

复合型有机酸性土壤改良剂不同施用量对连作黄瓜土壤改良效果研究

许帆¹, 张亚萍¹, 田兴武², 刘馨¹, 祁娟霞¹, 张雪艳¹

(1. 宁夏大学 农学院, 宁夏设施园艺工程技术研究中心, 宁夏设施园艺(宁夏大学)技术创新中心, 宁夏 银川 750021;

2. 吴忠国家农业科技园区管理委员会, 宁夏 吴忠 751200)

摘 要:针对宁夏设施土壤连作障碍发生严重、设施土壤碱化度高等问题,以连作 10 年的设施黄瓜连作土壤为研究对象,以糠醛和醋糟为改良剂主料,通过调酸调节改良剂 pH 为 2,采用盆栽试验,设置 667 m² 施 200(T1)、400(T2)、600(T3)、800(T4)、1 000(T5)、1 300(T6)、1 600 kg(T7) 的 7 个处理,以不添加改良剂为对照(CK),系统研究了不同改良剂用量对土壤养分、盐离子、微生物数量的影响。结果表明:盛果期土壤 pH 和 EC 值均随改良剂施用量增加呈下降的趋势,其中 T7 降低 pH 效果最显著,降低 4.29%,T5 降低土壤 EC 值最显著,降低 37.72%;T6 和 T7 土壤全氮含量显著高于 CK,分别增加 42.11%和 48.54%;667 m² 施 800 kg 以上用量改良剂显著增加土壤有机质;T1、T2、T4 和 T5 处理相对 CK 分别显著增加 20.00%、20.00%、23.33%和 26.67% 的土壤全磷;T4 处理 Ca²⁺ 和 Cl⁻ 下降最为显著,Na⁺、K⁺ 和 HCO₃⁻ 在 T3 下降最为显著。T4 细菌数和放线菌的增长最显著,且真菌数降低最为显著,缓苗期 T3 放线菌增长最显著。综合分析得出,667 m² 施用量 600 kg 为该复合型有机酸性土壤改良剂的最佳施用量。

关键词:黄瓜;连作土壤;土壤改良剂;土壤养分

中图分类号:S 642.206⁺.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)14-0187-06

随着中国农业产业结构调整的不断深入,设施园艺得到了迅猛发展,栽培面积已达 187.4 万 hm²^[1-2],但设施栽培普遍依赖大肥大水提高作物产量,养分利用率仅为 10%~20%,盲目超标使用化肥和农药造成土壤理化性质劣变、病原菌种群数量激增及植物分泌的化感物质在土壤中聚集,造成了不同程度的连作障碍,已制约中国设施园艺持续发展^[3-4]。

众多学者通过合理栽培模式以及土壤处理改变土壤的微生态环境,减轻病害发生,其中改良剂的使用是克服连作障碍的有效措施之一。研究表明,施用改良剂能改善土壤结构以及理化性质,改变土壤盐分的组成,降低土壤碱化度的同时促进植物生长和产量的增

加^[5-7]。土壤改良剂按照性质可分为酸性土壤改良剂、碱性土壤改良剂、营养型土壤改良剂、有机土壤改良剂、无机土壤改良剂、微生物土壤改良剂、生物制剂改良剂等^[8]。土壤改良剂的类型不同,对土壤的作用机制也不同,但均可有效改善土壤物理结构,降低土壤容重,改变土壤化学性质^[9]。土壤盐碱化已成为土地退化的主要因素之一,也是影响宁夏设施可持续生产的重要问题之一,主要是由于设施栽培长期处于高集约化和高肥的生产模式下,加之不合理的水肥管理导致^[10-11]。一般蔬菜最适应的土壤 pH 为 6.5~7.5,宁夏设施土壤的 pH 一般为 7.32~8.67^[12],需加入适量的酸性改良剂降低土壤酸碱度来满足种植的需要。研究表明,糠醛和醋糟与其它肥料配施后,可有效改善土壤理化性质,提高土壤有机质,培肥土壤,降低土壤 pH 的同时促进土壤脱盐,为植物根系的生长创造适宜的土壤环境,提高作物产量^[13-14]。

黄瓜是宁夏设施园艺的主栽品种之一,其复种率高,致使连作障碍十分严重。因此,现以宁夏设施连作 10 年的黄瓜土壤为对象,采用盆栽试验,以糠醛渣和醋糟为改良剂主料,复配玉米秸秆、稻壳和豆饼,设计不同添加量,分析改良剂不同添加量对连作黄瓜土壤养分、

第一作者简介:许帆(1991-),男,陕西汉中,人,硕士研究生,研究方向为设施蔬菜高产栽培生理生态。E-mail:309379298@qq.com.

责任作者:张雪艳(1981-),女,河北保定人,博士,副教授,现主要从事设施蔬菜栽培与生理等研究工作。E-mail:zhangxueyan123@sina.com.

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2014BAD05B02);宁夏回族自治区国内引才 312 计划资助项目。

收稿日期:2016-03-17

盐分离、微生物数量的影响,探究有机复合酸性土壤改良剂的合理使用量,以期宁夏碱化度高的设施连作黄瓜土壤可持续利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于2015年4月4日至8月12日在宁夏银川市宁夏大学实训基地3号日光温室内进行。供试土壤为10年温室黄瓜连作土壤,土壤基本理化性质如表1所示。供试黄瓜品种为“德尔99”。

1.2 试验方法

采用盆栽方式,花盆规格为650 mm × 200 mm × 250 mm,体积20 L,每盆装16 kg土壤,定植2株黄瓜;复合型有机酸性改良剂以糠醛渣和醋糟为主要原料,其中糠醛渣pH为3.32,醋糟pH为7.11,糠醛渣和醋糟等质量混合后pH为6.20,利用1 mol · L⁻¹的稀硫酸浸泡

调节其pH为2后,按照15:15:3:40:11比例复配糠醛渣、醋糟、玉米秸秆、稻壳和豆饼,改良剂各组分基本理化性质如表2所示。试验设计复合型有机酸性改良剂的7个不同施用量处理,以667 m²施200(T1)、400(T2)、600(T3)、800(T4)、1 000(T5)、1 300(T6)、1 600 kg(T7)为处理,以不添加改良剂为对照(CK),每处理10盆,3次重复,全生育期统一水肥管理。

每处理每个重复分别在定植缓苗期(2015年4月15日)和盛果期(2015年6月11日)多点采集0~20 cm的土样进行混合,鲜土过2 mm筛,保存于4℃冰箱中,用于微生物数量的测定;剩余土样风干后过1 mm筛,用于土壤pH、EC值、土壤速效养分和土壤离子的测定;部分过0.25 mm筛,用于土壤全效养分的测定。测定时每处理测量3次,结果取其平均值。采样时每个样本进行了多点混合采样,试验不存在样本间的平行处理。

表1 原始土壤基本理化性质

Table 1 Original soil physical and chemical properties

速效氮 Available nitrogen /(mg · kg ⁻¹)	速效磷 Available phosphorus /(mg · kg ⁻¹)	速效钾 Available potassium /(mg · kg ⁻¹)	全氮 Total nitrogen /(g · kg ⁻¹)	全磷 Total phosphorus /(g · kg ⁻¹)	有机质 Organic matter /(g · kg ⁻¹)	EC值 EC value /(mS · cm ⁻¹)	pH
25.06	317.22	477	2.48	0.76	1.3	0.86	7.85

表2 改良剂各组分养分特征

Table 2 Amendment nutrient characteristics of each component

种类 Type	全氮 Total nitrogen	全磷 Total phosphorus	全钾 Total potassium
糠醛渣 Furfural residue	1.66	0.03	0.61
醋糟 Vinegar	2.52	0.05	0.11
玉米秸秆 Corn stalk	1.40	0.02	0.76
稻壳 Rice husk	1.12	0.04	0.31
豆饼 Soya-bean cake	6.52	1.29	2.40

1.3 项目测定

土壤pH和EC值采用1:5土壤悬液电位计法和电导法测定;土壤全N含量采用半微量凯氏定氮法测定;土壤有机质含量采用重铬酸钾-硫酸氧化法测定;土壤速效氮含量采用流动分析仪测定;土壤有效磷含量采用0.5 mol · L⁻¹ NaHCO₃ 浸提-钼锑抗比色法测定;土壤速效钾含量采用1 mol · L⁻¹ NH₄AC 浸提-火焰光度法测定;碳酸氢根采用双指示剂-中和滴定法测定;氯离子采用硝酸银滴定法测定;硫酸根离子采用EDTA络合滴定法测定;钙和镁离子采用EDTA法测定;钠和钾离子采用火焰光度法测定^[15];细菌、真菌、放线菌分别采用牛肉膏蛋白胨选择性培养基、马丁孟加拉红-链霉素选择性培养基、改良高氏一号培养基培养,采用稀释平板法计数^[16]。

1.4 数据分析

数据用SPSS 17.0软件采用LSD方法在P<0.05水平进行单因素显著性分析。

2 结果与分析

2.1 酸性改良剂不同施用量对土壤EC值和pH的影响

由图1可知,相对CK,添加酸性改良剂后,土壤pH和EC值均呈现下降的趋势。在缓苗期时,相对CK,T2和T7处理的pH下降最为显著,分别下降0.39和0.44,而EC值下降最为显著的是T6和T7处理,均下降了31.54%;在盛果期时,除T2处理外,土壤pH随改良剂用量的增加而逐渐降低,其中T7处理的pH降低4.29%,各添加改良剂处理EC值均显著低于CK,且T5降低效果最显著,降低37.72%。

2.2 酸性改良剂不同施用量对土壤养分的影响

从图2可以看出,盛果期土壤的全氮和全磷高于缓苗期。缓苗期各处理土壤全氮含量间无显著差异,盛果期,T2处理土壤全氮含量显著低于其它处理,而T6和T7处理土壤全氮含量显著高于CK,分别增加42.11%和48.54%。缓苗期,除T1、T3处理土壤的全磷含量显著低于CK外,其它处理间无显著差异。盛果期,相对于CK,各处理土壤的全磷含量均显著增加,其中T1、T2、

T4 和 T5 处理增加最显著,分别增加 20.00%、20.00%、23.33%和 26.67%。缓苗期,相对于 CK, T5、T6 和 T7 处理土壤有机质含量均表现显著增加, T7 处理增加最

显著,增长 19.80%;盛果期,土壤有机质含量随改良剂施入量的增加呈增长的趋势, T7 处理土壤有机质含量最高,相对 CK 增加了 26.07%。

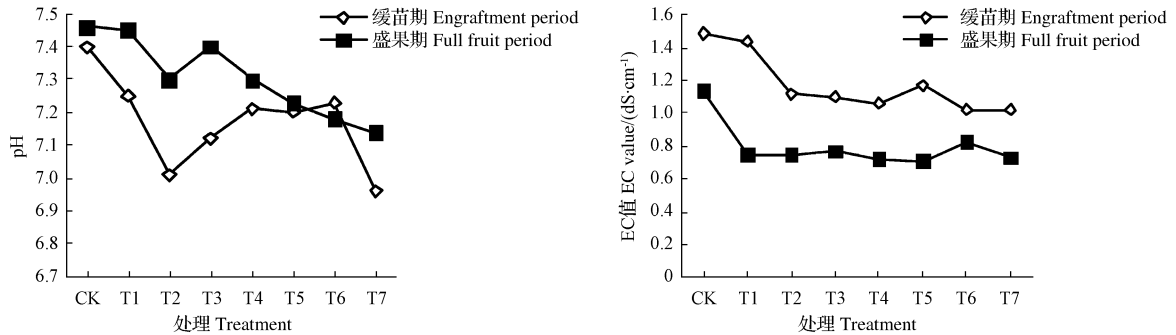


图 1 酸性改良剂不同施用量对土壤 pH 和 EC 值的影响

Fig. 1 Effect of different application amounts of acidic amendments on soil pH and EC value

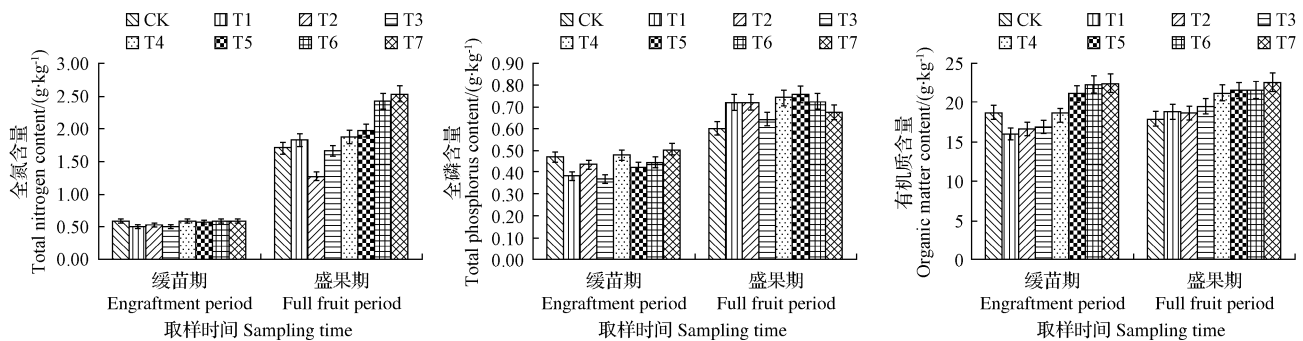


图 2 酸性改良剂不同施用量对土壤全氮、全磷和有机质含量的影响

Fig. 2 Effect of different application amounts of acidic soil amendments on total nitrogen, total phosphorus and organic matter content

从图 3 可知,各处理盛果期土壤速效氮和速效磷含量均高于缓苗期。缓苗期,相对于 CK, T1、T2 和 T3 处理土壤速效氮含量显著增加,分别增加了 53.66%、47.74%和 50.17%。盛果期,相对于 CK,各处理土壤速效氮含量均显著增加,其中 T2 和 T7 处理增加最显著,分别增加 645.71%和 669.49%;T6 处理缓苗期和盛果期土壤速效磷含量均显著低于 CK,分别下降 12.76%和

13.12%,其它处理与 CK 差异不显著;缓苗期 T1、T2、T3、T4 处理土壤速效钾相对于 CK 均显著降低,分别降低 36.89%、48.37%、12.64%和 20.04%,T5 和 T6 处理相对 CK 显著增加,分别增加 12.54%和 11.85%,盛果期 T2 和 T4 处理土壤速效钾相对于 CK 显著降低,分别降低 23.52%和 33.60%,T7 处理相对 CK 显著增加,增加 10.08%。

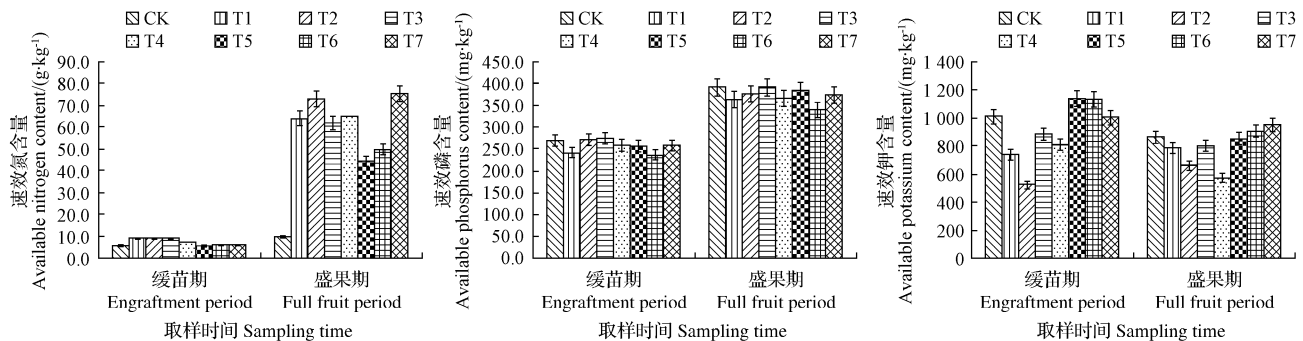


图 3 酸性改良剂不同施用量对土壤速效氮、速效磷和速效钾含量的影响

Fig. 3 Effect of different application amounts of acidic amendments on soil available N, P and K content

2.3 酸性改良剂不同施用量对土壤盐分离子的影响

由表 3 可知,缓苗期,除 T5 处理外,其它添加改良

剂处理土壤 Cl^- 含量均显著低于 CK, T3 处理最低,降低了 38.86%,而 T5 处理显著增加了 Cl^- 含量,增加

5.91%;相对CK,各添加改良剂处理 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 含量均显著降低,其中 T3 处理 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 含量均降低最显著,分别降低了 53.78%和 77.54%;除 T1 和 T7 处理 Na^+ 含量显著高于 CK 外,其它处理均显著降低了 Na^+ 含量,T3 处理显著降低了 17.01%,T7 处理则显著增加

Na^+ 含量,增加 9.33%;各处理 K^+ 含量间无显著差异;各处理 SO_4^{2-} 含量均相对 CK 显著降低,其中 T3 处理下降最为显著,下降了 45.86%;T1 和 T7 处理 HCO_3^- 含量相对 CK 显著增加,均显著增加 26.23%,T4 和 T6 处理显著降低,均降低 55.74%。

表 3 酸性改良剂不同施用量对缓苗期土壤盐分离子含量的影响

处理 Treatment	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	SO_4^{2-}	HCO_3^-
CK	359.47±2.13b	84.53±0.35a	33.48±1.06a	122.62±0.67c	97.61±0.33a	97.41±0.46a	36.60±0.60b
T1	352.02±1.06c	64.80±1.22b	14.95±0.72b	128.67±0.67b	97.29±0.99ab	91.01±0.22b	46.20±0.60a
T2	260.56±1.07f	53.60±0.23c	12.43±0.53c	113.20±1.35d	97.28±0.00ab	67.97±0.59e	31.60±1.06c
T3	219.79±2.56g	39.07±0.13f	7.52±0.00e	101.76±0.00e	95.31±0.99b	52.74±0.13g	30.80±0.40c
T4	283.96±1.07d	50.27±0.48d	9.25±0.10d	120.94±1.01c	98.77±0.50a	57.98±0.44f	16.20±0.60e
T5	380.73±1.23a	46.67±0.35e	16.27±0.41b	125.98±0.00b	98.77±0.50a	90.24±1.02b	24.60±0.60d
T6	283.96±1.07d	48.80±0.23d	6.81±0.10e	128.00±0.00b	97.94±0.87a	84.87±0.39c	16.20±0.60e
T7	274.38±1.23e	45.00±0.60e	9.64±0.29d	134.06±2.02a	99.26±0.00a	79.10±0.44d	46.20±0.60a

从表 4 可以看出,盛果期,相对于 CK,其它处理均显著降低土壤 Cl^- 含量,其中 T4 处理降低效果最显著,降低了 54.90%;相对 CK,各处理 Ca^{2+} 含量显著降低,其中 T4 处理下降最为显著,降低了 29.79%;相对 CK,T7 处理 Mg^{2+} 含量显著增加,增加了 149.81%,T5 处理则显著降低,降低了 30.94%;相对 CK,T2 处理 Na^+ 和 K^+

含量降低效果最显著,分别降低了 39.51%和 27.79%;相对 CK,各添加改良剂处理 SO_4^{2-} 含量均显著增加,其中 T2 处理增加最显著,增加了 109.31%;相对 CK,T1 处理 HCO_3^- 含量显著增加,增加了 130.36%,T2、T6 和 T7 处理均显著降低,均降低 35.71%。

表 4 酸性改良剂不同施用量对盛果期土壤盐分离子含量的影响

处理 Treatment	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	SO_4^{2-}	HCO_3^-
CK	108.48±0.00a	37.60±0.40a	2.65±0.21def	82.59±1.01a	79.48±0.99a	26.31±0.58e	11.20±0.40d
T1	57.43±0.00e	31.60±0.23d	3.77±0.31c	64.09±0.67d	67.61±0.99de	50.11±0.96c	25.80±0.60a
T2	51.05±0.00g	35.20±0.46b	2.75±0.31de	62.41±1.01d	68.60±0.00d	52.61±0.77abc	15.00±0.60c
T3	53.18±0.00f	32.00±0.00d	2.14±0.11ef	49.96±0.67f	57.39±0.33f	55.07±0.47a	7.20±0.00e
T4	48.92±0.00h	26.40±0.23f	5.39±0.31b	56.35±1.01e	66.29±0.33e	50.88±0.96bc	22.00±0.40b
T5	97.13±0.71c	27.80±0.20e	1.83±0.20g	80.57±1.01a	71.24±0.33c	44.55±0.77d	14.40±0.00c
T6	84.70±0.38b	33.40±0.20c	3.35±0.11cd	67.94±0.49c	73.22±0.33b	53.38±0.39ab	7.20±0.00e
T7	64.88±1.07d	27.80±0.20e	6.62±0.32a	71.49±0.00b	77.80±1.49a	45.89±0.96d	7.20±0.10e

2.4 酸性改良剂不同施用量对土壤微生物数量的影响

由图 4 可知,缓苗期,T3、T4 和 T7 处理相对 CK,均显著促进了细菌数量的增加,分别增加了 71.43%、85.71%和 39.28%。盛果期,T4 和 T7 处理相对 CK 均显著促进了细菌数量的增长,分别增长了 65.79%和 31.58%;缓苗期,相对 CK,T3 和 T4 处理显著促进了真菌的增长,分别增长了 61.90%和 80.95%,而 T2 处理显

著降低了真菌数量。盛果期,除 T7 处理与 CK 无显著差异外,其它处理均显著降低了土壤真菌数量,其中 T4 降低效果最显著,降低了 55.00%,其次是 T1、T3、T6 分别降低 43.33%、45.00%和 40.00%;缓苗期,T5 处理放线菌数量显著低于 CK,其它处理与 CK 间无显著差异。盛果期,相对 CK,T3 和 T4 处理显著增加了放线菌的增长,分别增长 21.88%和 15.63%。

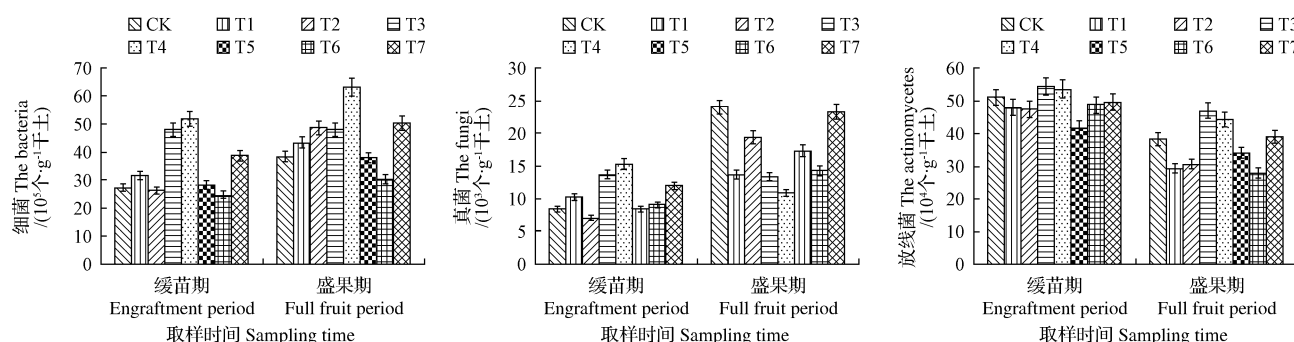


图 4 酸性改良剂不同施用量对土壤微生物量的影响

Fig. 4 Effect of different application amounts of acidic amendments on soil microbial biomass

3 讨论与结论

由于盲目的使用化肥,设施蔬菜次生盐渍化现象严重,影响了作物品质和产量^[17],农作物都有各自最适应的土壤 pH 范围,只有土壤在作物的适应范围内,才能从土壤中得到全面的营养^[18],宁夏设施连作土壤 pH 一般在 7.32~8.67,因此酸性改良剂的施用将有效调节土壤酸碱度,满足作物生长。该研究表明,施用有机复合改良剂后,连作土壤的 pH 出现下降的现象,并且随着施用量的增加下降现象越为明显,在 667 m² 施用量为 600、1 300、1 600 kg 下降最为显著。在施入改良剂后,缓苗期和盛果期土壤的 EC 值随着施用量的增加而降低,在 667 m² 施用量为 600 kg 和 1 600 kg 时下降也最为显著。

设施栽培在生产中往往会产生土壤次生盐渍化、养分不平衡、土壤酸化等问题,其中最为突出的是土壤次生盐渍化,会直接危害作物的正常生长^[19-20]。土壤养分方面,施用改良剂后,土壤全氮、速效氮、全磷和有机质都显著提高。相对 CK,667 m² 施用量为 1 300、1 600 kg 的全氮,667 m² 施用量为 400、1 600 kg 的速效氮增加最为显著;667 m² 施用量在 200、400、1 000、1 300 kg 时均相对 CK 显著增加土壤全磷含量;盛果期有机质含量随施用量的增加而增加,667 m² 施用量 1 600 kg 改良剂施用量增加效果最为显著。在土壤离子方面,缓苗期在 667 m² 施用量为 600 kg 时,除 HCO₃⁻ 和 K⁺ 外各离子降低的效果最为显著;盛果期时,在 667 m² 施用量为 800 kg 时 Cl⁻ 和 Ca²⁺ 下降最为显著,Na⁺、K⁺ 和 HCO₃⁻ 在 667 m² 施用量为 400 kg 下降最为显著。

土壤微生物参与土壤的发生过程,是维持土壤质量的重要因素,是土壤指标中不可或缺的部分^[21]。改良剂施入后细菌数和放线菌得到了增长,而真菌的数量则有所降低。其中在 667 m² 施用量为 800 kg 时细菌数的增长最显著,在 667 m² 施用量为 600、800 kg 时放线菌增长最显著,而真菌数在 667 m² 施用量为 800 kg 时降低最为显著。

667 m² 施用量在 600、1 600 kg 时土壤 pH 和 EC 值降低,以及提高土壤养分和有机质方面效果最好。在降低土壤盐分和改善土壤微生物含量方面,667 m² 施用量为 600、800 kg 时效果最为明显。综合分析得出,667 m²

施用量 600 kg 为该复合型有机酸性土壤改良剂的最佳施用量。

参考文献

- [1] 张宏彦,陈清,汤丽玲,等.不同水氮管理对菠菜生长和水氮利用的影响[J].植物营养与肥料科学,2002,8(1):48-53.
- [2] 魏晓明,齐飞,丁小明,等.我国设施园艺取得的主要成就[J].机化研究,2010(12):227-231.
- [3] 苏世鸣,任丽轩,霍振华,等.西瓜与旱作水稻间作改善西瓜连作障碍及对土壤微生物区系的影响[J].中国农业科学,2008,41(3):704-712.
- [4] 王玉彦,吴凤芝,周新刚.不同间作模式对设施黄瓜生长及土壤环境的影响[J].中国蔬菜,2009(16):8-13.
- [5] 邵玉翠,任顺荣,廉晓娟,等.有机-无机土壤改良剂对滨海盐渍土降盐防碱的效果[J].生态环境学报,2009(4):1527-1532.
- [6] 杨丽丽,董肖杰,郑伟.土壤改良剂的研究利用现状[J].河北林业科技,2012(2):27-30.
- [7] 张生田.增施生物有机肥和改良剂对设施蔬菜土壤次生盐渍化的改良效果研究[J].北方园艺,2011(12):52-54.
- [8] 陈之群,孙治强,张慧梅.土壤调理剂对辣椒田土壤理化性质的影响[J].河南农业科学,2005(7):84-85.
- [9] 周岩,吴继成.土壤改良剂的研究现状、问题与展望[J].河北农业科学,2010(8):152-154.
- [10] 樊丽琴,杨建国,许兴,等.宁夏引黄灌区盐碱地土壤盐分特征及相关性[J].中国农学通报,2012,28(35):221-225.
- [11] 李茜,孙兆军,秦萍.宁夏盐碱地现状及改良措施综述[J].安徽农业科学,2007(33):10808-10810.
- [12] 杨冬艳,郭文忠,张丽娟,等.宁夏设施蔬菜土壤环境生物调控的实践与理论[J].宁夏农林科技,2014,55(12):33-35.
- [13] 赵芸晨,秦嘉海,肖占文,等.糠醛渣、沼渣与化肥肥施对制种玉米田理化性质和酶活性的影响[J].水土保持学报,2012(3):102-103.
- [14] 代立兰,张怀山,夏曾润,等.有机废弃物菌糠和醋糟对次生盐渍化土壤修复效果研究[J].干旱地区农业研究,2014(23):219-220.
- [15] 鲍士旦.土壤农化分析[M].3版.北京:中国农业出版社,2008.
- [16] 李阜棣,喻子牛,何绍江.农业微生物学实验技术[M].北京:中国农业出版社,1996.
- [17] 劳秀荣,张淑铭.保护地蔬菜施肥新技术[M].北京:中国农业出版社,1991.
- [18] 施毅超,胡正义,龙为国,等.轮作对设施蔬菜大棚中次生盐渍化土壤盐分离子累积的影响[J].中国生态农业学报,2011(3):548-552.
- [19] 吴志行.设施农业[M].南京:江苏科学出版社,2001.
- [20] 何文寿.设施农业中存在的土壤障碍及其对策研究进展[J].土壤,2004,36(3):235-242.
- [21] 杨宁,邹冬生,杨满元,等.衡阳紫色土丘陵坡地恢复过程中土壤微生物生物量与土壤养分演变[J].林业科学,2014(12):144-150.

Different Dosages of Complex Organic Soil Amendments on Soil Improvement Effect of Continuous Cropping Cucumber

XU Fan¹, ZHANG Yaping¹, TIAN Xingwu², LIU Xin¹, QI Juanxia¹, ZHANG Xueyan¹

(1. School of Agriculture/Facility Horticulture Engineering Technique Center of Ningxia, Research Center for Technological Innovation of Facility Horticulture Ningxia, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021; 2. Management Committee of Wuzhong National Agricultural Sci-Tech Garden, Wuzhong, Ningxia 751200)

DOI:10.11937/bfyy.201614048

农杆菌介导的番茄遗传转化研究进展

高 佩, 尹 锐, 林彦萍, 张美萍, 王康宇, 王 义

(吉林农业大学 人参基因资源工程研究中心, 吉林 长春 130118)

摘 要:介绍了农杆菌介导的番茄遗传转化影响因素,包括番茄的基因型、农杆菌类型、外植体类型、预培养时间、菌液浓度、侵染时间、共培养时间、分化培养基中的生长调节剂与抗生素浓度、筛选剂浓度、乙酰丁香酮浓度及外源基因等重要因素。同时综述了番茄转基因技术的应用及研究成果,以期农杆菌介导的番茄遗传转化奠定理论基础。

关键词:遗传转化;番茄;研究进展;农杆菌;转化效率

中图分类号:S 641.203.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)14-0192-06

番茄(*Solanum lycopersicon* L.)属于茄科家族,是世界范围内广泛种植的蔬菜和经济作物,具有基因组较小(950 Mb)、生长周期短(45~100 d)、自花授粉等特点,是生产转基因植物和植物生物制药产品的模式植物。近年来,全球生产的番茄总量增长了10%,是许多国家的维生素和矿物质的重要来源。此外,番茄中富含的番茄红素被证明具有抗氧化性,且有助于预防疾病,比如癌

症和心血管疾病等^[1]。1986年, MCCORMICK等^[2]首次用农杆菌介导的叶盘法转化番茄,以番茄的子叶和下胚轴为外植体,以单一序列和多拷贝序列为外源基因,成功获得了8个番茄品种的300多株转基因苗。以番茄为受体的研究屡见报道,包括研究基因的功能、生产抗虫、抗疾病、抗除草剂的植物品种,提高果实品质,延迟果实成熟,生产外源蛋白,以及建立高效快速的农杆菌转化体系^[3]。2000年, VIDYA等^[4]利用农杆菌介导法转化番茄子叶,转化率仅为8%。2003年, PARK等^[5]利用农杆菌介导的叶盘法转化番茄,转化效率达到20%。2015年, SUN等^[6]利用农杆菌介导法转化番茄的子叶和下胚轴,转法效率高达40%。影响番茄遗传转化效率的因素很多,如番茄基因型、农杆菌类型、外源基因的选

第一作者简介:高佩(1988-),女,硕士研究生,研究方向为植物细胞工程与细胞全能型表达。E-mail:876418958@qq.com.

责任作者:王义(1964-),男,博士,教授,硕士生导师,现主要从事药用植物细胞工程等研究工作。E-mail:wanglaoshi0606@163.com.

基金项目:中国科学技术部863计划资助项目(2013AA102604-3)。

收稿日期:2016-03-07

Abstract: Taking the serious problems as research objects concerning continuous cropping obstacle and high-level soil alkalization in Ningxia Province, and 10-year-old continuous cucumber cropping soil was used. By adjusting the acidity to pH 2, and taking the furfural residue and vinegar residue as its main material, while the soil amendments were setting as comparison stander(CK), 200 kg (T1), 400 kg(T2), 600 kg(T3), 800 kg(T4), 1 000 kg(T5), 1 300 kg(T6), 1 600 kg per 667 m² (T7), taking the pot experiment which was to figure out the influence in different dosage of soil amendment on the soil nutrient, salt ions, and the number of microorganisms. The results showed that during full fruit period, soil pH and EC value were decreased with the increase of dosage of soil amendment, in which the pH of T7 declined significantly, its pH was declined 4.29% comparing with CK. The EC of T5 decreased most significantly comparing with CK, 37.72% was decreased. During full fruit period, soil total nitrogen T6 and T7 were significantly higher than CK, which increased by 42.11% and 48.54% respectively. More than 800 kg per 667 m² dosage of soil amendment could increase the amount of soil organic matter significantly. T1, T2, T4 and T5 treatment were significantly increased by 20.00%, 20.00%, 23.33% and 26.67% of the total phosphorus in soil compared with CK. The Ca²⁺ and Cl⁻ content of T4 declined most obviously, the Na⁺, K⁺, and HCO₃⁻ of T3 declined most significantly. The bacteria and actinomycetes quantity of T4 increased most obviously, fungi quantity was reduced the most obviously, and actinomycetes quantity of T3 was increased the most obviously at engraftment period. Comprehensive analysis, 600 kg per 667 m² dosage of soil amendment was the most suitable way.

Keywords: cucumber; continuous cropping soil; soil amendment; soil nutrients