技术指导。目前,关于生物肥的研究主要集中在其应用增产效果上^[3-6],很少有关于生物肥施用的温度、水分最适条件的研究^[7]。本试验通过研究不同温度、水分条件下,有机肥及有机肥与生物肥配施处理对土壤微生物生物量 C、N 的影响,找出不同施肥处理发挥最佳肥效时的温度、水分条件,为合理施肥、提高生物肥的利用率提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 供试土壤与肥料

供试作物为山东鲁青。供试土壤采自南京溧水普朗克有机农场(连续进行了 8 a 的有机种植),均采自耕层 0~20 cm,经风干后过 2 mm 筛,充分混匀后备用,其中土壤 pH 值 5.59,有机质 16.21 g/kg,全氮 0.95 g/kg,全磷 0.58 g/kg,全钾 20.22

g/kg,速效磷 34.39 mg/kg,速效钾 50.63 mg/kg,肥力适中。

供试肥料分别选择了北京六合新星生物技术公司生产的中和牌(ZHH)Ⅱ型生物肥(有效活菌数 ≥ 0.2 亿个/g,有机质含量 $\geq 25\%$,速效氮 612.5 mg/kg,pH 值 6.24,含水量 27.3%),香港长江生命科技国际有限公司提供的 NST 型高氮生物肥[有机质含量 $\geq 30\%$,腐殖酸含量 $\geq 5\%$,NPK $\geq 11\%$ (6-3-2),速效氮 670.2 mg/kg,pH 值 7.62,含水量 23.7%]以及南京农业大学资源与环境科学学院研制、江苏新天地生物肥料工程中心制造的爸爱我(BIO)抗土传病高效生物肥(有效活菌数 ≥ 0.5 亿个/g,有机质 $\geq 25\%$,NPK $\geq 6\%$,游离氨基酸+活性小肽 $\geq 4\%$,速效氮 847.1 mg/kg,pH 值 7.16,含水量 28.3%)。对照所施用的有机肥为普朗克有机农场正常施用的商品有机肥,由南京宁粮生物肥料有限公司生产并通过有机认证(NPK $\geq 4\%$,有机质 $\geq 30\%$,速效氮 296.5 mg/kg,pH 值 7.89,含水量 32.5%)。

1.2 试验设计

试验采用裂区设计。设主处理 4 个,其中以单独施用农场有机肥作为对照(CK);另设 3 种生物肥与有机肥配合施用处理,分别为 ZHH、NST 和 BIO。各处理肥料施用量见表 1。副处理为 2 个温度 T1、T2 (25℃、35℃),4 个水分 W1、W2、W3、W4(土壤含水量分别占田间饱和持水量的 45%、60%、75%、90%)的完全方案,共 32 个处理,重复 3 次。

表 1 供试肥料种类和施用水平

CK(有机肥)	ZHH		NST		BIO	
	ZHH	有机肥	NST	有机肥	BIO	有机肥
8.654	0.069	6.058	0.865	6.058	0.433	6.058

试验前先测定过 2 mm 筛的鲜土的含水量,然后称取相当于 200 g 干土的新鲜土样;分别称取不同处理所需的有机肥和生物肥量,与土壤充分混合,加入烧杯中,采用称重法调节土壤含水量至田间饱和持水量的 45%、60%、75%、90%,分别置于 25℃ 及 35℃ 的恒温培养箱中。培养过程中每 2 d 称一次,以控制土壤水分状况,培养 20 d。

1.3 测定指标与方法

土壤微生物量 C:采用氯仿熏蒸浸提— $K_2Cr_2O_7$ 氧化法^[8]测定;土壤微生物量 N:采用氯仿熏蒸浸提消煮、碱化蒸馏法^[9]测定。

1.4 数据处理

采用 Excel 2003 及 SPSS 13.0 统计分析软件

进行数据处理和差异显著性检验,并用 Excel 2003 软件进行绘图。

2 结果与分析

2.1 温度和水分对不同处理土壤微生物量 C 的影响

不同施肥处理条件下土壤微生物量 C 对温度和湿度的响应不同(图 1、2)。25℃ 时,CK 及 BIO 处理土壤微生物量 C 趋势较为一致,在水分含量较低时,随水分的增加呈现出增高的趋势,在 75% 田间持水量时土壤微生物量 C 含量最高,而当水分含量继续增加至 90% 时,土壤微生物量 C 较 75% 时显著降低;而 ZHH 和 NST 处理土壤微生物量 C 则随着水分含量

的提高呈现出下降的趋势。35℃时,除 BIO 处理土壤微生物量 C 含量随水分变化与 25℃时较为一致以外,其他 3 个处理土壤微生物量 C 含量与 25℃相比差异较为明显。其中,CK 处理与 ZHH 处理变化一致,土壤微生物量 C 含量随着土壤水分的增加而增大,田间持水量为 90%时最大;而 NST 则是在 45%与 60%时较大,75%与 90%时含量显著降低。当田间持水量相同时,除 BIO 处理外,其他各处理 25℃时土壤微生物量 C 的含量均显著高于 35℃时含量,甚至达到极显著水平。可见,不同处理土壤微生物量 C 对温度和水分条件的响应不同。

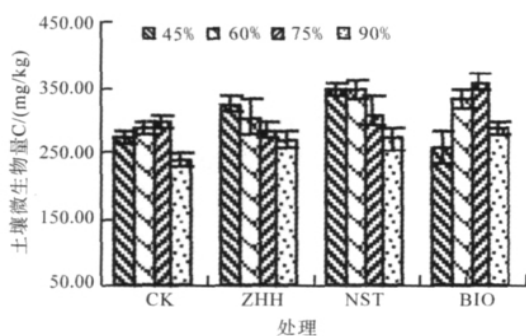


图 1 25℃培养时各施肥处理在不同水分条件下土壤微生物量 C 含量

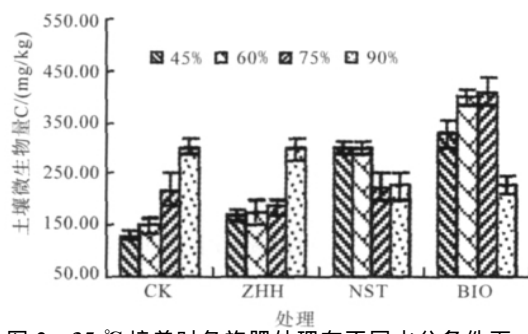


图 2 35℃培养时各施肥处理在不同水分条件下土壤微生物量 C 含量

2.2 温度和水分对不同处理土壤微生物量 N 的影响

土壤水分、温度影响土壤微生物量 C 的同时也影响土壤微生物量 N 的含量,并且不同处理土壤微生物量 N 含量对水分和温度的响应亦不同(图 3、4)。25℃时,CK 处理与 BIO 处理土壤微生物量 N 含量随水分的变化趋势与土壤微生物量 C 的变化趋势一致,在田间持水量 75%时达最大值;ZHH 与 NST 处理土壤微生物量 N 含量在田间持水量 60%时最大,田间持水量 45%和 75%时土壤微生物量 N 含量都显著降低,且随着田间持水量的升高,微生物量 N 含量继续减小。35℃时,CK、ZHH 处理土壤微生物量 N 随着水分含量的升高呈增加趋势,与土壤微生物量 C

变化一致;NST 处理在此温度条件下与 BIO 的变化趋势一致,田间持水量 75%时最大,随着田间持水量降低或者升高,土壤微生物量 N 含量均降低。

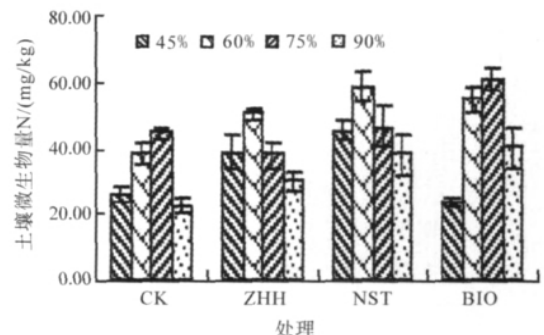


图 3 25℃培养时各施肥处理在不同水分条件下土壤微生物量 N 含量

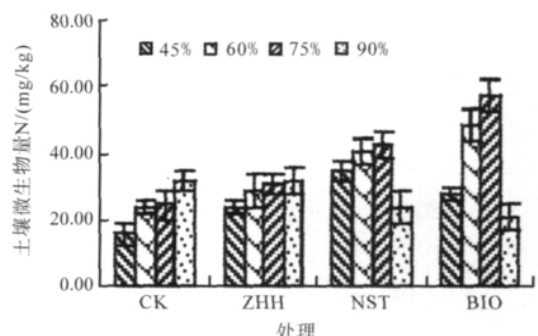


图 4 35℃培养时各施肥处理在不同水分条件下土壤微生物量 N 含量

3 结论与讨论

土壤微生物是土壤物质循环的重要参与者,控制着土壤中能量和营养物的循环^[10],土壤微生物量 C 是微生物群落和植物可利用的不稳定的能量和营养物的来源。土壤微生物量容易受外界环境因素的影响,其中温度和水分条件是极其重要的影响因素^[11]。不同处理土壤微生物量 C、N 对温度、水分适宜性存在一定的差异。各处理土壤微生物量 C 最大时的培养条件分别为:CK 处理温度为 25℃,田间持水量 75%;ZHH 为温度 25℃,田间持水量 45%;NST 为温度 25℃,田间持水量 60%;BIO 为温度 25℃,田间持水量 60%或 75%,且 BIO 处理生物肥的温度、水分适应性最强。各处理土壤微生物 N 最大时培养条件分别为:CK 处理温度为 25℃,田间持水量 75%;ZHH 为温度 25℃,田间持水量 60%;NST 为温度 25℃,田间持水量 60%;BIO 为温度 25℃,田间持水量 75%。

本研究中,土壤微生物量 N 与土壤微生物量 C 的变化较为一致,这与赵俊华等的研究结果两者具有极显著的正相关关系^[12]相符。(下转第 75 页)

- Plant Microbe Interact, 1999, 12: 405-410.
- [11] Lee H J, Park K H, Shim J H, *et al.* Quantitative changes of plant defense enzymes in biocontrol of pepper (*Capsicum annuum* L.) late blight by antagonistic *Bacillus subtilis* HJ927[J]. Journal of Microbiology and Biotechnology, 2005, 15(5): 1073-1079.
- [12] Fu J M, Huang B R. Involvement of antioxidants and lipid peroxidation in the adaptation of two cool-season grasses to localized drought stress[J]. Environmental and Experimental Botany, 2001, 45(2): 105-114.
- [13] Park Y S. Carbon dioxide-induced flesh browning development as related to phenolic metabolism in 'Nikitaka' pear during storage[J]. Journal of the Korean Society for Horticultural Science, 1999, 40: 567-570.
- [14] 贾显禄. 小麦与小麦秆锈菌互作及非亲合机制研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 1997.
- [15] Muthukumar A, Eswaran A, Sangeetha G. Induction of systemic resistance by mixtures of fungal and endophytic bacterial isolates against *Pythium aphanidermatum* [J]. Acta Physiologiae Plantarum, 2011, 33: 1933-1944.
- [16] Avdiushko S A, Ye X S, Kuc J. Detection of several enzymatic activities in leaf prints of cucumber plants [J]. Physiological and Molecular Plant Pathology, 1993, 42: 441-454.
- [17] Liang J G, Tao R X, Zhang X. Induction of resistance in cucumber against seedling damping-off by plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) *Bacillus megaterium* strain L8[J]. African Journal of Biotechnology, 2011, 10(36): 6920-6927.
- [18] Vanitha S C, Umesha S. *Pseudomonas fluorescens* mediated systemic resistance in tomato is driven through an elevated synthesis of defense enzymes[J]. Biologia Plantarum, 2011, 55(2): 317-322.
- [19] 宋鸣凤, 郑重, 葛秀春. 活性氧及膜脂过氧化在植物一病原物互作中的作用[J]. 植物生理学通讯, 1996, 32(5): 377-385.
- [20] 李文英, 彭智平, 杨少海, 等. 植物根际促生菌对香蕉幼苗生长及抗枯萎病效应研究[J]. 园艺学报, 2012, 39(2): 234-242.

(上接第 65 页) 土壤微生物量 C 既是土壤有机质和土壤养分转化和循环的动力, 也是土壤中活性的有效成分, 土壤微生物量 N 含量则是土壤微生物对 N 素矿化与固定持续作用的综合反映^[13-14], 说明土壤微生物对 N 素的固定持续作用主要取决于土壤微生物本身的生物量大小。生物肥中所含有的活性菌体在适宜温度、水分条件下会迅速繁殖, 不仅起着激活土著微生物的作用, 同时还增加土壤外源微生物数量, 有利于加速土壤养分的分解、转化和释放, 从而改善土壤环境和微生物区系。但是不同的生物肥因其具有独特的特性, 因此对土壤水分、温度条件有不同的响应。

参考文献:

- [1] 沈德龙. 农业行业标准: NY 884—2004《生物有机肥》[S]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- [2] 沈德龙, 曹凤明, 李力. 我国生物有机肥的发展现状及展望[J]. 中国土壤与肥料, 2007(6): 1-4.
- [3] 赵雪梅. 国内生物肥应用研究进展[J]. 赤峰学院学报: 自然科学版, 2007, 23(3): 28-30.
- [4] 邓接楼. 生物有机肥对蔬菜产量及经济效益的影响[J]. 长江蔬菜学术版, 2009(12): 57-58.
- [5] 沈德龙, 曹凤明, 李力. 我国生物有机肥的发展现状及展望[J]. 中国土壤与肥料, 2007(6): 1-4.
- [6] 王艾平, 邓接楼. 生物有机肥对水稻产量和品质影响的研究[J]. 作物杂志, 2006(5): 28-30.
- [7] 李梦梅, 龙明华, 黄文浩, 等. 生物有机肥对提高番茄产量和品质的机理初探[J]. 中国蔬菜, 2005(4): 18-20.
- [8] Joergensen R G, Schmaedeke F, Windhorst K, *et al.* Biomass and activity of microorganisms in a fuel oil contaminated soil [J]. Soil Biol Biochem, 1995, 27(9): 1137-1143.
- [9] 吴金水. 土壤微生物生物量测定方法及其应用[M]. 北京: 气象出版社, 2006: 109-130.
- [10] 国秀丽. 温度和水分对土壤碳、氮转化影响的研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2003.
- [11] 李云玲. 不同土壤水分条件下生物菌肥施用效果的影响[D]. 太谷: 山西农业大学, 2004.
- [12] Chen A L, Wang K R, Xie X L. Effects of fertilization system and nutrient recycling on microbial biomass C, N, and P in a red-dish paddy soil[J]. Journal of Agro-Environment Science, 2005, 24: 1094-1099.
- [13] 李世清, 李生秀. 有机物料在维持土壤微生物体氮库中的作用[J]. 生态学报, 2001, 21(1): 136-142.
- [14] 赵俊晔, 于振文, 李延奇, 等. 施氮量对土壤无机氮分布和微生物量氮含量及小麦产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2006, 12(4): 466-472.