

陶 波,王小琴,李相全,等. 转基因大豆秸秆还田对土壤酶活性的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(7):503-505.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.07.143

# 转基因大豆秸秆还田对土壤酶活性的影响

陶 波<sup>1</sup>,王小琴<sup>1</sup>,李相全<sup>1</sup>,邱丽娟<sup>2</sup>

(1. 东北农业大学农学院,黑龙江哈尔滨 150030; 2. 中国农业科学院作物科学研究所,北京 100081)

**摘要:**秸秆还田是有效利用秸秆资源的重要途径。转基因大豆转入的目的基因及表达蛋白可通过根系分泌物和植株残体 2 种方式在土壤中富集,从而导致土壤中酶活性的变化。通过利用生物学试验方法,研究抗草甘膦转基因大豆呼交 06-698 及其非转基因亲本蒙豆 12 不同量秸秆还田后对土壤酶活性的影响。结果表明:在秸秆还田初期土壤脲酶、脱氢酶、蔗糖酶活性基本表现为亲本秸秆还田 > 转基因大豆秸秆还田 > 秸秆未还田,并在个别时期差异达显著水平,但 45 d 后土壤脲酶、脱氢酶、蔗糖酶活性均与亲本差异不显著。同时,不同还田量之间土壤酶活性也存在一定差异,秸秆还田量越大,土壤酶活性变化越大。

**关键词:**抗草甘膦转基因大豆;秸秆还田;脲酶;脱氢酶;蔗糖酶

**中图分类号:** S154.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)07-0503-03

自从 1996 年第一个转基因植物的商品化种植距今已经 20 年,这 20 年中,全球种植转基因植物的面积每年都有显著的增加。根据国际农业生物技术应用服务组织 (ISAAA) 2015 年发布报告称,全球转基因作物种植面积从 1996 年的 170 万  $\text{hm}^2$  增长到 2014 年的 1.815 亿  $\text{hm}^2$ 。农作物的秸秆含有丰富的碳、氮、磷、钾等作物生长必需的营养元素<sup>[1]</sup>,秸秆还田作为现代农业生产过程中的一项重要技术,是改善农田生态环境、发展有机可持续农业的有效途径<sup>[2]</sup>。

伴随着转基因作物在全球范围内大面积种植,转基因作物的生态安全也逐渐进入人们的视线。转基因作物对土壤微生物生态安全性的影响可以是外源导入基因表达蛋白对非靶标土壤微生物的直接影响,也可以是因外源基因导入而导致的植物根系分泌物组分变化或因转基因作物种植导致的耕作制度变化引起的间接影响<sup>[3]</sup>。国内外已有较多文献报道了土壤微生物在秸秆腐解和营养元素释放过程中的作用<sup>[4]</sup>。目前针对转基因作物秸秆还田的研究主要集中在玉米和水稻上,颜世磊等研究表明,转 *Bt* 基因玉米秸秆还田的土壤中,脲酶、蔗糖酶和蛋白酶的活性明显增强,而酸性磷酸酶活性则没有什么明显的改变<sup>[5]</sup>。王建武等也对转基因玉米及常规同源玉米秸秆分解后的土壤酶活性变化进行分析,指出与常规同源玉米相比较,转 *Bt* 基因玉米秸秆分解后的某些时间段内显著地提高或降低了土壤脲酶、蔗糖酶、脱氢酶的活性,且不同玉米品种对土壤酶活性的影响不同<sup>[6]</sup>。吴伟祥等则对不同生育期的转 *Bt* 基因螟稻淹水土壤中酶的活性进行了研究,发现相同时期的转基因水稻与其亲本相比对土壤脱氢酶活性的影响非常显著,不同生育期转基因水稻秸秆对脱氢酶的作用效果差异也很明显<sup>[7]</sup>。关于转基因大豆秸秆还田的研究还未见报道。

本研究采用生物试验的方法,以抗草甘膦转基因大豆及其受体为试材,针对抗草甘膦转基因大豆的植株残体,探讨其秸秆还田对农田生态系统的影响,以期建立起系统的环境安全评价体系,为我国转基因大豆商业化提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

供试大豆由中国农业科学院作物科学研究所提供,品种为抗草甘膦转基因大豆呼交 06-698 及其亲本受体蒙豆 12。秸秆还田土壤本底值为:有机质 0.81%,全氮 0.73 g/kg,速效钾 113.21 mg/kg,速效磷 31.27 mg/kg,pH 值 7.18。

### 1.2 试验设计

以转基因大豆呼交 06-698 及其亲本蒙豆 12 为试验材料,种植于东北农业大学转基因试验基地。除草方式为人工除草,秸秆取成熟期大豆地上部分。以秸秆心土还田方式,设秸秆不还田、0.5 倍还田、1.0 倍还田、2.0 倍还田 4 个处理,每个处理 3 次重复。在 500 mL 广口瓶中装入风干土 150 g,土壤取自材料种植基地,室温下风干。0.5 倍还田处理的秸秆还田量为 4 g(6.25 t/ $\text{hm}^2$ ),1.0 倍还田处理的秸秆还田量为 8 g(12.50 t/ $\text{hm}^2$ ),2.0 倍还田处理的秸秆还田量为 16 g(25.00 t/ $\text{hm}^2$ ),用封口膜封口,在培养箱中 25 ℃ 培养,分别于 15、30、45、60、75、90 d 取出土样,分析土壤酶活性。

### 1.3 测定项目与方法

利用靛酚比色法<sup>[8]</sup>测定脲酶活性;利用 TTC 分光光度法<sup>[8]</sup>测定土壤脱氢酶活性;利用 3,5-二硝基水杨酸法<sup>[8]</sup>测定土壤蔗糖酶活性。土壤酶活性测定全部采用过 1 mm 筛的风干土壤,每种活性测定时均做标准曲线和无土对照、无基质对照试验。

### 1.4 数据分析

试验数据经 Excel 2007 整理后,应用 SAS 9.1 软件进行方差分析,采用 Duacan's 测验方法进行 5% 水平差异显著性分析。

收稿日期:2016-03-18

基金项目:国家转基因生物新品种培育重大专项(编号:2013ZX08004-001)。

通信作者简介:陶 波(1963—),男,教授,博士生导师,主要从事除草剂生物化学及应用技术研究。E-mail:botaol@163.com。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同秸秆还田量对土壤脲酶活性的影响

脲酶是土壤中主要酶类之一,是一种广泛存在于细菌、真菌和高等植物中的酰胺酶,在尿素转化过程中起关键作用;另外,脲酶还与土壤有机质含量、微生物数量关系密切,其活性的高低反映了土壤的供氮水平<sup>[9-11]</sup>。由图1可见,不同秸秆还田量下,转基因大豆及其亲本土壤脲酶活性波动趋势相似,整体上转基因大豆及其亲本还田土壤脲酶活性均不同程度高

于未还田土壤,转基因大豆秸秆还田土壤脲酶活性略低于亲本,在个别时期差异显著。经方差分析可知,0.5倍秸秆还田量下,非转基因大豆还田土壤脲酶活性在45 d时显著高于转基因大豆;1.0倍秸秆还田量下,非转基因大豆还田土壤脲酶活性在15 d时显著高于转基因大豆;2.0倍秸秆还田量下,非转基因大豆还田土壤脲酶活性在15 d和45 d时显著高于转基因大豆;在0~90 d内,转基因大豆及其亲本土壤脲酶活性的差异大多出现在还田初期,45 d后二者还田对土壤脲酶活性的影响基本一致。

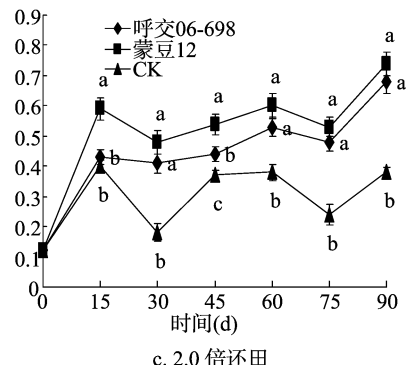
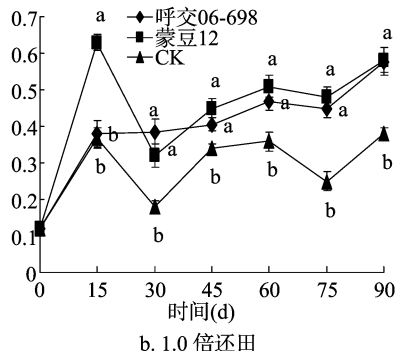
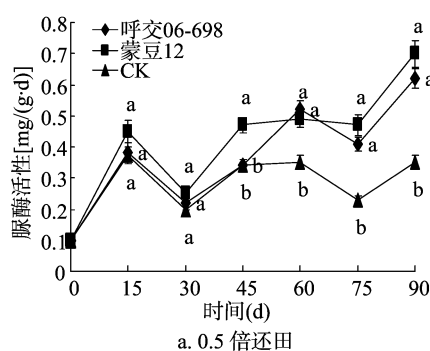


图1 转基因大豆及其亲本秸秆还田对土壤脲酶活性的影响

### 2.2 不同秸秆还田量对土壤脱氢酶活性的影响

土壤脱氢酶是一种重要的氧化还原酶,能从基质中析出氢或氢供体进行氧化反应,反映土壤微生物新城代谢的整体活性,可作为微生物氧化还原能力指标<sup>[12]</sup>。由图2可见,不同秸秆还田量转基因大豆及其亲本土壤脱氢酶活性波动趋势相似,整体上转基因大豆及其亲本还田土壤脱氢酶活性均不同程度高于未还田土壤,转基因大豆还田土壤脱氢酶活性略

低于亲本,在个别时期差异显著。经方差分析可知,0.5倍、2.0倍秸秆还田量下,非转基因大豆还田土壤脱氢酶活性在15 d和30 d显著高于转基因大豆;1.0倍秸秆还田量下,非转基因大豆还田土壤脱氢酶活性在15 d和45 d显著高于转基因大豆;在0~90 d内,转基因大豆及其亲本土壤脱氢酶活性的差异大多出现在还田初期,45 d后二者还田对土壤脱氢酶活性的影响基本一致。

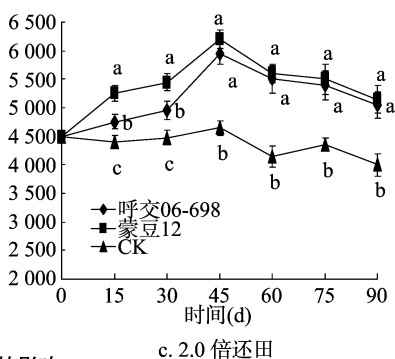
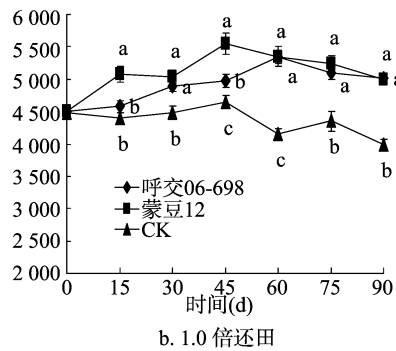
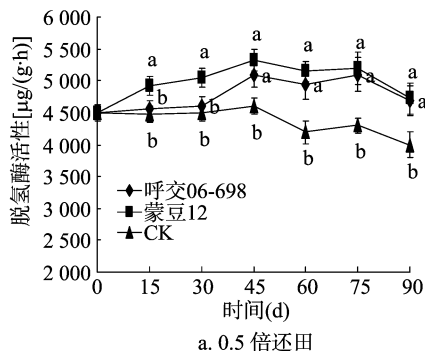


图2 转基因大豆及其亲本秸秆还田对土壤脱氢酶活性的影响

### 2.3 不同秸秆还田量对土壤蔗糖酶活性的影响

蔗糖酶是参与土壤有机碳循环的酶,是衡量土壤肥力的重要指标之一,正常情况下,肥力较好、有机质含量较高的土壤,蔗糖酶活性也较高<sup>[13]</sup>。由图3可见,不同秸秆还田量转基因大豆及其亲本土壤蔗糖酶活性波动趋势相似,整体上转基因大豆及其亲本还田土壤蔗糖酶活性均不同程度高于未还田土壤,转基因大豆秸秆还田土壤蔗糖酶活性低于亲本,在个别时期差异显著。经方差分析可知,0.5倍、1.0倍秸秆还田量下,非转基因大豆还田土壤蔗糖酶活性在15 d和30 d显著高于转基因大豆;2.0倍秸秆还田量下,非转基因大豆还田土壤蔗糖酶活性在15~45 d显著高于转基因大豆;在0~90 d

内,转基因大豆及其亲本土壤蔗糖酶活性的差异大多出现在还田初期,45 d后二者还田对土壤蔗糖酶活性的影响基本一致。

## 3 讨论

转基因作物影响土壤微环境的途径分2种:一是转基因作物转入的目的基因的表达蛋白或其根部分泌产物直接对土壤微环境的影响;二是转基因作物残枝落叶或其转入的目的基因表达蛋白的富集与降解导致土壤微生物种类及数目的改变,从而造成土壤酶活性也产生新的变化<sup>[14-15]</sup>。有研究证明转基因作物植株残体可使Bt蛋白残留在土壤中,需要数周才

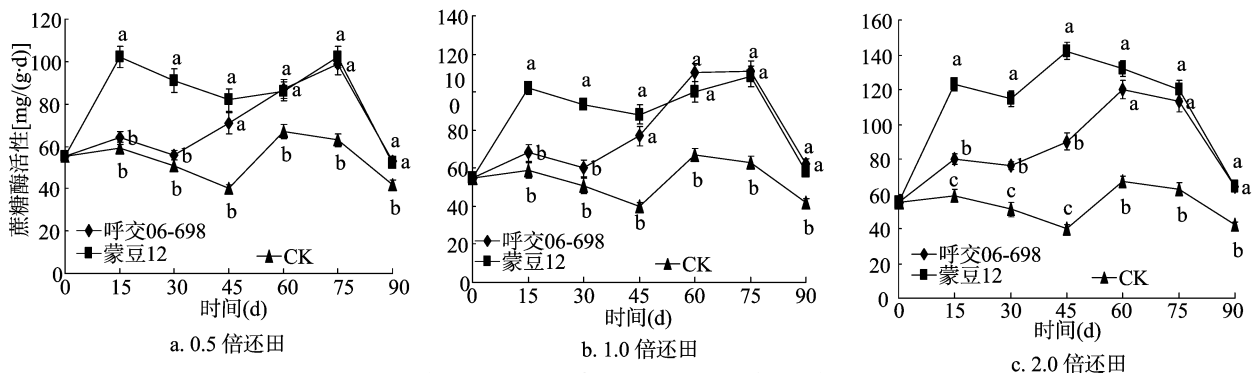


图3 转基因大豆及其亲本秸秆还田对土壤蔗糖酶活性的影响

能完全降解,并且在特定的条件下 Bt 蛋白的活性可保持 200 d<sup>[16]</sup>。因此,研究转基因作物秸秆还田对土壤生态环境所带来的影响,有利于更好的维持土壤生态的平衡。

本研究探讨不同秸秆还田量下抗草甘膦转基因大豆对土壤脲酶、蔗糖酶、脱氢酶活性的影响,结果表明,转基因大豆及其亲本与对照土壤相比,秸秆还田后土壤酶活性显著提高,并随着还田量的增加,提高幅度增大,这与颜世磊等的研究结果<sup>[5]</sup>相似。而整体上转基因大豆与其亲本相比,秸秆还田对土壤酶活性的影响在 0~45 d 内个别时间段存在显著性差异,45 d 后二者土壤酶活性的差异逐渐消失。造成二者差异的原因,初步推断可能与转基因大豆及其亲本秸秆自身在土壤中的降解规律差异有关。笔者在对抗草甘膦转基因大豆植株残体的降解规律研究时发现,相同培养条件下抗草甘膦转基因大豆及其亲本的叶片和豆荚的降解率,在 0~49 d 内个别时间段存在显著性差异,这与本研究秸秆还田对土壤酶活性影响的研究结果相符。而且相关研究还得出,不同大豆品种秸秆在土壤中的降解规律也存在很大的差异,可能导致秸秆还田土壤环境的差异,这与王建武等得出的不同品种转基因玉米秸秆降解对土壤酶活性影响存在差异的研究结果<sup>[6]</sup>相符,间接地证实了本研究的推断。但抗草甘膦转基因大豆秸秆还田对土壤酶活性的影响是短时间的,是否会对农田土壤环境造成负面影响,仍需进一步研究。

#### 4 结论

在秸秆还田初期土壤酶活性表现为亲本秸秆还田 > 转基因大豆秸秆还田 > 秸秆未还田,并在个别时期差异达显著水平,但 45 d 后土壤酶活性与亲本差异不显著。不同还田量之间土壤酶活性存在一定差异,秸秆还田量越大,土壤酶活性变化越大。

#### 参考文献:

[1] 周鸣铮. 土壤肥力概论[M]. 杭州:浙江科学技术出版社,1985:

118-154.

- [2] 孙星,刘勤,王德建,等. 长期秸秆还田对土壤肥力质量的影响[J]. 土壤,2007(5):782-786.
- [3] 张艳军,谢明,彭德良. 转基因作物对土壤微生物的影响[J]. 应用生态学报,2013,24(9):2685-2690.
- [4] 伍玉鹏,彭其安,Shaaban M,等. 秸秆还田对土壤微生物影响的研究进展[J]. 中国农学通报,2014,30(29):175-183.
- [5] 颜世磊,赵蕾,孙红炜,等. 大田环境下转 Bt 基因玉米对土壤酶活性的影响[J]. 生态学报,2011,31(15):4244-4250.
- [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] 吴伟祥,叶庆富,闵航. 不同生长期转 Bt 基因水稻秸秆还土对淹水土壤酶活性的影响[J]. 生态学报,2003,23(11):2353-2358.
- [8] 关松荫,郑洪元. 土壤酶及其研究法[M]. 北京:农业出版社,1986.
- [9] Alef K, Nannipieri P. Methods in applied soil microbiology and biochemistry[M]. New York:Academic Press,1995.
- [10] 周礼凯,张志明. 土壤酶的测定方法[J]. 土壤通报,1980,11(5):37-38.
- [11] 张宇,赵长山,丁伟. 不同长残留除草剂对大豆根际土壤脲酶活性的影响[J]. 大豆科学,2007,26(5):781-783.
- [12] 邸宏,周成生,曾兴,等. 转 BADH 基因耐盐碱玉米对根际土壤酶活性的影响[J]. 东北农业大学学报,2014,45(4):25-29.
- [13] 郑秋颖,周连仁,赵红. 坡耕地不同保护性耕作措施对土壤酶活性的影响[J]. 东北农业大学学报,2012,43(5):122-125.
- [14] 陈振华,陈利军,王志杰. 转基因作物对土壤生物学特性的影响[J]. 土壤通报,2008,39(4):971-976.
- [15] 娜布其,红雨,杨殿林,等. 利用根箱法解析转双价(Bt + CpTI)基因棉花对土壤微生物数量及细菌多样性的影响[J]. 棉花学报,2011,23(2):160-166.
- [16] Saxena D, Flores S, Stotzy G. Transgenic plants; insecticidal toxin in root exudates from Bt corn[J]. Nature,1999,402(6761):480.