

种植转基因番茄对温室土壤理化性质及养分的影响

李海玲, 曹 忻, 哈斯其美格, 孙万虹

(西北民族大学 实验中心, 甘肃 兰州 730030)

摘 要:以甘肃陇中地区长期种植的转基因和非转基因番茄的日光温室土壤为对象,在番茄生长的幼苗期、始花坐果期和结果期分别采集温室土壤(0~20 cm),比较土壤理化性状和养分。结果表明:在土壤理化性状中,非转基因番茄在整个生育期会导致土壤 pH 值持续下降,而转基因番茄在幼苗期会导致土壤 pH 值明显下降,以后会逐渐升高,最终使土壤 pH 值与对照值接近,结果期转基因番茄土壤 pH 值的相对变化量极显著低于非转基因番茄;2 种番茄都导致土壤水溶性盐总量先增加、后降低,转基因番茄土壤水溶盐的变化量在幼苗期、始花坐果期和结果期均极显著低于非转基因番茄;2 种番茄都导致土壤有机质含量持续降低,且两者各生长阶段相对变化值差异不显著。在土壤养分中,2 种番茄都导致土壤全磷、速效磷、全氮、水解氮、速效钾的含量持续降低,除了转基因番茄在始花坐果期、结果期土壤全磷含量相对变化量分别显著、极显著小于非转基因番茄外,其它养分在个生长阶段的相对变化量差异均不显著。因此,该地区温室在适当调节土壤盐分含量、科学合理施肥的情况下,可适当年限地连续种植转基因番茄。

关键词:番茄;转基因作物;土壤理化性质;土壤养分

中图分类号:S 641.206⁺.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)20-0159-06

转基因植物是指凭借现代生物技术,将其它生物的 DNA 导入植物体基因组,并在其中整合、表达和传代,从而创造出的新型植物^[1]。转基因植物赋予植物新的性状,如抗虫、抗病、抗逆、高产、优质等。自从 1983 年首次获得转基因植物后,至今已有 35 科 120 多种植物转基因获得成功。1986 年首批转基因植物被批准进入田间试验,至今国际上已有 30 个国家批准数千例转基因植物进入田间试验,涉及的植物种类有 40 多种。报告称,2009—2010 年,转基因作物所占的公顷数增加了 1 400 万 hm²,即增长了 10%,2010 年全球转基因作物累计占地已逾 10 亿 hm²^[2]。

番茄作为一种蔬菜作物,是最早利用基因技术进行基因转化研究的高等植物之一,在基因工程拓宽种质资源上得到了极大的发展。到目前,利用基因技术进行番茄品种特性改良的研究已经有了很大的进展,获得了形式多样的转基因番茄。科学家们利用基因转化的方法,已培育了延迟成熟、抗病虫害、抗除草剂、抗逆和高品质的优良番茄品种。1994 年美国 Calgene Fresh 公司

选育出的番茄成熟后能长期保持硬度不变的新品种‘Flavr-SaVrTM’,是全球首次被批准可进行商业化生产的转基因农作物。此外,番茄在基因转化中利用花粉管导入法已获成功,黄永芬等^[3]研究的抗冻番茄就是整合了抗冻蛋白基因的 Ti 质粒,直接注入番茄子房或花粉管中而转化成功的。

目前中国的转基因植物有 22 种,其中转基因大豆、马铃薯、烟草、玉米、花生、菠菜、甜椒、小麦等进行了田间试验,转基因棉花已经大规模应用。孙彩霞等^[4]以棉花和水稻为试验材料,进行转基因盆栽种植试验,发现在转基因水稻中全碳、全氮、碱解氮、速效磷、有效硫含量与非转基因植株均无显著差异;同样,在转双价抗真菌基因水稻根际土壤中,与对照相比,可溶性有机质、氮、磷含量均无显著差异^[5];土壤经转 Bt 基因的玉米秸秆分解后,碱解氮、全磷、有机质含量在处理之间无显著差异,但是全氮、速效磷、全钾、速效钾含量则有显著差异^[6],表明在短期内,转基因作物的种植对土壤主要营养元素平衡和循环会产生一定的影响。

近年来,随着城镇化和农业现代化发展,甘肃陇中地区设施农业快速发展,成为典型的城乡结合农业经济带,一大批日光温室的建成使用,使其成为甘肃省的绿色蔬菜生产基地,番茄是重要的蔬菜之一。因转基因番茄在延期成熟、果实耐贮藏等方面比非转基因番茄具有较高的优越性,其种植面积逐年扩大。但是目前,

第一作者简介:李海玲(1980-),女,硕士,实验师,现主要从事环境土壤生态修复等研究工作。E-mail:49546132@qq.com.

基金项目:西北民族大学中央高校基本科研业务费专项资助项目(31920130027)。

收稿日期:2015-05-25

有关该地区种植转基因番茄对土壤理化性质及养分的影响的研究鲜见报道。该试验主要针对陇中地区刘家峡附近种植转基因和非转基因番茄的土壤进行研究,探讨转基因番茄的种植是否会对陇中地区土壤环境造成一定的影响,为下一步正确评价转基因作物在土壤生态系统方面可能引起风险的提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地点设在甘肃省临夏市永靖县刘家峡镇罗川循环农业示范园区的2座日光温室内。2座温室均建于2003年年底,栽培床东西向长61 m、南北向宽5.5 m。该地区属于黄土高原丘陵沟壑区,地理坐标为北纬 $35^{\circ}47' \sim 36^{\circ}12'$,东经 $102^{\circ}53' \sim 103^{\circ}39'$ 。为内陆温带大陆性干旱、半干旱气候。境内光山秃岭,沟壑纵横,植被稀少,气候较为干燥。全年日照时数2 500~2 800 h,年平均气温为8.9℃,年降雨量为300 mm左右。

1.2 试验材料

供试材料为转基因番茄“中研158”和非转基因番茄“谷雨512”,于2011年11月6日播种,12月18日定植,2012年5月14日拉秧。

1.3 试验方法

取样时间和土壤样品的处理:采样方式为“S”形随机选取15个样点,采集样品为0~20 cm土壤;分别于试验开始前(CK)、番茄的幼苗期(36 d)、始花坐果期(92 d)、结果期(181 d)采样;土壤样品在实验室自然风干后碾碎,用10目筛滤去杂物后测定各理化性质及养分。

1.4 项目测定

用水土比为1:1的水溶液或盐溶液提取出土壤中水溶性的氢离子,平衡后用pH计测定浸出液的pH值^[7]。用水土比为5:1水溶液浸提土壤水溶性盐,平衡后用电导仪(EC214)测浸出液的电导率,测定土壤水溶性盐总量;以硫酸亚铁为标准溶液,采用重铬酸钾容量(分光光度法)测定土壤有机质含量。

采用氢氧化钠熔融-钼锑抗混合试剂比色法测定土壤全磷含量;采用碳酸氢钠浸提比色法测定土壤全氮含量;以硼酸吸收氨,用标准酸滴定,计算水解性氮含量。采用碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法测定土壤速效磷含量;采用醋酸铵-火焰光度法测定土壤速效钾含量。

1.5 数据分析

所有性状的相对变化值均以对照为背景值进行计算。利用SAS 8.0进行t测验。

2 结果与分析

2.1 转基因番茄对土壤理化性质的影响

2.1.1 土壤pH值 为了分析转基因番茄对土壤pH值的影响,分别测定转基因和非转基因番茄不同生长阶

段的土壤pH值。由图1可知,非转基因番茄在整个生育期会导致土壤pH值持续下降;而转基因番茄在幼苗期会导致土壤pH值明显下降,在始花坐果期和结果期逐渐升高,最终使土壤pH值与对照值接近。由表1可知,结果期土壤的pH值相对变化量差异达到极显著水平,转基因番茄土壤pH的变化量极显著低于非转基因番茄;其余生长阶段的差异不显著。

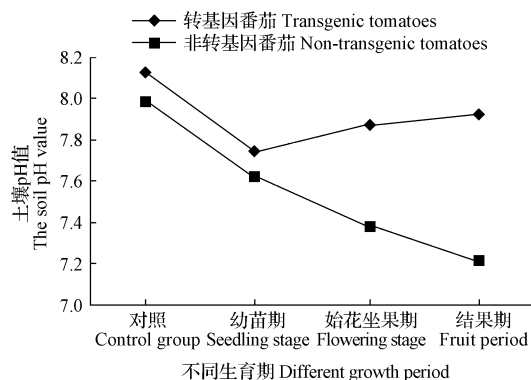


图1 转基因和非转基因番茄不同生育期土壤pH值

Fig. 1 The soil pH value in different growth periods of transgenic and non-transgenic tomatoes

表1 转基因和非转基因番茄不同生育期土壤理化性状相对变化量t测验

Table 1 The t test of relative changes of soil physicochemical properties in different growth periods of transgenic and non-transgenic tomatoes

指标 Item	品种 Variety	幼苗期 Seedling stage	始花坐果期 Flowering stage	结果期 Fruiting stage
pH值	转基因番茄	-4.72	-3.20	-2.26
pH value	非转基因番茄	-4.76	-7.63	-9.76**
水溶性盐总量	转基因番茄	68.43	2.88	-8.82
Water soluble salt content/%	非转基因番茄	122.16**	108.38**	75.44**
有机质含量	转基因番茄	-12.83	-29.49	-54.76
Organic matter content/%	非转基因番茄	-8.46	-28.82	-49.64

注:*,** 分别表示相对变化量差异达到显著、极显著水平。下同。

Note:*,** mean the difference of relative changes at 0.05 and 0.01 levels, respectively. The same below.

2.1.2 土壤水溶性盐总量 为了分析转基因番茄对土壤水溶性盐总量的影响,分别测定转基因和非转基因番茄不同生长阶段土壤水溶性盐总量,由图2可知,种植2种番茄都导致土壤水溶性盐总量先增加,后降低,变化趋势相似。由表1可知,转基因番茄土壤水溶盐的变化量在幼苗期、始花坐果期和结果期均极显著低于非转基因番茄。

2.1.3 土壤有机质含量 为了分析转基因番茄对土壤有机质含量的影响,分别测定转基因和非转基因番茄不同生长阶段土壤有机质含量,由图3可知,种植2种番茄都导致土壤有机质含量持续降低。由表1可知,转基因与非转基因番茄各生长阶段土壤有机质含量相对变化

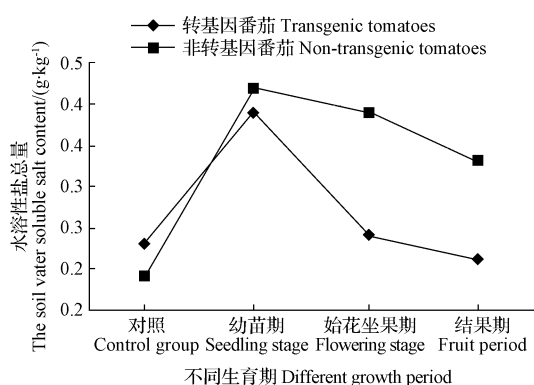


图2 转基因和非转基因番茄土壤水溶性盐总量

Fig. 2 The soil water soluble salt content in different growth periods of transgenic and non-transgenic tomatoes

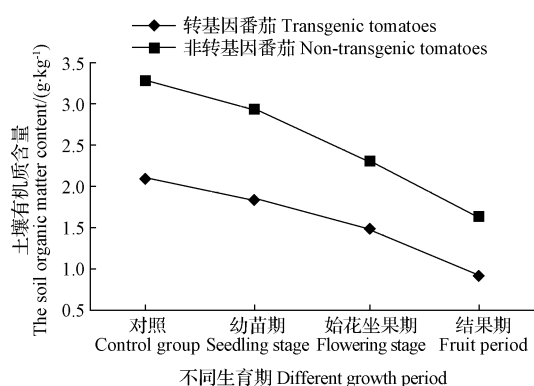


图3 转基因和非转基因番茄土壤有机质含量

Fig. 3 The soil organic matter content in different growth periods of transgenic and non-transgenic tomatoes

值差异不显著。

2.2 种植转基因番茄对土壤养分的影响

2.2.1 土壤全磷含量特征 为了分析转基因番茄对土壤全磷含量的影响,分别测定转基因和非转基因番茄不同生长阶段土壤全磷含量,由图4可知,种植2种番茄都

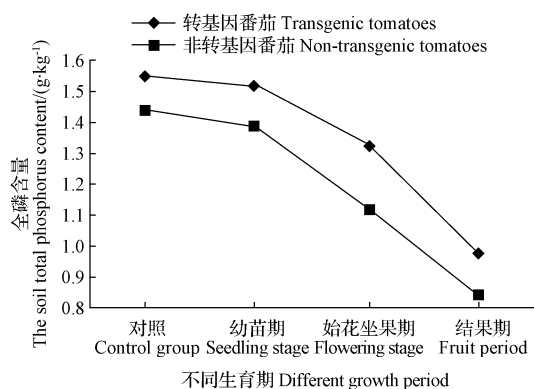


图4 转基因番茄和非转基因番茄土壤全磷含量

Fig. 4 The soil total phosphorus content in different growth periods of transgenic and non-transgenic tomatoes

表2 转基因和非转基因番茄
不同生育期土壤养分相对变化量及 *t* 测验

Table 2 The *t* test of relative changes of soil nutrient in different growth periods of transgenic and non-transgenic tomatoes

指标 Item	品种 Variety	幼苗期 Seeding stage	始花坐果期 Flowering stage	结果期 Fruiting stage
全磷含量 Total phosphorus content/%	转基因番茄	-0.04	-0.24	-0.57
	非转基因番茄	-0.05	-0.36 *	-0.60 * *
速效磷含量 Available phosphorus content/%	转基因番茄	-12.17	-22.99	-32.47
	非转基因番茄	-10.43	-59.24	-75.67
全氮含量 Total nitrogen content/%	转基因番茄	-0.08	-0.25	-0.74
	非转基因番茄	-0.06	-0.40	-0.62
水解氮含量 Hydrolyze nitrogen content/%	转基因番茄	-1.28	-3.73	-6.02
	非转基因番茄	-2.09	-4.30	-6.60
速效钾含量 Available potassium content/%	转基因番茄	-36.35	-80.18	-140.98
	非转基因番茄	-38.66	-95.92	-145.26

导致土壤全磷含量持续降低。由表2可知,转基因番茄在始花坐果期、结果期土壤全磷含量相对变化量分别显著、极显著小于非转基因番茄。

2.2.2 土壤速效磷含量特征 为了分析转基因番茄对土壤速效磷含量的影响,分别测定转基因和非转基因番茄不同生长阶段土壤速效磷含量,图5表明,种植2种番茄都导致土壤速效磷含量持续降低,其中非转基因番茄的土壤速效磷降低幅度更大。表2表明,转基因与非转基因番茄各生长阶段土壤速效磷含量相对变化值差异不显著。

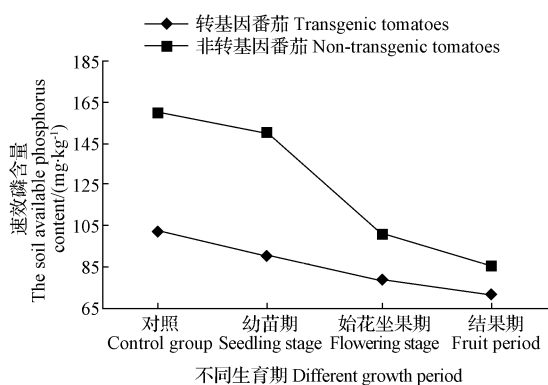


图5 转基因和非转基因番茄土壤速效磷含量

Fig. 5 The soil available phosphorus content in different growth periods of transgenic and non-transgenic tomatoes

2.2.3 土壤全氮含量特征 为了分析转基因番茄对土壤全氮含量的影响,分别测定转基因和非转基因番茄不同生长阶段土壤全氮含量,由图6可知,种植2种番茄都导致土壤全氮含量持续降低。由表2可知,转基因与非转基因番茄各生长阶段土壤全氮含量相对变化值差异不显著。

2.2.4 土壤水解性氮含量特征 为了分析转基因番茄对土壤水解氮含量的影响,分别测定转基因和非转基因

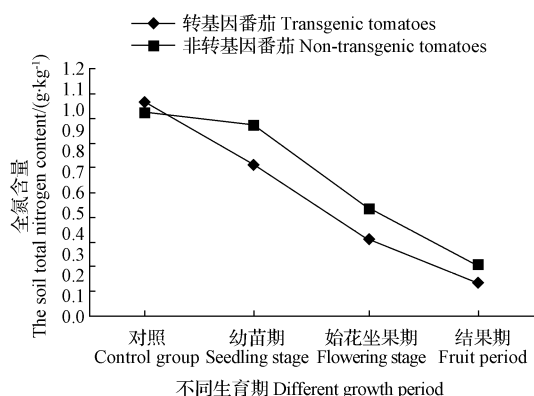


图6 转基因和非转基因番茄土壤全氮含量

Fig. 6 The soil total nitrogen content in different growth periods of transgenic and non-transgenic tomatoes

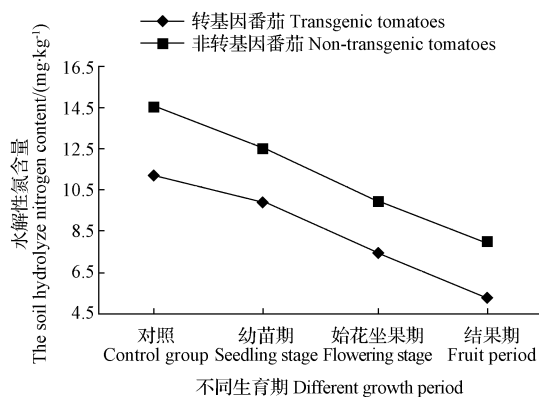


图7 转基因和非转基因番茄土壤水解性氮含量

Fig. 7 The soil hydrolyze nitrogen content in different growth periods of transgenic and non-transgenic tomatoes

番茄不同生长阶段土壤水解氮含量,由图7可知,种植2种番茄都会导致土壤水解氮含量持续降低。由表2可知,转基因与非转基因番茄各生长阶段土壤水解氮含量相对变化值差异不显著。

2.2.5 土壤速效钾含量特征 为了分析转基因番茄对土壤速效钾含量的影响,分别测定转基因和非转基因番茄不同生长阶段土壤速效钾含量,由图8可知,种植2种番茄都导致土壤速效钾含量持续降低。由表2可知,转基因与非转基因番茄各生长阶段土壤速效钾含量相对变化值差异不显著。

3 结论与讨论

转基因作物问世以来,其发展速度超乎人们所想,一方面转基因作物在解决许多国家粮食问题方面做出了巨大贡献,另一方面其快速发展所带来的环境、生态、食品安全问题也备受人们关注^[8]。转基因番茄在甘肃陇中地区的大棚温室广泛种植已有一段时间,但有关转

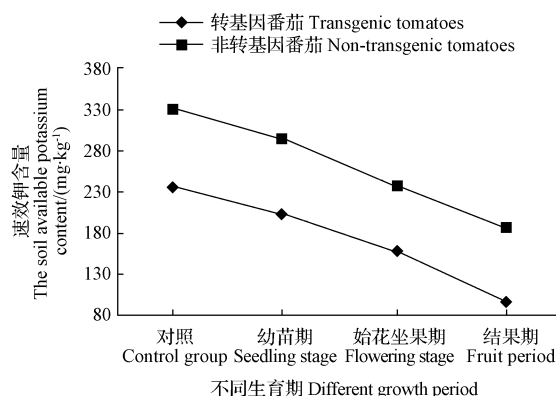


图8 转基因和非转基因番茄土壤速效钾含量

Fig. 8 The soil available potassium content in different growth periods of transgenic and non-transgenic tomatoes

基因番茄种植对土壤环境影响的研究鲜见报道,这将成为指导该区大棚温室合理选择经济作物的重要障碍。鉴于大棚温室小环境、高投资的局限性,较难实现轮作倒茬等保护性耕作。因此,选择对温室土壤环境破坏性较小的大棚作物是实现长期种植的前提。该研究将转基因和非转基因番茄同步比较,分析转基因番茄对温室土壤的影响。

在土壤理化性质中,pH值是最主要的性质之一,是决定植物生长的重要因素。种植不同的作物,会对土壤pH值产生一定的影响。在生产中,尽量选择对土壤pH值影响不大的作物,或者通过作物轮作倒茬来调整土壤pH值,以实现土壤的持续利用。愈元春等^[9]的研究发现,种植转基因棉花,采摘期会使土壤pH值有所升高。党辉^[10]研究发现,种植转基因玉米,随着玉米的生长,土壤pH值会有一定范围的降低。王忠华等^[11]研究发现,转Bt基因水稻克螺稻根际土壤pH值显著高于对照受体。该研究发现,温室种植转基因番茄,幼苗期会导致土壤pH值明显下降,以后会逐渐升高,最终使土壤pH值与对照值接近;而种植非转基因番茄,会导致土壤pH值持续下降。最终,转基因番茄土壤pH值相对减小值极显著小于非转基因番茄,说明转基因番茄对土壤pH值的改变不大,这与以往的对其它转基因作物的研究成果^[12-13]一致。

除pH值外,土壤水溶性盐总量和有机质含量也是土壤的重要理化性质。土壤盐分含量过高,便会出现盐渍化、盐碱化,不利于非耐盐植物的生长。该研究发现,转基因番茄土壤水溶盐的变化量在幼苗期、始花坐果期和结果期均极显著低于非转基因番茄。说明温室长期种植转基因番茄,会造成土壤盐分的减少。土壤有机质是保持土壤团粒结构的重要组成物,有机质含量较高的土壤具有较好的团粒结构,有利于吸收水分等营养物

质。颜世磊^[14]的研究发现,在玉米拔节期、抽丝期和乳熟期,种植转 Bt 玉米与非转玉米的土壤有机质含量差异显著,除乳熟期外,种植转 Bt 玉米的土壤有机质含量显著高于非转玉米。该研究发现,转基因与非转基因番茄各生长阶段土壤有机质含量相对变化值差异不显著。这与冷春龙^[15]对转基因抗虫面的研究结果一致。

氮、磷、钾是植物的三大营养元素。土壤中具有一定的氮、磷、钾是维持植物生长的基础。一般而言,通过植物生长,营养物质含量会有所降低。娜布其等^[16]研究发现,与常规棉相比,转双价(Bt/CpTI)棉的种植降低了土壤硝态氮的含量。魏霞^[17]的研究发现,种植转基因水稻,在成熟期、分蘖后期、采收后碱解氮含量呈现显著差异。该研究发现,温室种植转基因和非转基因番茄,氮、磷、钾含量均会逐渐降低。二者相比,除了转基因番茄在始花坐果期、结果期土壤全磷含量相对变化量分别显著、极显著小于非转基因番茄外,全氮、水解氮、速效磷、速效钾的含量均不存在差异。刘红梅等^[18]的研究也发现,与非转基因棉花相比,种植转基因棉花在不同生育期土壤全氮含量明显不同。在土壤磷素中,对植物生长起作用的主要是速效磷。因此,种植转基因番茄对土壤养分的影响与非转基因番茄是一致的。这与以往对其它作物的研究结果一致^[4,13,15,19]。

在甘肃陇中地区温室种植转基因番茄,与非转基因番茄相比,能够更加有利于保持土壤 pH 值的稳定,但会减少土壤中的盐分含量。对土壤其它理化性质和土壤养分的影响不存在差异。因此,该地区温室在适当调节土壤盐分含量、科学合理施肥的情况下,可适当年限地连续种植转基因番茄。

参考文献

- [1] 钱海丰,胡宝兰.转基因作物发展现状与生态安全性[J].现代化农业,2001(10):14-15.
- [2] 王小萱.全球转基因作物面积日益扩展,我国转基因作物发展机遇

几何[N].中国食品报,2011-3-21(3).

- [3] 黄永芬,汪清胤,付桂荣.美洲拟蝶抗冻蛋白基因(afp)导入番茄的研究[J].生物化学杂志,1997,13(4):418-422.
- [4] 孙彩霞,张玉兰,缪璐,等.转 Bt 基因作物种植对土壤养分含量的影响[J].应用生态学报,2006,17(5):943-946.
- [5] 袁红旭,张建中,郭建夫,等.种植转双价抗真菌基因水稻对根际微生物群落及酶活性的影响[J].土壤学报,2005,42(1):122-126.
- [6] 王建武,冯远娇,骆世明.Bt 玉米秸秆分解对土壤酶活性和土壤肥力的影响[J].应用生态学报,2005,16(3):524-528.
- [7] 陈丰.富含硫氨基酸转基因大豆对根际土壤元素含量和微生物群落多样性的影响[J].大豆科学,2012(4):259-265.
- [8] 刘继鹏.Bt 蛋白对水稻土反硝化作用和微生物多样性的影响[D].武汉:华中农业大学,2013.
- [9] 愈元春,冷春龙,舒洪波,等.转基因抗虫棉对土壤养分和酶活性的影响[J].南京林业大学学报,2011,35(5):21-24.
- [10] 党辉.抗旱转基因玉米开花期耐旱性鉴定及其土壤理化性质的安全性评价[D].重庆:重庆师范大学,2013.
- [11] 王忠华,王茜.Bt 水稻“克螟稻”稻米毒性评价研究初报[J].中国农业科学,2002,35(12):1487-1492.
- [12] 吴刚,李俊生,肖能文,等.转基因水稻对土壤理化性质的影响[J].湖北植保,2012(6):22-25.
- [13] 宋亚娜,苏军,陈睿,等.转 *cryIAC/cpti* 基因水稻对土壤酶活性和养分有效性的影响[J].生物安全学报,2011,20(3):243-248.
- [14] 颜世磊.转基因玉米对土壤微生物活性和肥力的影响[D].济南:山东师范大学,2011.
- [15] 冷春龙.转基因抗虫棉对土壤肥力质量的影响[D].南京:南京林业大学,2007.
- [16] 娜布其,赵建宁,李刚,等.转双价(Bt+CpTI)棉种植对土壤速效养分和酶活性的影响[J].农业环境科学学报,2011,30(5):930-937.
- [17] 魏霞.转 *cryIAb/c* 基因水稻对根际土壤微生物生态的影响研究[D].武汉:华中农业大学,2013.
- [18] 刘红梅,赵建宁,黄永春,等.种植转双价基因(Bt+CpTI)棉对主要土壤养分和酶活性的影响[J].棉花学报,2012,24(2):133-139.
- [19] 张美俊,杨武德.转基因棉种植对根际土壤生物学特性和养分含量的影响[J].植物营养与肥料学报,2008,14(1):162-166.
- [20] 王建武,冯远娇.种植 Bt 玉米对土壤微生物活性和肥力的影响[J].生态学报,2005,25(5):1213-1220.

Effect of Planting Transgenic Tomatoes on Soil Physicochemical Properties and Nutrient in Greenhouse

LI Hailing, CAO Xin, HA Siqimeige, SUN Wanhong

(Center of Experiment, Northwest University for Nationalities, Lanzhou, Gansu 730030)

Abstract: Taking greenhouses soil of planting non-transgenic tomatoes and transgenic tomatoes long-term in middle region of Gansu Province as tested materials, the greenhouses soils (0—20 cm) were collected respectively at seedling, flowering and fruiting stage of tomato, the physicochemical properties and nutrient of soils were compared between planting non-transgenic tomatoes and transgenic tomatoes. The results showed that in soil physicochemical properties, planting non-transgenic tomatoes, the soil pH value was declining during the whole growth period. And planting transgenic tomatoes, the soil pH value was declining during seeding period, but which was rising after seeding period and close to CK at the end of growth period. The relative variation of soil pH value of planting transgenic tomatoes was significantly ($P < 0.01$)

DOI:10.11937/bfyy.201520041

伊犁地区不同土地覆被对土壤酶活性的影响

崔 东, 罗青青, 闫俊杰

(伊犁师范学院 生物与地理科学学院, 新疆 伊宁 835000)

摘 要:选择伊犁河谷为研究区,采集不同土地覆被下的土壤样品,研究林地、耕地、园地、草地等4种不同土地覆被对土壤酶活性的影响。结果表明:不同土地覆被下,在0~60 cm的土壤深度中,土壤蔗糖酶、脲酶与过氧化氢酶这3种酶的活性随着土层深度增加都呈现出降低趋势,土壤蔗糖酶、脲酶、过氧化氢酶均表现为林地>耕地>园地>草地。通过不同土地覆被土壤酶活性与养分相关性分析,得出林地的脲酶活性与其有机质有极显著相关关系($P<0.01$);耕地和园地中的3种酶活性都与其有机质有极显著相关性($P<0.01$);草地中的蔗糖酶的活性与其养分有极显著相关性($P<0.01$)。

关键词:土地覆被;土壤酶活性;相关性

中图分类号:S 158.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)20-0164-05

土壤作为独立的历史自然体经过了漫长而复杂的地质历史过程,为植物的生长发育提供条件,为动物进行各种活动提供场所,是地球生态系统中重要的组成成分之一^[1]。土壤酶是土壤里一种拥有高效性、强催化能力的生物活性物质,主要源自土地中的微生物或部分动植物,也是其生化反应重要部分之一^[2]。酶具有专一性,种类繁多,通常被划分为水解酶类,裂解酶类等^[3]。土壤酶对生态系统有不可替代的重要功能,它是生物代谢动力的重要来源,并且和不同土地利用方式、物理化

学性质等联系十分紧密^[4]。土壤中土壤酶活性的高低,很大水平上表现出土壤所在地情况,由于酶对外部因素造成的环境改变较为灵敏,因此酶活性高低在某种水平上可以作为指示生态系统稳定与否的指标之一^[4]。该文研究伊犁河谷地区不同土地覆被对酶活性的影响,揭示不同土地覆被酶活性的变化趋势,为评价该地区土地覆被差异对土壤酶活性的变化提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于伊犁河谷地区,行政上位于新疆伊犁哈萨克自治州,东经 $80^{\circ}09'$ ~ $84^{\circ}56'$ 、北纬 $42^{\circ}14'$ ~ $44^{\circ}50'$ 。该样区的气候属温带大陆性气候,降水比较丰富,年平均气温在 10°C 左右,年平均日照数在2 898 h左右,无霜期较短为160 d左右。

第一作者简介:崔东(1984-),男,新疆乌鲁木齐人,硕士,讲师,现主要从事土壤地理与环境变化等方面的教学与科研等工作。E-mail: cuidongw@126.com.

基金项目:新疆维吾尔自治区高校科研计划资助项目(XJEDU2014S060)。

收稿日期:2015-05-19

below than planting non-transgenic tomatoes. Planting two kinds of tomatoes, the total amount of water soluble salt in soil was increasing at first but declining later. The relative variation of the total amount of water soluble salt in soil of planting transgenic tomato was significantly ($P<0.01$) below than planting non-transgenic tomatoes at seedling, flowering and fruiting stage. Planting two kinds of tomatoes, the soil organic matter content was decreasing continuously, and the differences of relative changes at each growth stage was not significant ($P>0.05$). In soil nutrient, planting two kinds of tomatoes, the content of total phosphorus, available phosphorus, total nitrogen, hydrolyze nitrogen, and available potassium was decreasing continuously. The difference of relative changes of planting transgenic tomato was significantly ($P<0.05$) and highly significantly ($P<0.01$) below than planting non-transgenic tomato at seedling and fruiting stage, respectively. Except the differences of relative changes of soil nutrient at each growth stage were not significant ($P>0.05$). It suggested that the greenhouses in this region could continuously plant transgenic tomato in few years under the condition of appropriate adjusting the soil salt content and scientific fertilizing.

Keywords: tomato; transgenic plant; soil physicochemical properties; soil nutrient