

海藻生物有机肥对番茄生长·土壤有机质及 pH 的影响

庄钟娟, 高俊, 揣俊峰, 王磊, 肖艳 (领先生物农业股份有限公司, 河北省农业生物技术工程技术研究中心, 河北秦皇岛 066004)

摘要 [目的] 研究海藻生物有机肥对番茄生长和土壤养分的影响。[方法] 通过小区试验研究不同海藻生物有机肥施用量(0、750、1 500 kg/hm²)对番茄生长、土壤有机质及 pH 的影响。[结果] 与对照相比, 施用 750 kg/hm² 海藻生物有机肥可使番茄株高、茎粗、叶绿素 SPAD 分别提高 1.5%、11.0%、4.2%, 施用 1 500 kg/hm² 海藻生物有机肥可使番茄株高、茎粗、叶绿素 SPAD 分别提高 19.6%、13.4%、19.3%; 施用 750 kg/hm² 海藻生物有机肥可使番茄可溶性固形物含量、还原性 V_c 含量、可溶性总糖、糖酸比分别提高 11.1%、11.0%、15.6%、28.6%, 可滴定酸度降低 28.9%, 施用 1 500 kg/hm² 海藻生物有机肥可使番茄可溶性固形物含量、还原性 V_c 含量、可溶性总糖、糖酸比分别提高 19.4%、45.0%、34.4%、64.5%, 可滴定酸度降低 28.6%; 施用 750 kg/hm² 海藻生物有机肥可使番茄单果重、产量分别增加 15.4%、17.9%, 施用 1 500 kg/hm² 海藻生物有机肥可使番茄单果重、产量分别增加 27.6%、28.9%; 施用 750、1 500 kg/hm² 海藻生物有机肥能使土壤 pH 上升 0.16、0.48; 施用 750、1 500 kg/hm² 海藻生物有机肥能使土壤有机质提高 3.4%、11.6%。[结论] 海藻生物有机肥既能促进番茄根系的发育, 又能提高其生物学指标和品质指标。

关键词 海藻生物有机肥; 番茄生长; 有机质; pH

中图分类号 S144 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)04-0104-03

Effects of Algae Bio-organic Fertilizer on Tomato Growth, Soil Organic Matter and pH

ZHUANG Zhong-juan, GAO Jun, CHUAI Jun-feng et al (Leading Bio-agricultural Co., LTD, Hebei Agricultural Biotechnology Engineering Technology Research Center, Qinhuangdao, Hebei 066004)

Abstract [Objective] To study effects of algae bio-organic fertilizer on tomato growth and soil nutrients. [Method] Effects of different application rates of algae bio-organic fertilizer(0, 750, 1 500 kg/hm²) on tomato growth, soil organic matter and soil pH were studied by plot test. [Result] Compared with the control, the application of 750 kg/hm² could increase plant height, stem diameter and chlorophyll SPAD by 1.5%, 11.0% and 4.2%, respectively, the application of 1 500 kg/hm² could increase the above-mentioned indexes by 19.6%, 13.4%, 19.3%, respectively; Compared with the control, the fertilizer of 750 kg/hm² could increase soluble solid, reducing V_c, soluble total sugar, sugar-acid ratio by 11.1%, 11.0%, 15.6%, 28.6%, respectively, and decrease titratable acidity by 28.9%, the fertilizer of 1 500 kg/hm² could increase soluble solid, reducing V_c, soluble total sugar, sugar-acid ratio by 19.4%, 45.0%, 34.4%, 64.5%, respectively, and decrease titratable acidity by 28.6%. Compared with the control, the fertilizer of 750 kg/hm² could make tomato fruit weight, yield increase by 15.4%, 17.9%, the application of 1 500 kg/hm² could increase the above-mentioned indexes by 27.6% and 28.9%, respectively. Compared with the control, the fertilizer of 750 kg/hm² could increase the soil by 0.16 pH units, the application of 1 500 kg/hm² could make the soil up 0.48 pH units; Compared with the control, the fertilizer of 750 kg/hm² could make soil organic matter increase by 3.4%, the application of 1 500 kg/hm² could make soil organic matter increase 11.6%. [Conclusion] Algae bio-organic fertilizer not only promote development of tomato root, but also improve the biology index and quality index.

Key words Algae bio-organic fertilizer; Tomato growth; Organic matter; pH

近年来,我国设施农业发展迅猛,设施栽培面积和总产量均居世界首位,设施农业已成为农业增效和农民增收最直接、最有效的途径。但设施农业由于特殊建造结构及由结构引起的高温高湿、无雨水淋洗、高蒸发量等,再加上通气状况和水肥管理措施,造成土壤盐渍化、有机质含量降低和土传病害加重,使蔬菜品质与产量降低。

生物有机肥是一类兼具微生物肥料和有机肥效应的肥料。生物有机肥中的有机肥料可使土壤保持较稳定的酸碱环境^[1],改善作物根系周围环境的水、肥、气、热等条件,有利于作物生长,能提高作物产量和改善产品品质^[2-5];微生物肥料可以增加土壤中的氮素来源,将土壤中无效磷和无效钾转化为有效磷和有效钾^[6]。在烟草种植中应用生物有机肥能使土壤有机质含量增加^[7]。在苹果园中施用生物有机肥能使有机质含量增加 75.8%,土壤容重降低 12.5%,毛管孔隙度增加 9.8%^[8]。笔者以番茄品种芬奇为材料,研究海藻生物有机肥对番茄生长、土壤有机质及 pH 的影响。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验地位于河北省秦皇岛市抚宁县崔家庄,大棚面积为 0.18 hm²,土壤为棕壤, pH 5.4, 碱解氮 75.2 mg/kg, 有效磷 206.8 mg/kg, 速效钾 99.5 mg/kg, 有机质 14.0 mg/g。

1.2 试验材料 供试番茄品种为芬奇。供试肥料为海藻生物有机肥,由领先生物农业股份有限公司生产,技术指标:有效活菌数 ≥ 2 000 万/g,有机质 ≥ 40%。

1.3 试验设计 试验时间为 2015 年 5 月 21 日至 8 月 15 日。试验设 3 个处理,3 次重复,随机区组设计,每个处理试验面积为 0.02 hm²。3 个处理:①常规对照,不施生物有机肥;②海藻生物有机肥,用量为 750 kg/hm²,作为基肥施入;③海藻生物有机肥,用量为 1 500 kg/hm²,作为基肥施入。其余施肥等田间管理一致。

1.4 测定项目与方法 生物学性状:2016 年 6 月 19 日,分别从每个小区取 5 点,每点选取 5 株番茄进行调查,用直尺测量株高,用游标卡尺测量茎粗,用 SPAD 测量叶片叶绿素含量;单果重、果实品质:2015 年 7 月 31 日,将每个小区采摘的番茄随机抽取 20 个,称量单果重,然后测定可溶性总糖、还原性 V_c、可溶性固形物、可滴定酸度。还原性 V_c 含量采用 2,6-二氯酚酚滴定法测定;可溶性总糖含量采用蒽酮比

基金项目 河北省科技计划项目(14222910D)。

作者简介 庄钟娟(1982—),女,山东潍坊人,农艺师,硕士,从事肥料开发研究。

收稿日期 2016-11-11

色法测定;可滴定酸度含量采用标准滴定法测定;产量:果实分批采摘后统计总产量。

1.5 数据分析 采用 SAS 软件进行统计分析,图表采用 Excel 2007 进行绘制,多重比较采用 Duncan 最小显著极差法 (LSR 0.05) 检验。

2 结果与分析

2.1 不同海藻生物有机肥对番茄生物学性状的影响 由表 1 可知,与对照相比,海藻生物有机肥施用量为 750 kg/hm² 时,番茄株高、茎粗、叶绿素 SPAD 分别提高 1.5%、11.0%、4.2%,其中茎粗与对照之间差异达显著水平;海藻生物有机肥施用量为 1 500 kg/hm² 时,番茄株高、茎粗、叶绿素 SPAD 分别提高 19.6%、13.4%、19.3%,3 个生物学性状与对照之间均达显著水平。海藻生物有机肥在番茄上的应用效果由高到低依次为处理③、②、①,且处理②、③的株高、叶绿素 SPAD 2 个生物学性状均达显著水平。

表 1 不同处理对番茄生物学性状的影响

Table 1 Effects of different treatments on tomato biological characters

处理 Treatment	株高 Plant height cm	茎粗 Stem diameter mm	叶绿素 SPAD Chlorophyll SPAD
①(CK)	45.9 b	8.2 b	45.5 b
②	46.6 b	9.1 a	47.4 b
③	54.9 a	9.3 a	54.3 a

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)

Note: Different lowercases in the same column indicate significant difference at 0.05 level

2.2 不同海藻生物有机肥对番茄单果重及产量的影响 由表 2 可知,与对照相比,海藻生物有机肥施用量为 750 kg/hm² 时番茄单果重、产量分别增加 15.4%、17.9%,差异达显著水平,按照番茄当时市场价格 2.4 元/kg 计算,可增加收

入 18 337.5 元/hm²;海藻生物有机肥施用量为 1 500 kg/hm² 时,番茄单果重、产量分别增加 27.6%、28.9%,差异达显著水平,按照番茄当时市场价格 2.4 元/kg 计算,可增加收入 29 569.5 元/hm²。海藻生物有机肥在番茄上的应用效果由高到低依次为处理③、②、①,且处理②、③的单果重、产量均达显著水平。

表 2 不同处理对番茄单果重、产量的影响

Table 2 Effects of different treatments on single fruit weight, yield of tomato

处理 Treatment	单果重 Single fruit weight g	产量 Yield kg/hm ²	产量增加百分比 Increased percentage//%	增收 Increased income 元/hm ²
①(CK)	254.7 c	42 589.5 c	—	—
②	294.0 b	50 230.5 b	17.9	18 337.5
③	325.0 a	54 910.5 a	28.9	29 569.5

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)

Note: Different lowercases in the same column indicate significant difference at 0.05 level

2.3 不同海藻生物有机肥对番茄品质的影响 由表 3 可知,与对照相比,海藻生物有机肥施用量为 750 kg/hm² 时,番茄可溶性固形物含量、还原性 V_c 含量、可溶性总糖含量、糖酸比分别提高 11.1%、11.0%、15.6%、28.9%,可滴定酸度降低 28.6%,且 5 个指标差异均达显著水平;海藻生物有机肥用量为 1 500 kg/hm² 时,番茄可溶性固形物含量、还原性 V_c 含量、可溶性总糖含量、糖酸比分别提高 19.4%、45.0%、34.4%、64.5%,可滴定酸度降低 28.6%,且 5 个指标差异均达显著水平。海藻生物有机肥在番茄上的应用效果由高到低依次为处理③、②、①,且处理②、③的可溶性固形物、还原性 V_c、可溶性总糖、糖酸比 4 个指标均达显著水平。

表 3 不同处理对番茄品质指标的影响

Table 3 Effects of different treatments on quality indicators of tomato

处理 Treatment	可溶性固形物 Soluble solid mg/g	还原性 V _c Reducing Vc mg/kg	可溶性总糖 Soluble total sugar//%	可滴定酸度 Titratable acidity//%	糖酸比 Sugar-acid ratio
①(CK)	36.0 c	92.6 c	32.0 c	0.42 a	7.6 c
②	40.0 b	102.8 b	37.0 b	0.30 b	9.8 b
③	43.0 a	134.3 a	43.0 a	0.30 b	12.5 a

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)

Note: Different lowercases in the same column indicate significant difference at 0.05 level

2.4 不同海藻生物有机肥对土壤 pH 的影响 由图 1 可知,与试验前相比,常规对照使土壤 pH 下降 0.02;与对照相比,施用 750 kg/hm² 海藻生物有机肥能使土壤 pH 上升 0.16;施用 1 500 kg/hm² 海藻生物有机肥能使土壤 pH 上升 0.48。海藻生物有机肥在番茄上的应用效果由高到低依次为处理③、②、①,且处理③比处理② pH 提高 0.32。

2.5 不同海藻生物有机肥对土壤有机质含量的影响 由图 2 可知,与试验前相比,常规对照使土壤有机质含量下降 11.6%;与对照相比,施用 750 kg/hm² 海藻生物有机肥能使土壤有机质含量提高 3.4%,施用 1 500 kg/hm² 海藻生物有

机肥能使土壤有机质含量提高 11.6%。海藻生物有机肥在番茄上的应用效果由高到低依次为处理③、②、①,且处理③比处理②提高 7.9%。

3 结论与讨论

领先生物农业股份有限公司生产的海藻生物有机肥是海藻发酵物和胶冻样芽孢杆菌形成的新型生物有机肥,产品为碱性,可提高土壤 pH 与有机质含量。海藻发酵物中除含有丰富的 K、Ca、Mg、Fe、Mn、Zn 和 I 等矿物质及维生素外,还保留了海藻中的天然活性成分,如细胞分裂素、生长素、酚类和甜菜碱等生长调节物质和抗生物质^[9-10]。胶冻样芽孢杆菌

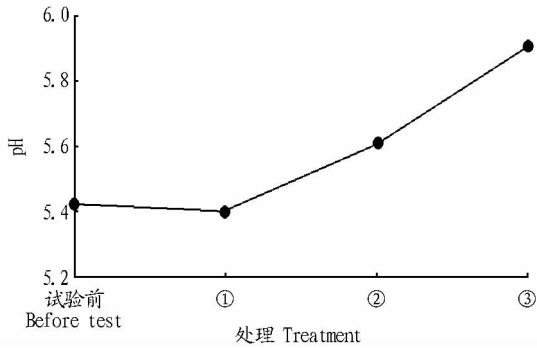


图1 不同处理对土壤 pH 的影响

Fig. 1 Effects of different treatments on soil pH

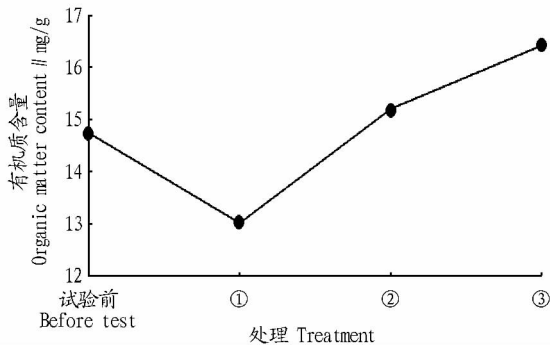


图2 不同处理对土壤有机质含量的影响

Fig. 2 Effects of different treatments on soil organic matter content

可活化土壤中被固定的磷、钾养分,提高肥料利用率^[11]。解钾菌对水稻的生长发育具有促进作用,可有效控制无效分蘖、增强植株的抗倒伏能力,可增产 6.96%^[12]。该研究表明,海藻生物有机肥能促进番茄根系发育,提高株高、茎粗、叶绿素 SPAD 等生物学指标,提高番茄可溶性固形物、还原性 V_c、可溶性总糖、糖酸比等品质指标。

参考文献

- [1] STAMATIADIS S, WERNER M, BUCHANAN M. Field assessment of soil quality as affected by compost and fertilizer application in a broccoli field (San Benito County, California) [J]. *Applied soil ecology*, 1999, 12(3): 217-225.
- [2] 沈中泉, 郭云桃, 袁家富. 有机肥料对改善农产品品质的作用及机理[J]. *植物营养与肥料学报*, 1995, 1(2): 54-59.
- [3] 张军民. 不同施肥结构对日光节能温室番茄产量和品质影响[J]. *北方园艺*, 2004(6): 22-23.
- [4] 周焱, 罗安程. 有机肥对大棚蔬菜品质的影响[J]. *浙江农业学报*, 2004, 16(4): 210-212.
- [5] 盛下放, 钱永禄, 刘丽. 不同处理有机肥对蔬菜品质和土壤肥力的影响[J]. *农业环境科学学报*, 2006, 25(1): 77-80.
- [6] 尹丽华, 邸文静, 于连海, 等. 微生物肥料及其推广应用分析[J]. *现代农业科技*, 2010(17): 288.
- [7] 刘国顺, 彭华伟. 生物有机肥对烤烟土壤肥力及生长发育的影响[J]. *耕作与栽培*, 2004(3): 29-31.
- [8] 路克国, 朱树华, 张连忠. 有机肥对土壤理化性质和红富士苹果果实品质的影响[J]. *石河子大学学报(自然科学版)*, 2003, 7(3): 205-208.
- [9] 纪明候. *海藻化学* [M]. 北京: 科学出版社, 1997: 684-685.
- [10] JENNINGS R C. Cytokines as endogenous growth regulators in the algae *Ecclesia* and *Hype* [J]. *Austral J Biolsic*, 1969, 22(3): 621-627.
- [11] 张红娟, 张朝阳, 聂刚. 钾细菌对土壤养分活化作用的研究[J]. *杨凌职业技术学院学报*, 2005, 4(3): 4-6.
- [12] 郭勋斌, 吴洪生, 刘怀阿, 等. 钾细菌制剂对水稻生长发育的影响[J]. *江西农业大学学报*, 2001, 23(3): 447-449.
- [13] BAZER F W, BURGHARDT R C, JOHNSON G A, et al. Interferons and progesterone for establishment and maintenance of pregnancy: Interactions among novel cell signaling pathways [J]. *Reprod Biol*, 2008, 8(3): 179-211.
- [14] WEN J D, ZHU H, MURAKAMI S, et al. Regulation of a disintegrin and metalloproteinase with thrombospondin repeats-1 expression in human endometrial stromal cells by gonadal steroids involves progesterone, androgens, and estrogens [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2006, 91(12): 4825-4835.
- [15] 戈一峰, 黄宇烽, 胡毓安, 等. 人子宫内膜细胞的纯化和培养[J]. *医学研究生学报*, 2005, 18(6): 496-498.
- [16] 乔明霞, 刘萍, 徐艳, 等. 小鼠子宫内膜细胞的原代培养与鉴定[J]. *医学理论与实践*, 2012, 25(22): 2725-2726.
- [17] 陈秀荔, 靳亚平, 利光辉, 等. 孕早期家兔子宫内膜细胞的分离培养与形态观察[J]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2004, 32(6): 1-4.
- [18] 张雷, 王亨, 曹杰, 等. 奶牛子宫内膜上皮细胞和间质细胞的分离、培养及鉴定[J]. *黑龙江畜牧兽医*, 2008(6): 8-10.
- [19] 吴庆侠, 董海龙, 芮亚培. 高纯度牦牛子宫内膜基质细胞的分离培养及其鉴定[J]. *中国农学通报*, 2011, 27(23): 21-24.
- [20] 陈利平, 朴学娇, 罗永, 等. 奶牛和绵羊子宫内膜细胞体外培养方法的研究[J]. *中国农学通报*, 2012, 28(14): 99-104.
- [21] 赵诚悦, 马红, 郭镇华, 等. 猪子宫内膜基质细胞和腺上皮细胞的分离培养[J]. *吉林农业大学学报*, 2013, 35(4): 471-474.
- [22] 丰艳妮, 吴庆侠, 吴瑞, 等. 山羊子宫内膜上皮细胞的分离培养和鉴定[J]. *西北农业学报*, 2006, 15(6): 12-14.
- [23] 吴庆侠, 丰艳妮, 楚元奎, 等. 山羊子宫内膜基质细胞的分离培养及鉴定[J]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2007, 35(4): 11-14.
- [24] 张倩媚, 马颖. 子宫内膜干细胞的研究进展[J]. *山西医药杂志*, 2013, 42(6): 636-638.
- [25] KRICKUN G, MOR G, ALVERO A, et al. A novel immortalized human endometrial stromal cell line with normal progestational response [J]. *Endocrinology*, 2004, 145(5): 2291-2296.
- [26] JOHNSON G A, BURGHARDT R C, NEWTON G R, et al. Development and characterization of immortalized ovine endometrial cell lines [J]. *Biology of reproduction*, 1996, 61(5): 1324-1330.
- [27] ZHANG Y Y, WANG A H, WU Q X, et al. Establishment and characteristics of immortal goat endometrial epithelial cells and stromal cells with hTERT [J]. *Journal of animal and veterinary advances*, 2010, 9(21): 2738-2742.
- [28] 广晓娇, 张世栋, 董书伟, 等. 奶牛子宫内膜细胞体外培养及应用研究概况[J]. *动物医学进展*, 2014, 35(12): 148-152.
- [29] 靳亚平, 王爱华, 武浩, 等. 小鼠和山羊子宫内膜淋巴细胞的制备[J]. *动物医学进展*, 2000(3): 43-45.
- [30] 丰艳妮. 山羊子宫内膜上皮细胞的分离培养及其对猪 PBMC 的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2006.
- [31] 吴庆侠, 杨普光, 王爱华, 等. 山羊 ESC 培养上清液对 PBMC 和 PBL 转化及分泌活性的影响[J]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2009, 37(9): 13-17.
- [32] 吴庆侠, 王爱华, 司永嘉, 等. 山羊子宫内膜上皮细胞转染 pCI-neo-hTERT 质粒后的永生 [J]. *中国兽医学报*, 2010, 30(2): 228-232.
- [33] 盛宏霞, 吴庆侠, 靳亚平, 等. 山羊子宫内膜基质细胞永生研究[J]. *畜牧兽医学报*, 2009, 40(6): 818-823.
- [34] 南志春, 齐雪峰, 屈延廷, 等. 山羊子宫内膜基质细胞对上皮细胞 IL-18 分泌活性的调节作用[J]. *中国兽医学报*, 2012, 32(5): 701-704.
- [35] 屈延廷, 齐雪峰, 南志春, 等. 性腺激素对山羊子宫内膜细胞 TNF- α 与 TGF- β 分泌活性的影响[J]. *畜牧兽医学报*, 2012, 43(3): 476-481.
- [36] 廖庆红, 丁培阳, 赵丹丹, 等. 山羊子宫内膜细胞与性腺激素对 uNK 细胞分泌活性的调节作用[J]. *畜牧兽医学报*, 2013, 44(6): 866-870.
- [37] 白东宁, 齐雪峰, 赵献军, 等. 乳酸菌对子宫内膜上皮细胞的黏附及其对致病菌的拮抗作用[J]. *中国兽医学报*, 2011, 41(2): 116-120.
- [38] 广晓娇, 张世栋, 董书伟, 等. 丹参水提物对山羊子宫内膜上皮细胞炎症模型中基质金属蛋白酶-2 表达的影响[J]. *动物医学进展*, 2015, 36(3): 54-59.

(上接第 103 页)