

# 不同温度及水分条件对生物肥最佳肥效的影响

曹 丹<sup>1,2</sup>, 汪 张 懿<sup>2</sup>

(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:**以南京溧水普朗克有机农场连续种植 8 a 作物的土壤为研究对象,通过室内培养试验,研究了不同温度、水分条件下施用有机肥或有机肥与“中和牌”II 型生物肥、“NST 型”高氮生物肥及“BIO”抗土传病高效生物肥 3 种肥料配施对土壤 pH、有机质及速效磷、速效钾含量的影响,以期为我国设施蔬菜的施肥和管理提供理论指导。结果表明:“中和牌”生物肥与有机肥配施在温度 25℃、水分条件 60% 培养时最佳,此时土壤速效钾含量最大;“NST 型”生物肥与有机肥配施处理在 25℃、水分条件 75% 培养时最佳;“BIO”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℃、水分条件 60% 或 75%。生产实践中,缺磷土壤宜选用“NST”型及“BIO”生物肥,补钾宜选用“中和牌”生物有机肥。

**关键词:**生物肥;肥效;温度;水分;土壤生物特性

**中图分类号:**S 158.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)11-0168-03

随着社会对农业生态环境的日益重视和现代农业的蓬勃发展,生物肥以其生产成本低、效果好、无环境污染等优点在现代农业生产中发挥着越来越重要的作用。已有研究指出,生物肥不仅具有速效、长效、抗病、改良土壤和抗板结等作用,其中微生物还可以不断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,从而提高农作物产量、改善产品品质<sup>[1-3]</sup>。我国设施园艺栽培面积已达 250 万 hm<sup>2</sup>,设施蔬菜面积占 95% 以上。目前,关于生物肥的研究主要集中在其应用增产效果上<sup>[4-6]</sup>,很少见关于生物肥施用的温度、水分最适条件的机理性研究<sup>[7]</sup>。现对不同温度、水分条件下,有机肥及有机肥与生物肥配施对土壤 pH、有机质及土壤养分特性的影响进行研究,旨在找出不同施肥处理发挥最佳肥效时的温度、水分条件,以期为指导设施蔬菜生产实践、合理施肥、提高生物肥的利用率提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试土壤采自南京溧水普朗克有机农场连续 8 a 种植农作物的地块。该土壤由黄棕壤发育演变而来,肥力适中,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 5.59,有机质含量 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。

供试生物肥:“中和牌”II 型生物肥(北京六合神州生物工程有限公司监制,六合新星生物技术公司生物肥料厂生产,有效活菌数  $\geq 0.2$  亿个/g;有机质含量  $\geq 25\%$ ;速效氮 612.5 mg/kg;pH 6.24;含水量 27.3%);“NST”型高氮生物肥(由香港长江生命科技国际有限公司提供的 NutriSmart 系列肥中的 1 种,有机质含量  $\geq 30\%$ ;腐殖酸含量  $\geq 5\%$ ;纯有机 NPK 含量  $\geq 11\%$ (6-3-2);速效氮 670.2 mg/kg;pH 7.62;含水量 23.7%);“BIO”抗土传病高效生物肥(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有限公司生产,有效活菌数  $\geq 0.5$  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 7.16;含水量 28.3%)。以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,N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O  $\geq 4\%$ ;有机质  $\geq 30\%$ ;速效氮 296.5 mg/kg;pH 7.89;含水量 32.5%)为对照。

### 1.2 试验方法

试验采用裂区设计。分别设主处理 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。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持水量的 45%、60%、75%、90%)的完全方案,共 32 个处理,重复 3 次。

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,与土壤充分的混合,加入烧杯

**第一作者简介:**曹丹(1985-),女,硕士,讲师,研究方向为环境质量与食品安全。E-mail:caodan\_168@126.com。

**收稿日期:**2013-01-21

中,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 称重 1 次以控制土壤水分状况,培养 20 d。各处理肥料施用量见表 1。

表 1 供试肥料种类和施用水平

CK	ZHH	NST		BIO	
有机肥	“中和牌”	有机肥	“NST”型	有机肥	“Bio”
8.654	0.069	6.058	0.865	6.058	0.433

g/kg

### 1.3 项目测定

样品采集:培养结束后,各处理分别采用四分法取部分新鲜土样过 2 mm 筛置于冰箱内冷藏(4℃,不超过 1 周)供土壤微生物量 C、N 分析;剩余部分风干过筛后用于土壤基本理化性质测定。化学指标:土壤 pH(土水

表 2 各处理在不同培养温度、水分条件下土壤 pH 及养分含量

Table 2 Soil pH and nutrient of fertilization treatments under different culture temperatures and water conditions

处理	水分 / %	pH		有机质/g · kg <sup>-1</sup>		速效磷/mg · kg <sup>-1</sup>		速效钾/mg · kg <sup>-1</sup>	
		25℃	35℃	25℃	35℃	25℃	35℃	25℃	35℃
CK	45	5.87±0.05cAB	5.65±0.04cB	17.85±0.23cBC	16.57±0.43dC	29.73±1.64a	27.76±0.98a	94.20±2.83cB	82.20±2.10dB
	60	5.95±0.04bcAB	5.61±0.03cB	18.46±0.32aA	17.02±0.24cBC	29.35±1.46a	28.38±0.66a	111.57±4.32bA	112.07±1.76abA
	75	6.08±0.06abA	5.77±0.09cB	19.40±0.43aA	17.76±0.83abB	29.85±0.89a	28.73±1.01a	125.87±2.31aA	112.96±1.83abA
	90	6.20±0.08aA	5.96±0.06bA	19.62±0.10aA	18.37±0.23bA	30.92±1.53a	30.06±0.45a	118.93±1.25abA	119.54±0.81aA
ZHH	45	5.94±0.03cB	5.65±0.02cC	18.00±0.23b	16.51±0.56c	27.94±0.86a	26.91±0.67a	71.50±1.86cC	112.01±1.02bB
	60	5.95±0.01bcB	5.76±0.05dBC	18.57±0.09a	17.67±0.65c	28.96±0.57a	28.70±0.42a	132.80±3.27aA	112.00±1.67bB
	75	6.07±0.05bAB	5.78±0.06dB	18.59±0.42a	17.73±0.28c	29.21±1.28a	28.73±1.13a	126.01±0.96aA	122.01±3.21aA
	90	6.25±0.05aA	5.93±0.08cB	18.93±0.56a	17.85±0.43bc	29.83±2.62a	29.03±0.72a	112.58±1.89bB	128.98±1.02aA
NST	45	5.72±0.04cBC	5.44±0.02dC	15.89±0.65b	16.47±0.62b	28.97±2.43ab	27.41±0.69b	104.17±2.73cB	106.89±3.34cB
	60	5.76±0.06cBC	5.50±0.06dC	16.76±0.28ab	16.68±0.82a	31.47±1.35a	28.25±0.38b	112.70±2.38bAB	116.15±2.76bAB
	75	5.88±0.03bAB	5.89±0.07bAB	16.86±0.43ab	16.88±0.52a	31.75±0.23a	31.31±1.23a	112.78±3.14bAB	119.26±1.84abA
	90	6.18±0.07aA	5.97±0.04aA	16.66±0.52b	17.14±0.26a	31.66±1.21a	32.76±0.98a	111.89±1.65bAB	126.24±1.97aA
BIO	45	5.77±0.04bB	5.53±0.05cC	16.57±0.32dBC	16.07±0.28dC	29.08±0.32ab	28.32±0.88b	98.38±4.20dC	105.36±1.72cC
	60	5.86±0.03bAB	5.60±0.06cBC	18.54±0.21bA	16.59±0.25dBC	31.2±2.13ab	29.91±0.48b	97.00±3.21dC	119.15±1.42bB
	75	5.84±0.06bAB	5.65±0.04bcB	18.87±0.18abA	17.72±0.32cB	32.62±0.56a	30.49±0.86ab	104.97±1.59cC	139.61±2.28aA
	90	6.00±0.06aA	5.77±0.02bB	19.43±0.26aA	18.44±0.22aAB	32.46±1.02a	30.59±1.23ab	125.49±1.05bB	141.77±2.85aA

### 2.2 不同水分处理对土壤 pH 及养分特性的影响

水分条件亦是影响土壤基本理化性状的关键因子。25 与 35℃ 培养条件下,各处理土壤 pH 值均随土壤水分的增加而增大,25℃ 培养条件下,CK、ZHH、NST 及 BIO 处理的土壤 pH 值 90% 田间持水量较 45% 分别增加了 0.33、0.31、0.36、0.23,而 35℃ 时的增幅分别为 0.41、0.28、0.53 及 0.24,呈极显著差异。各处理土壤有机质在 25、35℃ 培养时随水分条件的变化也有一定的差异。25℃ 培养时,CK 与 ZHH 处理土壤有机质含量在中高水分(60%、75%、90%)显著高于低水分(45%)条件下处理,且 CK 达差异极显著水平;NST 处理各水分条件下土壤有机质差异不显著;BIO 处理土壤有机质含量在中高水分(75%、90%)条件下显著高于中低水分(45%、60%)处理。35℃ 培养条件下,CK 处理土壤有机质中高水分(75%、90%)显著大于中低水分(45%、60%)条件,并达差异极显著水平,且 60% 水分条件显著大于 45% 水分条件;ZHH 处理土壤有机质含量与 25℃ 时相反,在高

质量比为 1:2.5)、有机质、速效磷、速效钾等按常规方法测定<sup>[10]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同温度处理对土壤 pH 及养分特性的影响

由表 2 可以看出,相同水分条件下,各处理土壤 pH 值及有机质、速效磷含量均为 25℃ 培养大于 35℃,且有机质含量在 25℃ 与 35℃ 培养条件均达差异显著或极显著水平。CK 与 ZHH 处理速效钾含量在低水分培养条件下 25℃ 大于 35℃,高水分相反;NST 与 BIO 处理土壤速效钾含量在 35℃ 培养大于 25℃,且 NST 在 45% 田间持水量时差异显著,BIO 处理在各水分条件下差异达极显著水平。

水分(90%)条件下显著高于中低水分条件(45%、60%、75%);NST 处理则是在中高水分(60%、75%、90%)条件下均显著高于低水分条件(45%);BIO 处理中高水分(75%、90%)条件下土壤有机质极显著大于中低水分(45%、60%)条件。

25 与 35℃ 培养条件下土壤速效磷随水分含量的增加有增大的趋势,但不同处理变化不同。CK、ZHH 处理土壤速效磷随水分的变化不显著;NST 处理在 25℃ 时,土壤速效磷含量为中高水分(60%、75%、90%)条件下显著高于低水分(45%)含量,而 35℃ 培养时,则为中高(75%、90%)水分条件显著大于中低水分(45%、60%)条件。BIO 处理土壤速效磷含量在 25℃ 培养时,中高(75%、90%)水分条件显著大于中低水分(45%、60%)条件,而 35℃ 时各水分条件之间差异不显著。

不同处理土壤速效钾含量随土壤水分条件的改变也有一定的变化。25℃ 培养时,CK 处理土壤速效钾在 75% 时含量最高,水分含量减小或增加,速效钾含量均

降低,且低水分(45%)时其含量极显著低于中高水分含量;ZHH 处理在水分含量为 60%时,土壤速效钾含量最高,其次为 75%,二者之间差异不显著,当土壤水分含量增加(90%)或者减小(45%)时,土壤速效钾含量极显著降低;NST 处理中高水分条件下差异不显著,但均显著高于低水分(45%)条件;BIO 处理土壤速效钾含量随着水分的增加而增大,90%水分条件下最大,与其它 3 种水分条件差异极显著,其次为 75%水分条件,显著大于中低水分(45%、60%)水平。35℃培养条件下各处理土壤速效钾均随着水分含量的增加而增大。CK 处理在中高水分条件(60%、75%、90%)下土壤速效钾极显著高于 45%水分条件,且 3 种水分条件差异不显著;ZHH 与 BIO 处理则为 75%、90%水分条件下土壤速效钾极显著大于 45%、60%水分条件;NST 处理土壤速效钾在 90%水分条件与 75%差异不显著,但与 60%差异显著与 45%水分条件达极显著差异水平。各处理土壤速效钾含量较高培养条件为 CK 25℃、水分 75%;ZHH 25℃、60%(75%);NST 35℃、90%或 25℃、75%;BIO 处理均为 35℃、90%或 25℃、75%。

### 3 结论

该试验结果表明,不同处理对温度、水分适宜性存在一定的差异。单施土壤有机肥处理的土壤 pH、有机质在 25℃培养时显著大于 35℃,且中高水分条件下差异不显著;土壤速效磷含量在不同培养温度、水分条件下差异不显著,而土壤速效钾在温度 25℃、水分 75%时含

量最高;“中和牌”生物肥与有机肥配施处理在温度 25℃、水分条件 60%培养时最佳;土壤速效钾在 25℃、60%田间持水量培养时最大;土壤 pH 及土壤有机质含量在 25℃、60%水分培养条件下显著大于 35℃,且显著大于 45%水分水平,但与 75%与 90%差异不显著;“NST 型”生物肥与有机肥配施处理在 25℃、水分条件 75%培养时最佳;BIO 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℃、水分条件 60%或 75%。

生产实践中,缺磷土壤宜选用“NST”型及“BIO”生物肥,补钾宜选用“中和牌”生物有机肥。

### 参考文献

- [1] 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.
- [2] 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):50-53.
- [3] 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.
- [4] 李智慧. 黄宁素生物肥对白菜产量与效益的影响[J]. 农业科技通讯,2011(3):42-43.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,2005.

## Effect of Different Temperature and Moisture Conditions on the Best Fertilizer Effect of Bio-fertilizer

CAO Dan<sup>1,2</sup>, WANG Zhang-yi<sup>2</sup>

(1. Department of Agricultural Engineering, Xuzhou Biological Technical College, Xuzhou, Jiangsu 221000; 2. College of Resources and Environmental Sciences, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095)

**Abstract:** Taking the soil successive planting 8 years crop in organic farm of Nanjing Lishui Planck as object, the effects of application of different organic manure and organic manure combined with ‘Zhonghe’ II bio-fertilizer, ‘NST’ high nitrogen bio-fertilizer, ‘BIO’ anti-soil-borne disease efficient fertilizer on soil pH, organic matter, available phosphorus and soil effective potassium content under different temperature and moisture conditions were studied through indoor culture, so theoretical guidance could be provided for fertilize management of facilities vegetables in China. The results showed that after application of ‘Zhonghe’ bio-fertilizer combined with organic manure at 25℃, 60% water condition, soil available potassium content reached the highest; the effect of application of ‘NST’ bio-fertilizer combined with organic manure at 25℃, 75% water condition reached the best; application of ‘BIO’ bio-fertilizer combined with organic manure was more suitable for temperature and moisture, with the best culture condition 25℃, 60% or 75% water condition. In production practice, ‘NST’ and ‘BIO’ bio-fertilizer should be chosen in phosphorus deficiency soil, ‘Zhonghe’ bio-fertilizer should be chosen if in need of potassium.

**Key words:** bio-fertilizer; fertilizer effect temperature; moisture; soil biological characteristics