

秸秆不同用量对日光温室番茄土壤次生盐渍化及微生物区系的影响

姜春荣, 何志刚, 王秀娟, 董环, 牛世伟, 于涛

(辽宁省农业科学院 植物营养与环境资源研究所, 辽宁 沈阳 110161)

摘要:以日光温室越冬番茄“金棚1号”为试材,研究了秸秆不同用量(T1、T2、T3:1 905、2 857.5、3 810 kg/667m²)内置秸秆反应堆对日光温室土壤微生态环境以及番茄生长的影响。结果表明:施入不同用量的秸秆均可提高土壤温度,土壤平均温度分别增加2.1、1.8、0.4℃;高量秸秆T3降低土壤盐渍化程度要优于其它处理,但是低量秸秆T1劳动强度小,长势与产量都优于其它处理;细菌和放线菌数量表现出低量秸秆T1要好于其它的处理;真菌数量T1高量秸秆要高于其它处理。内置式秸秆反应堆技术能够显著加快越冬番茄植株的生长速率,使番茄产量分别增加17.37%、16.24%和14.41%。

关键词:内置秸秆反应堆;土壤温度;次生盐渍化;越冬番茄

中图分类号:S 156.4⁺4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)09-0052-03

生物反应堆利用秸秆作为原料,秸秆在微生物菌种、催化剂、净化剂的作用下定向转化成植物生长所需的CO₂、热量、抗病孢子、酶、有机和无机养料,从而实现作物优质、高产、无公害^[1-2]。该项技术的应用,不但加快农业生产要素的充分转化,而且可以使得农业资源多层次再利用,农业生态步入良性循环^[3]。现对秸秆不同用量对日光温室不同层次土壤温度及作物生长过程、次生盐渍化程度的影响进行研究,以期对秸秆生物反应堆在设施园艺生产中的合理应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试番茄品种为“金棚1号”。试验微生物菌剂有效活菌数为4×10⁸个/g以上,均由辽宁省农业科学院植物营养与环境资源研究所农业微生态研究室提供。

1.2 试验方法

试验于2009年12月至2010年6月在庄河农户日光温室内进行。温室长72 m,跨度7.6 m,高3.1 m。供试温室耕层土壤为草甸土,pH 6.71,EC 0.54 mS/cm,全氮含量1.328 mg/kg,有效磷187.5 g/kg,速效钾305 mg/kg。

试验设4个处理:CK为常规对照、T1为低量秸秆反应堆(秸秆用量1 905 kg/667m²)、T2为中量秸秆反应堆(秸秆用量2 857.5 kg/667m²)、T3为高量秸秆反应堆

(秸秆用量3 810 kg/667m²)。各处理加入菌剂用量分别为T1:4 kg/667m²,T2:6 kg/667m²,T3:8 kg/667m²。

每个处理3次重复,共12个小区,每小区4个畦,小区长5.0 m、宽6.0 m,采取宽窄行栽培,大行距75 cm,小行距45 cm,株距25 cm。地膜覆盖,膜下浇灌。选取长势一致的番茄苗定植,定植时间为2009年12月20日,2010年6月5日拉秧。

秸秆反应堆:在畦下挖沟宽70 cm、深30 cm,铺放玉米秸秆在秸秆中部和上部分2次撒施菌剂用量为4 kg/667m²,两端露约10 cm的秸秆根部通气,在秸秆上回填20 cm的土。浇透秸秆,3~4 d后用20号钢筋在定植穴上打孔,以贯穿秸秆层为宜。

1.3 项目测定

1.3.1 温度 采用人工地温计测定温度,分别测定早晚温室内温度和土壤温度,土壤测定2个植株间地面以下5、25 cm处的温度,每处理3次重复。

1.3.2 越冬番茄生长状况 从2010年1月5日起对番茄的生长状况进行调查,分别于开花期2月16日和盛果期5月4日进行测定。测定茎粗、株高为番茄顶端到根基部的垂直距离;番茄顶端生长叶片的叶绿素SPAD值。

1.3.3 土壤养分含量 采集0~20 cm土壤样品,带回实验室自然风干,磨细过2 mm筛,按1:5土水质量比提取浸提液测定电导率。土壤养分含量测定参考马建华等^[4]的方法进行,其中土壤速效氮含量采用碱解扩散法,土壤速效磷含量采用分光光度计钼酸铵比色法,土

第一作者简介:姜春荣(1966-),男,辽宁沈阳人,硕士,研究员,现主要从事设施农业研究工作。E-mail:lcrls@126.com。

基金项目:辽宁省科技攻关重大专项资助项目(2010215003)。

收稿日期:2012-12-13

壤速效钾采用火焰法。

1.3.4 土壤根区微生物区系 采集根系 0~20 cm 土壤,将土样混匀后,采用平板稀释计数法测定。细菌培养基牛肉膏蛋白胨培养基;真菌培养基 PDA 培养基;放线菌培养基高氏 1 号培养基^[5]。

1.3.5 番茄产量 番茄产量以小区面积进行核算,记录每次采收时番茄果实的重量,并换算成每 667 m² 的经济产量。

1.4 数据分析

试验数据采用 Excel 2003 软件进行处理,采用 SPSS 14.0 统计软件进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对日光温室土壤温度的影响

从 1 月 20 日到 3 月 31 日,记录早晨揭帘、晚上放帘时棚温和不同土层地温。其中 3 月 10 日雨加雪。7~15 d 抽取 1 组地温数据结果见表 1。由表 1 可知,由于外界温度较低,秸秆反应堆表层 5 cm 平均地温比对照高 1.5~3.1℃。25 cm 处地温 T3 比对照高 0.4℃,T2 比对照高 1.8℃,T1 比对照高 2.1℃,且均在 13℃ 以上,基本能够满足番茄根系生长所需的最低温度。表 1 表明,随着秸秆使用量的增加,提高地温幅度逐渐减少,是否与秸秆用量增加灌水量也增多影响地温升高有关,有待于进一步研究。

表 1 不同处理对地温的影响

日期 /月·日	棚温 /℃	CK		T1		T2		T3	
		5 cm	25 cm	5 cm	25 cm	5 cm	25 cm	5 cm	25 cm
1.24	早	8	13	13	18	16	18	17	14
	晚	16	20	16	21	17	19	16	16
2.7	早	7	12	13	20	15	18	15	17
	晚	19	20	15	22	17	19	16	19
2.14	早	9	15	15	22	16	19	16	18
	晚	20	22	16	22	18	22	18	22
2.21	早	8	13	14	18	16	19	16	18
	晚	18	20	16	20	18	19	18	20
3.1	早	6	11	12	18	14	13	14	13
	晚	16	18	14	20	16	18	16	18
3.23	早	12	16	16	20	19	19	18	19
	晚	15	20	16	20	19	20	18	20
3.3	早	18	20	17	22	20	21	20	21
	晚	19	22	19	22	20	22	20	21
平均		13.6	17.3	15.1	20.4	17.2	19.0	16.9	18.8

2.2 不同处理对番茄生长发育的影响

2.2.1 对番茄叶绿素含量的影响 从开花期开始,测定番茄叶片叶绿素 SPAD 值,2 月 16 日测定位置第 1 穗花下部第 1 片叶。5 月 4 日测定第 3 穗花下面第 1 片叶,结果见表 2。生长前期,CK 叶绿素 SPAD 含量低于其它处理,SPAD 含量差异不大,T2 稍高,差异不显著。随着植株生长,叶绿素 SPAD 含量变化较大,CK 的叶绿素 SPAD 值和其它处理差异明显,相差 6.24~14.55。3 个秸秆反应堆处理中 T1 叶绿素 SPAD 值含量最高,差异达到显著水平。

2.2.2 对番茄株高和茎粗的影响 2 月 16 日和 5 月 4 日分 2 次调查番茄株高、茎粗,由于 5 月 4 日已经打尖,株高数据受到影响,5 月 4 日没进行株高调查。由表 2 可知,从第 1 次测量开始各处理之间番茄茎粗已经表现出一定的差异性,T1 显著高于对照,秸秆反应堆处理分别为 1.201、1.038 和 0.911 cm,T1 处理与另 2 个处理差异不显著,但始终表现为 T1>T2>T3>CK,这可能是因为此时外界温度相对较低,而秸秆生物反应堆能够在一定程度上提高地温,为番茄根系的生长提供相对适宜的环境,促进了番茄植株生长。2 月 16 日株高数据分析,前期长势还是很明显,差异达到显著水平。说明秸秆反应堆促进植株生长发育。3 个秸秆反应堆处理差异不明显。

表 2 不同处理对番茄叶绿素、株高及茎粗的影响

处理	叶绿素 SPAD		茎粗/cm		株高/cm
	2 月 16 日	5 月 4 日	2 月 16 日	5 月 4 日	2 月 16 日
CK	42.84b	36.46c	0.740c	1.16c	25.05c
T1	43.20ab	51.01a	1.201a	1.39a	28.71b
T2	43.88a	43.56b	1.038b	1.32b	28.91a
T3	43.61ab	42.70bc	0.911b	1.34ab	28.68ab

注:表中同列小写字母表示为 1% 差异显著水平。下同。

2.3 不同处理对番茄土壤生物和理化性质的影响

2.3.1 对番茄土壤养分含量变化的影响 土壤水溶性盐强电解质,其导电能力的强弱用电导率(EC)表示。在一定浓度范围内,溶液的含盐量与电导率呈正相关^[6]。从表 3 可以看出,番茄在生长过程中要吸收一定量的盐类,使土壤 EC 下降,利用秸秆反应堆处理后土壤电导率下降幅度较大,其中 T3 处理土壤电导率下降 58.33%,差异达到显著水平,但是秸秆反应堆处理之间差异不显著。说明随着秸秆在土壤中的分解,土壤中的盐被微生物利用,从而导致土壤中盐浓度下降,抑制了土壤盐类向表层积累,改善了土壤的理化性质。从表 3 可以看出,秸秆反应堆处理的土壤 pH 均比对照降低,其中 T2 处理明显下降幅度较大,可能这是由于秸秆在分解过程中产生 CO₂、酸类等物质,在一定程度上调节了土壤的 pH,因而土壤 pH 都有不同程度下降。各处理速效养分变化显著,但是均高于 CK,其中速效氮 T2>T3>T1>CK,可能秸秆数量的多少对土壤的速效氮影响比较大,T1 速效氮含量有所降低,说明秸秆分解时争夺土壤中的氮素,其中低量秸秆争夺的比较多;秸秆分解过程中可以释放大量的速效钾,各秸秆反应堆处理均高于 CK 1 倍多,速效钾 T1>T3>T2>CK。速效磷 T1>T2>T3>CK,因此,实行秸秆还田是补充土壤钾素不足的重要途径之一。

表 3 不同处理对番茄土壤理化性质的影响

处理	电导率	pH	速效氮	速效钾	速效磷
	/mS·cm ⁻¹		/mg·kg ⁻¹	/mg·kg ⁻¹	/mg·kg ⁻¹
CK	0.48a	6.28a	97.08c	105.59c	103.21c
T1	0.25b	5.84b	130.85b	230.23a	124.32a
T2	0.22b	5.80b	149.04a	210.87b	115.14b
T3	0.20b	6.12a	139.29b	212.12b	108.52bc

2.3.2 对番茄土壤微生物区系变化的影响 土壤微生物区系组成和数量变化对土壤中植物养分转化和吸收以及各种土传病害的发生有很大关系^[3]。由表4可以看出,秸秆反应堆充分刺激土壤中的微生物种群,细菌 $T1>T2>T3>CK$,真菌 $T3>T2>T1>CK$,放线菌 $T1>T2>T3>CK$ 。细菌和放线菌数量表现出低量秸秆 $T1$ 要好于其它的处理,真菌数量 $T1$ 高量秸秆要高于其它处理。总之,秸秆施用后为微生物供给了充足的碳源,使整个微生物区系发生改变,然后由于微生物对秸秆的分解作用,加速了秸秆的分解速率,从而提高了土壤有效养分。

表4 不同处理对番茄土壤微生物区系的影响

处理	细菌 / $\times 10^6 CFU \cdot g^{-1}$ 干土	真菌 / $\times 10^4 CFU \cdot g^{-1}$ 干土	放线菌 / $\times 10^4 CFU \cdot g^{-1}$ 干土
CK	23.93c	8.27c	17.51c
T1	36.53a	16.3b	28.32a
T2	34.33b	18.8b	25.31b
T3	33.02b	19.01a	25.01b

2.4 不同处理对番茄产量的影响

由表5可看出,秸秆反应堆对番茄增产效果明显,与无秸秆反应堆差异显著。不同秸秆用量之间 $T1$ 处理产量最高, $T2$ 处理次之, CK 最低, $T1$ 、 $T2$ 、 $T3$ 处理分别比对照增产 17.37%、16.24%和 14.41%。

表5 不同处理对番茄产量的影响

处理	667 m ² 产量/kg	经济效益/元
CK	5 563.2c	27 816c
T1	6 529.8a	32 649a
T2	6 466.7b	32 334b
T3	6 365.2b	31 826b

3 结论与讨论

保护地连作会导致土壤养分失衡、有机质含量下降、微生物多样性降低、酶活性下降、土壤酸化^[7-8]。该试验结果表明,利用秸秆反应堆技术能够提高番茄根际土壤温度 0.55℃左右,与对照达到差异显著水平;秸秆反应堆技术在北方冬季气温较低时土壤温度能够增加 5 cm

地温比对照高 1.5~3.1℃,保证在 13℃以上,使得番茄植株在较适宜的环境下生长。此外,秸秆反应堆技术还能改善土壤理化性状,调节土壤盐分,提高速效养分,增加经济产量。秸秆生物反应堆技术对设施蔬菜影响表明,秸秆反应堆处理植株粗壮,光合作用强,促进植株生长,在一个生长期,多收获 1 穗果实,果实还可以提前上市,并延长采收期,单果重也略重并且提高番茄产量(14.4%~17.34%),因此能够明显提高番茄总的经济效益。在秸秆用量 1 900~3 800 kg 秸秆用量试验范围内, $T1$ 低量秸秆劳动强度小,长势与产量都优于其它处理,完全可以能够满足越冬番茄生长。在生产实际中,秸秆反应堆处理生长量大,相对无秸秆需要更多水分供应,高量秸秆没看出优势是否与浇水量不足有关,还有待于试验研究。秸秆生物反应堆技术一方面能够改善土壤环境,另一方面能够增加番茄经济产量,从而提高经济效益,但此技术是通过何种机制改善土壤微观环境使其达到最适宜作物生长要求还有待进一步研究。

参考文献

- [1] 宋述尧. 玉米秸秆还田对塑料大棚蔬菜连作土壤改良效果研究[J]. 农业工程学报, 1997, 13(1): 135-139.
- [2] 郭敬华, 石琳琪, 董灵迪. 秸秆生物反应堆对日光温室黄瓜生育环境及产量的影响[J]. 河北农业科学, 2009, 13(5): 17-19.
- [3] 宋尚成, 朱凤霞, 刘润进. 秸秆生物反应堆对西瓜连作土壤微生物数量和土壤酶活性的影响[J]. 微生物学通报, 2010, 37(5): 696-700.
- [4] 马建华, 张丽荣, 康萍芝. 秸秆生物反应堆技术的应用对设施黄瓜土壤微生物的影响[J]. 西北农业学报, 2010, 19(12): 161-165.
- [5] 徐全辉, 赵强. 秸秆生物反应堆技术的应用对温室生态环境因子的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(24): 12999-13000.
- [6] 彭杏敏, 陈之群, 陈青云. 内置秸秆反应堆和菌剂对日光温室土壤温度及越冬番茄生长的影响[J]. 中国蔬菜, 2011(22/24): 63-67.
- [7] 张同兴, 韩丽娟, 祝军岐. 内置式秸秆生物反应堆技术在大棚西瓜上的应用试验初报[J]. 陕西农业科学, 2008(1): 48-49.
- [8] 孙振国. 秸秆生物反应堆技术在保护地蔬菜生产中的应用[J]. 西北园艺, 2007(2): 6-7.

Effect of Different Amounts of Straw on Tomato Soil Salinization and Microbial Flora

LOU Chun-rong, HE Zhi-gang, WANG Xiu-juan, DONG Huan, NIU Shi-wei, YU Tao

(Institute of Plant Nutrition and Environmental Resources Research, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang, Liaoning 100161)

Abstract: Taking wintering solar greenhouse tomato variety 'Jinpeng 1' as material, the effect of the amount of built-in straw reactors ($T1, T2, T3: 1\ 905, 2\ 857.5, 3\ 810\text{ kg}/667\text{ m}^2$) on the micro environment of soil and overwintering tomato were studied. The results showed that applied to a different amount of straw could increase soil temperature, the average soil temperature increased 2.1, 1.8, 0.4℃; $T3$ reducing the degree of soil salinization was superior to the other treatments, but $T1$ labor intensity, vigor and yield were better than other treatments. The number of bacteria and actinomycetes showed $T1$ was better than the other treatments, the number of fungi $T1$ was higher than the other treatments, built-in straw reactor technology can significantly accelerate the growth rate of overwintering tomato plants, so that the tomato yield increased 17.37%, 16.24% and 14.41%, respectively.

Key words: built-in straw reactor; soil temperature; secondary salinization; overwintering tomato