

吴盼盼,杨丽娟. 蚓粪对不同连作年限设施番茄生长、品质及产量的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(7):104-107.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.07.027

蚓粪对不同连作年限设施番茄生长、品质及产量的影响

吴盼盼, 杨丽娟

(沈阳农业大学土地与环境学院, 辽宁沈阳 110866)

摘要:以分别连续种植 0.5、20 年的土壤为对象,分别采取蚓粪修复(施蚓粪和化肥)、常规施肥(施鸡粪和化肥)、空白对照(不施任何肥料)3 种土壤处理方式,研究其对盆栽番茄生长性状、品质及产量的影响。结果表明,蚓粪可以修复番茄土壤的连作障碍,促进植株生长和生物量增加;蚓粪修复连作 0.5、20 年土壤的番茄产量分别比常规施肥提高 15.63%、16.43%、16.13%,产量增加效应显著($P < 0.05$);蚓粪修复能够改善番茄的果实品质,果实维生素 C 含量、糖酸比显著提高($P < 0.05$),硝酸盐含量、总酸度有明显降低。

关键词:蚓粪;连作年限;番茄;生长;生物量;修复品质;产量

中图分类号: S641.206 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)07-0104-03

番茄是我国设施栽培的主要蔬菜之一。近年来,随着设施蔬菜的发展,番茄生产基本实现了周年生产和均衡供应。设施番茄连作种植非常普遍,从而导致番茄连作障碍十分严重,产量及品质都大幅下降,严重制约了设施番茄栽培的可持续发展。连作主要改变了土壤性质,而土壤性质的改变必然会影 响根系的生长发育及吸肥、吸水能力,进而影响作物的品质和产量^[1]。长期以来,施肥措施是影响土壤质量及其可持续利用的重要因素之一^[2-4],而有机肥的施用对改善土壤质量效果显著。

蚓粪是通过蚯蚓消化有机废弃物而产生的均匀颗粒,是一种天然生态有机肥,具有良好的团粒结构,疏松适度,通透性好,酸碱度中性,水气调和,有较好的保水、保肥性能,且其矿质养分丰富,有机质含量多,含多种利于植物生长的酶、腐殖质和植物激素类物质^[5]。不同温室和大田试验都证实,蚓粪可提高不同作物的种子发芽率,促进其生长^[6],可改善大棚连作黄瓜和番茄的生长,提高产量,改善品质^[7-8]。有研究表明,使用 2.0 kg/m² 蚓粪改良剂,土壤 pH 值、总盐分含量及养分含量适合草莓生长的需求,草莓长势好、产量高^[9]。Atiyeh 等将蚓粪浸提的腐殖酸加入到栽培基质中,显著增加了番茄、黄瓜的株高、叶面积和根干质量等指标^[10]。周东兴等研究发现,蚓粪可有效改善番茄农艺性状,提高其坐果率、维生素 C 含量、可溶性糖含量等^[11]。蚓粪还可以抑制土壤害虫和土传病害^[12]。蔡燕飞等研究表明,施用生态有机肥可显

著降低连作地番茄青枯病的发生^[13]。本试验选用经蚯蚓吞食牛粪后产生的蚓粪为供试原料,研究蚓粪与化肥配施对番茄生长、品质及产量的影响,为蚓粪在设施番茄上的应用提供理论依据和技术指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2015 年 4—8 月在沈阳农业大学科研基地温室中进行,供试土壤采自辽宁省沈阳市于洪区某种植番茄的温室,该地番茄栽培生产历史长,栽培模式和管理措施较为规范统一。为保证土壤样品本底值尽量一致,取样地点选取区域相对集中。蚓粪采自沈阳农业大学蚯蚓饲养基地,以半腐熟牛粪为饵料饲养大平 2 号蚯蚓。蚯蚓饲养过程中,牛粪含水量保持在 70%~90%,待牛粪被蚯蚓彻底消化成均一的蚯蚓颗粒粪便时,将蚯蚓取出,分离得到蚯蚓粪,过 2 mm 筛,备用。供试番茄品种为辽园多丽,生育期约为 120 d。

1.2 试验设计

采用番茄室内盆栽方法进行试验,盆钵为底部带孔上、下口直径分别为 32、22 cm,高为 28 cm 的塑料盆。装盆供试土壤有 3 种,分别为连续种植过番茄 0.5、20 年的土壤(表 1),风干,过 10 目筛,每盆称土 16 kg,将称好的土壤与肥料(表 2)混匀装盆。试验设 3 个施肥处理,分别为蚓粪修复(施蚓粪和化肥)、常规施肥(施鸡粪和化肥)、空白对照(不施任何肥料),共计 9 个处理,编号分别为 EM₀、EM₅、EM₂₀、CM₀、CM₅、CM₂₀、CK₀、CK₅、CK₂₀。每个处理 5 盆,共 45 盆,完全随机排列。各处理氮肥、磷肥、钾肥的用量、种类一致,氮肥为含 N 46.4% 的尿素、磷肥为含 P₂O₅ 12% 的过磷酸钙、钾肥为含 K₂O 50% 的硫酸钾。总氮(N)、总磷(P₂O₅)、总钾(K₂O)分别按 1 125、525、1 500 kg/hm² 折算,蚓粪和鸡粪均按 45 000 kg/hm² 折算,定植前作为底肥一次性施入,用量按照当地设施番茄施肥标准确定,番茄整个生长期不再追肥。番茄秧苗 40 d 左右时,选择大小、长势基本一致的秧苗进行

收稿日期:2016-03-10

基金项目:国家自然科学基金(编号:31372132);教育部博士点基金(编号:20132103110008);辽宁省高校优秀人才支持计划(编号:LR2013034)。

作者简介:吴盼盼(1989—),女,河北石家庄人,硕士研究生,主要从事蔬菜营养及土壤肥力研究。E-mail:1093515633@qq.com。

通信作者:杨丽娟,博士,教授,主要从事蔬菜营养及设施土壤水肥管理研究。E-mail:syau_ylj@163.com。

移栽,每盆定植 1 株。每株留 4 穗果,每穗留 3 个果实。其他栽培条件与一般生产管理相同,各处理灌水量与通风量保持一致。

表 1 供试土壤的基本性状

年限 (年)	pH 值	碱解氮 含量 (mg/kg)	速效磷 含量 (mg/kg)	速效钾 含量 (mg/kg)	全碳 含量 (%)	全氮 含量 (%)	碳氮比
0	8.14	101.79	28.15	635.93	1.48	0.13	11.23
5	7.85	135.93	158.56	883.83	1.87	0.18	10.18
20	6.17	206.94	374.03	1 530.89	2.81	0.31	9.18

表 2 供试有机肥主要养分含量

有机肥	pH 值	全磷 含量 (g/kg)	全钾 含量 (g/kg)	全碳 含量 (%)	全氮 含量 (%)	碳氮比
鸡粪	7.86	30.13	19.97	11.14	1.35	8.23
蚓粪	7.35	9.66	8.91	11.07	1.06	10.43

1.3 测定内容及方法

定植缓苗后,每隔 7 d 用卷尺测量番茄株高(子叶脱落处到植株最高处的长度),用游标卡尺测量子叶脱落处茎粗。栽种 120 d 后拉秧,用水冲洗番茄植株地上部和根系,洗净吸干,用百分之一天平测定植株鲜质量,后将地上部、根系烘干,测定干质量。采收番茄第 1 穗果鲜样,分别采用 2,4-二硝基苯肼比色法、碱滴定法、蒽酮比色法、水杨酸比色法测定果实维生素 C 含量、总酸度、可溶性糖含量、硝酸盐含量^[14]。番茄果实随熟随摘,采用电子天平分别称质量,统计产量。

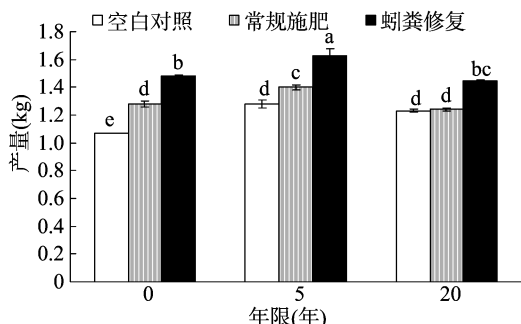
1.4 数据统计与分析

试验数据采用 Excel 2003 软件进行统计、图表处理;采用 SPSS 17.0 软件进行单因素方差分析和 Duncan's 多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对番茄产量的影响

由图 1 可见,不同处理的番茄单株产量存在明显的差异。随土壤连作年限的延长,番茄产量呈先增加后减小的趋势,连作 5 年的土壤各处理番茄产量相对较高;施肥能提高番茄的产量,同一连作年限地块不同施肥处理中,番茄产量高低表现为蚓粪修复 > 常规施肥 > 空白对照,其中蚓粪修复对番茄产量的影响显著高于常规施肥($P < 0.05$),蚓粪修复连作 0、5、20 年土壤的番茄产量分别比常规施肥提高 15.63%、16.43%、16.13%;蚓粪修复处理中,连作 5 年土壤的番茄产量相对最高,连作 20 年土壤的番茄产量相对最低,这主要是由于连作造成番茄果实感病率相对提高,造成烂果。



柱形图上不同小写字母表示处理间差异显著($P < 0.05$)

图 1 不同施肥处理对番茄产量的影响

2.2 不同施肥处理对番茄生长指标的影响

2.2.1 对番茄株高的影响 由图 2 可见,蚓粪修复可明显增加番茄植株的株高;在 4 个测定时期,蚓粪处理的番茄株高大小依次为 $EM_5 > EM_0 > EM_{20}$; CK_0 处理的番茄株高相对最小;随番茄植株的生长发育,番茄植株的株高差不断增大,5 月 11 日时 EM_5 处理与 CK_0 相比,番茄植株株高相差 27.0 cm。

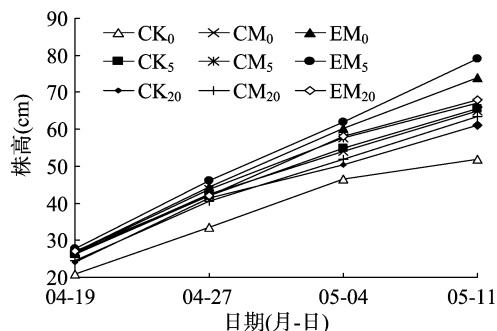


图 2 不同施肥处理对番茄株高的影响

2.2.2 对番茄茎粗的影响 由图 3 可见,各处理番茄植株的茎粗呈前期迅速增加后增速放缓的趋势,与株高变化趋势稍有不同;5 月 11 日时, EM_0 、 EM_5 、 EM_{20} 处理的番茄植株茎粗分别为 0.877、0.895、0.846 cm,而处理 CK_0 的茎粗相对最小,这说明施用蚓粪可促进番茄植株的增粗。

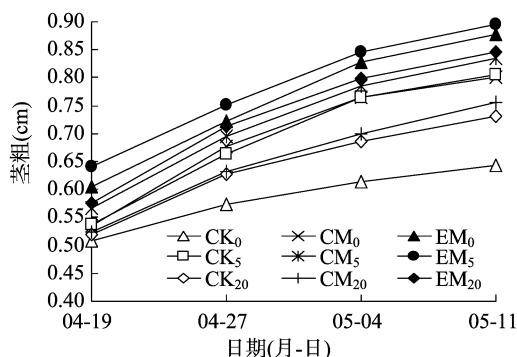


图 3 不同施肥处理对番茄茎粗的影响

2.3 不同施肥处理对番茄植株生物量的影响

由表 3 可见,与对照相比,经蚓粪修复和常规施肥处理的番茄地上部、根系鲜质量、干质量均有大幅度增加;不同连作年限土壤、同一施肥处理的番茄地上部和根系鲜、干质量有明显差异;蚓粪修复对连作障碍造成的番茄植株生物量有明显的增加作用,对分别连作 5、20 年的土壤而言,蚓粪修复的番茄地上部鲜质量分别比常规施肥、对照高 20.16%、30.20% 和 90.52%、122.50%,根系鲜质量分别比常规施肥、对照高 16.67%、27.27% 和 97.67%、157.58%。

2.4 不同施肥处理对番茄品质的影响

由表 4 可见,蚓粪修复处理的番茄其维生素 C 含量显著高于常规施肥、对照,对分别连作 0、5、20 年的土壤而言,蚓粪修复的维生素 C 含量分别比常规施肥、对照处理高 11.99%、7.01%、9.50%、12.78%、12.79%、33.33%;蚓粪修复能显著降低番茄果实中的硝酸盐含量($P < 0.05$),这可能是由于添加蚓粪提高了番茄的硝酸还原酶活性,从而使硝酸盐含量降低;蚓粪修复处理的果实总酸度显著低于常规施肥处理($P < 0.05$);蚓粪修复连作 0、5、20 年土壤的番茄糖酸比相对最高,

表 3 不同施肥处理对番茄植株生物量的影响

年限 (年)	处理	鲜质量(g)		干质量(g)	
		地上部	根系	地上部	根系
0	CK ₀	127 ± 7g	23 ± 1f	47.88 ± 1.75g	15.05 ± 1.22h
	CM ₀	513 ± 3d	77 ± 4c	93.17 ± 3.00e	25.09 ± 0.51ef
	EM ₀	637 ± 12b	93 ± 3ab	109.62 ± 1.68b	33.81 ± 0.97b
5	CK ₅	563 ± 12c	77 ± 2c	96.80 ± 1.24de	27.21 ± 1.63de
	CM ₅	610 ± 21b	84 ± 3bc	100.34 ± 2.22cd	29.56 ± 0.27cd
	EM ₅	733 ± 18a	98 ± 5a	118.43 ± 1.42a	37.09 ± 0.89a
20	CK ₂₀	280 ± 15f	33 ± 1e	80.00 ± 0.32f	21.64 ± 0.73g
	CM ₂₀	327 ± 18e	43 ± 1d	92.90 ± 1.46e	23.70 ± 0.67fg
	EM ₂₀	623 ± 12b	85 ± 3bc	103.19 ± 3.25c	32.36 ± 1.09bc

注:同列数据后标注不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。下同。

表 4 不同施肥处理对番茄品质的影响

年限 (年)	处理	维生素 C 含量 (mg/kg)	硝酸盐含量 (mg/kg)	总酸度 (%)	糖酸比
0	CK ₀	288.0 ± 3.0b	86.41 ± 1.63e	0.48 ± 0.02f	12.69 ± 0.66b
	CM ₀	275.2 ± 1.9cd	94.26 ± 1.51d	0.84 ± 0.01a	9.45 ± 0.13d
	EM ₀	308.2 ± 2.2a	66.56 ± 2.00f	0.72 ± 0.01c	15.50 ± 0.38a
5	CK ₅	250.3 ± 1.9e	106.67 ± 0.74c	0.49 ± 0.02f	6.52 ± 0.20f
	CM ₅	257.8 ± 3.4e	106.60 ± 0.49c	0.65 ± 0.01d	7.69 ± 0.18e
	EM ₅	282.3 ± 1.6bc	86.63 ± 1.05e	0.52 ± 0.01f	11.61 ± 0.07c
20	CK ₂₀	201.0 ± 6.4g	128.20 ± 1.40a	0.58 ± 0.01e	3.77 ± 0.38g
	CM ₂₀	237.6 ± 2.1f	115.15 ± 1.05b	0.78 ± 0.00b	5.76 ± 0.14f
	EM ₂₀	268.0 ± 3.6d	96.39 ± 1.61d	0.52 ± 0.01f	8.22 ± 0.32e

分别为 15.50、11.61、8.22,显著高于同一连作年限的其他处理($P<0.05$);蚓粪修复对番茄的品质有明显改善,EM₀ 处理的番茄品质相对最好,维生素 C 含量、糖酸比相对最高,分别为 308.2 mg/kg、15.50,硝酸盐含量相对最低,为 66.56 mg/kg。

3 结论与讨论

土壤是影响蔬菜生长、产量和品质的最基本要素,良好的土壤环境质量才能保证设施蔬菜的可持续发展。有研究表明,随连作年限的增加,土壤性质会发生改变,番茄根系活力、吸水吸肥能力降低,前期表现株高下降、茎粗减小、生物量下降,后期表现产量降低,品质变劣等^[1]。连作对设施番茄植株生长发育的抑制作用,是导致作物减产的重要原因。

近年来,施用有机肥可克服或缓解土壤连作障碍的举措得到国内外学者重视,但效果不尽一致。蚓粪含有各种营养元素和生理活性物质,可改善作物根系微生态环境中的理化性状及微生物活性^[15]。施用蚓粪,可增加有机碳源的多样性,促进土壤微生物多样性的恢复^[16],抑制病原菌种群数量的增长,从而有效制约连作障碍的发生。施用蚓粪不仅具有改良土壤、改善作物品质、提高产量等优点,而且大大降低了农业生产的成本投入,有利于维护生态平衡,市场前景和利用空间十分广阔。

试验结果表明,蚓粪养分含量低于鸡粪,而蚓粪处理的番茄生长性状、品质及产量优于鸡粪施肥,这可能是由于蚓粪中含有生物活性物质及赤霉素、细胞分裂素等植物生长调节剂,这些物质可刺激植物根系活力,促进植物生长发育^[17];番茄植株地上部、根系的干质量和鲜质量与番茄产量呈现基本一致的规律,说明植株生物量是产量形成的物质基础^[18];随栽

培年限的增加,番茄产量在连作栽培年限较短时出现微增的情况,与赵秋月等的研究结论^[19]有些差异,这可能与栽培方式、施肥量、栽培管理等多种因素作用有关;蚓粪修复不同连作年限土壤生长的番茄植株生物量积累、产量及果实品质有较大差异,在设施番茄修复土壤连作障碍上,蚓粪应适期施用。

须指出的是,本试验仅初步探讨蚓粪对番茄植株生长、产量及品质的影响,有关蚓粪对土壤微生物群落组成结构、抑制土传病害的机理还有待进一步研究。

参考文献:

[1] 吴风芝,刘 德,王东凯,等. 大棚番茄不同连作年限对根系活力及其品质的影响[J]. 东北农业大学学报,1997,28(1):33-38.
[2] 李 娟,赵秉强,李秀英,等. 长期有机无机肥料配施对土壤微生物学特性及土壤肥力的影响[J]. 中国农业科学,2008,41(1):144-152.
[3] Chanderk K,Goyals S,Nandaldp D P,et al. Soilorganicmatter microbialbiomass and enzymeactivities in atropical agroforestry system[J]. Biology and Fertility of Soils,1998,27(2):168-172.
[4] Dilly O,Munch J C. Ratios between estimates of microbialbiomass content and microbial activity in soils[J]. Biology and Fertility of Soils,1998,27(2):374-379.
[5] 徐魁梧,戴杏庭. 蚯蚓人工养殖与利用新技术[M]. 南京:南京出版社,1998:22-34.
[6] Edwards C A,Burrows I. The potential of earthworm composts as plant growth media[M]//Edwards C A,Neuhauser E F. Earthworms in waste and environmental management. The Netherlands: SPB Academic Press,1988:21-32.

程雨,宋策,陈典,等.洋葱细胞质雄性不育系小孢子败育的细胞形态学结构[J].江苏农业科学,2017,45(7):107-110.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.07.028

洋葱细胞质雄性不育系小孢子败育的细胞形态学结构

程雨,宋策,陈典,王勇

(东北农业大学园艺学院/农业部东北地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室,黑龙江哈尔滨 150030)

摘要:为了探索洋葱细胞质雄性不育系小孢子败育的时间和形式,通过石蜡切片和电镜技术对小孢子的发育进行观察。结果表明,在花粉母细胞时期,不育系 JA 花药室壁较保持系厚且有凹凸现象;在四分体时期,小孢子不饱满呈月牙状,绒毡层与药室壁完全脱离,细胞质浓缩、空泡化;在小孢子发育时期,小孢子细胞质发生浓缩、降解、严重空泡化,绒毡层完全解体;在成熟花粉粒时期,小孢子完全干瘪聚集在一起,花药败育。由此推测,洋葱不育系 JA 小孢子发育异常始于花粉母细胞时期,在四分体时期呈现出败育,败育的原因在于绒毡层的提早解离。

关键词:洋葱;雄性不育;性状转育;四分体;小孢子;败育;细胞形态学结构;绒毡层;解离

中图分类号: S633.201 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)07-0107-04

洋葱(*Allium cepa* L.)为百合科葱属植物,别称圆葱、葱头,因其具有很好的食疗保健作用和极高的药用价值被誉为“菜中皇后”,在世界蔬菜生产面积上,排在马铃薯和番茄之后,位居第三^[1]。我国是世界上洋葱的第一大生产国和出口国,产地主要分布在内蒙古、甘肃、云南、山东、黑龙江等地^[2]。洋葱是最早育成并在生产上应用 1 代杂种的蔬菜作物之一^[3]。洋葱杂种优势明显,自交衰退严重,其 1 代杂种一般能增产 20%~50%,其应用价值已被生产实践所证实^[4-5]。但洋葱为 2 年生异花授粉作物,其花器小,花期不集中,单花结籽率低,人工去雄成本高、难度大,因此利用雄性不育系是配制杂交种子的有效途径^[6]。研究洋葱细胞质雄性不育的发生机理对于 F₁ 杂种的生产具有重要的作用。目前,洋葱细

胞质雄性不育系主要分 3 类,即 S 型、T 型和近年发现的瓣化型,其中 S 型在生产上应用广泛^[7-9]。前人对洋葱 CMS 细胞学研究表明,洋葱花药败育大都与绒毡层发育有关,花粉母细胞没有异常表现。绒毡层的发育异常大致可归纳为 3 种形式:一是在四分体时期,绒毡层细胞提前解体,不能供给小孢子生长发育所需要的营养;二是在二分体时期,绒毡层过度肥大,而且会延迟解体,这 2 种类型中,绒毡层的解体总是发生在小孢子产生异常现象之前;三是绒毡层形态完全正常,只是存在时间过长^[10-12]。一般研究认为,绒毡层细胞的异常死亡是造成小孢子败育的主要原因;但也有研究表明,不育系与保持系绒毡层细胞变化不大。连高山等对某一洋葱 CMS 研究发现,与可育系花粉母细胞相比,绒毡层细胞变化不大,但花粉母细胞次生壁和胼脂质合成受阻,细胞壁变薄,细胞内出现泡状结构,有些泡状体可相互融合,这种自噬现象的确与植物花药败育过程的细胞的败育或者说程序化死亡有关^[13]。不同的雄性不育材料间小孢子败育发生的时期和原因并不完全一致,掌握败育发生的时期和成因对于雄性不育的转育和在生产上的应用意义重大。本试验对洋葱不育系 JA 及其保持系 JB 花粉发育过程进行观察分析,从形态学和细胞学上对洋

收稿日期:2016-01-19

基金项目:黑龙江省基金(编号:C2015017);黑龙江省科技特派员项目(编号:GC13B09)。

作者简介:程雨(1989—),女,硕士研究生,主要从事蔬菜分子育种研究。E-mail:1092043647@qq.com。

通信作者:王勇,教授,硕士生导师,主要从事蔬菜分子育种研究。E-mail:yongwang@neau.edu.cn。

[7]许永利,张俊英,袁跃广,等.设施番茄连作土壤的改良措施研究[J].北方园艺,2010(5):60-62.

[8]张俊英,许永利,刘志强.蚯蚓粪缓解大棚黄瓜连作障碍的研究[J].北方园艺,2010(4):58-60.

[9]王永和,高亚娟,李建龙,等.蚯蚓粪土壤改良剂克服草莓连作障碍的效果[J].江苏农业学报,2013,29(5):1039-1042.

[10]Atiyeh R M, Lee S, Edwards C A, et al. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth[J]. Bioresource Technology, 2002, 84(1):7-14.

[11]周东兴,申雪庆,周连仁,等.蚯蚓粪对番茄农艺性状和品质的影响[J].东北农业大学学报,2012,43(11):28-33.

[12]Edwards C A, Arancon N Q. Vermicomposts suppress plant pest and disease attacks[J]. ProQuest Agriculture Journals, 2004, 45(3):51-54.

[13]蔡燕飞,廖宗文,章家恩,等.生态有机肥对番茄青枯病及土壤微

生物多样性的影响[J].应用生态学报,2003,14(3):349-353.

[14]张宪政,陈凤玉,王荣富.植物生理学实验技术[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,1989:132-150.

[15]袁飞,张春兰,沈其荣.酚酸物质减轻黄瓜枯萎病的效果及其原因分析[J].中国农业科学,2004,37(4):545-551.

[16]陈芝兰,张涪平,蔡晓布,等.秸秆还田对西藏中部退化农田土壤微生物的影响[J].土壤学报,2005,42(4):696-699.

[17]Grappelli A, Galli E, Tomati U. Earthworm casting effect on *Agaricus bisporus* fructification[J]. Agrochimica, 1987, 31(4/5):457-462.

[18]陈书强,许海涛.黄淮海地区群体效应对夏玉米性状指标·产量的影响[J].安徽农业科学,2011,39(26):15900-15901,15910.

[19]赵秋月,张广臣.不同连作年限的设施土壤对番茄生长发育的影响[J].吉林农业大学学报,2013,35(5):541-546,551.