

# 不同耕作措施对土壤水解酶活性的影响

张 冰,董守坤,孙聪姝,龚振平,刘丽君

(东北农业大学 农学院,黑龙江 哈尔滨 150030)

**摘要:**以龙原 288 为材料,采用 4 种耕作方式,在玉米生育的关键时期,通过对 3 种土壤水解酶——蛋白酶、脲酶、转化酶活性的测定,研究不同耕作方式对土壤水解酶活性的影响及其与玉米生长发育间的相关关系。结果表明:土壤酶活性与玉米生长发育密切相关,与翻耕处理相比,少免耕处理能有效提高土壤水解酶活性;在促进土壤水解酶协调性方面,免耕处理表现出明显优势。

**关键词:**耕作措施;土壤水解酶;蛋白酶;脲酶;转化酶

**中图分类号:**S34

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2010)11-0027-03

土壤酶活性作为土壤肥力、土壤质量及土壤健康的重要指标,在不同管理条件下,与土壤状况相一致<sup>[1]</sup>,且对于耕作及种植制度引起的土壤变化非常敏感,能在土壤养分被有效测定之前反映土壤质量的改变<sup>[2-7]</sup>。土壤酶主要来自微生物、动物和植物细胞,包括存在于活细胞中的胞内酶和存在于土壤溶液或吸附在土壤颗粒表面的胞外酶,主要包括水解酶、氧化还原酶、转移酶和裂解酶四大类<sup>[8]</sup>。在反映土壤有机质分解及营养转换方面,水解酶活性变化更为明显<sup>[9]</sup>。近年来,水解酶的测定,已经被广泛应用于对土壤中 C、N、P、S 等养分循环过程的研究<sup>[4]</sup>。

该试验采用当地主栽玉米品种——龙原 288,比较研究了 4 种耕作方式对土壤水解酶活性的影响,试图从土壤生物学肥力方面探讨采取少免耕及秸秆还田后,玉米生长发育与土壤水解酶活性间的关系,旨在为作物提供绿色高产的土壤生物学环境,为促进资源良性循环等提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

试验以当地主栽品种龙原 288 为材料,于 2009 年 4 月在东北农业大学植物学实验实习基地进行。在保护性耕作下,自 2007 年开始定位实

施,设置了 4 种耕作方式:翻耕、免耕、覆盖免耕、少耕,以翻耕为对照,每种方式 3 次重复,每区 0.3 hm<sup>2</sup>。种植制度为大豆—玉米—玉米轮作方式。2009 年 4 月 28 日播种玉米,使用东北农业大学研制的 2BM-2 免耕播种机一次性完成播种、施肥、镇压,保苗 6 万株·hm<sup>-2</sup>,9 月 26 日收获。具体处理方式见表 1。

表 1 试验处理

处理	具体方式
翻耕 (CK)	玉米人工收获后,秋季翻耕起垄越冬,春季垄上播种,6 月 13 日垄沟深松,6 月 25 日中耕培土 1 次。
免耕 (NT)	玉米人工收获留 10~15 cm 残茬越冬,春季原垄免耕播种。
覆盖免耕 (NTS)	玉米人工收获留 10~15 cm 残茬,并将玉米秸秆铡成 10~20 cm 段,全量、均匀覆盖还田越冬,春季原垄免耕播种。
少耕 (MT)	玉米人工收获留 10~15 cm 残茬越冬,春季原垄免耕播种,6 月 13 日垄沟深松,6 月 25 日中耕培土 1 次。

### 1.2 土样采集和测定项目

分别于玉米播种期、扬花吐丝期、蜡熟期、收获期取土样。每个处理随机取 5 个点,取土深度 0~20 cm,剔除石块、植物残根等杂物,混合装袋带回实验室,样品经风干后研磨,过 1 mm 筛待测。

采用比色法分别对蛋白酶、脲酶、转化酶进行测定。蛋白酶以 1 g 干土中生成的酪氨酸的 mg 表示;脲酶以 1 g 干土中生成的 NH<sub>3</sub>-N 的量(μg)表示;转化酶以 1 g 干土中生成的葡萄糖的量(μg)表示<sup>[4]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同耕作措施对土壤蛋白酶活性的影响

由图 1 可看出,从播种期至收获期,少耕处理土壤蛋白酶活性整体趋于平稳;免耕与覆盖免耕

收稿日期:2010-07-11

基金项目:国家“十一五”科技支撑计划资助项目(2007BAD89B05-02-03)

第一作者简介:张冰(1984-),女,黑龙江省龙江县人,在读硕士,从事大豆栽培生理学研究。E-mail: zb5826213@163.com。

通讯作者:刘丽君(1971-),女,黑龙江省宝清县人,博士,副教授,从事大豆生理研究。E-mail: liulijun281021@163.com。

变化规律一致,表现为升—降—升的变化趋势,翻耕处理下蛋白酶活性表现为播种期至蜡熟期持续下降,至收获期活性才有所上升,略高于覆盖免耕和少耕,而免耕处理下蛋白酶活性最高;在玉米播种期,翻耕下土壤蛋白酶活性最高,但随着作物生长对养分需求量的增加,免耕、覆盖免耕及少耕3种保护性耕作方式下的土壤蛋白酶活性在扬花吐丝期及蜡熟期均高于翻耕处理,可见土壤酶活性变化与作物生长密切相关,且保护性耕作下土壤酶蛋白酶活性一般在作物生育旺盛时期可出现高峰,这与张星杰<sup>[10]</sup>及宋日<sup>[11]</sup>的研究结果相一致。由于蛋白酶活性受环境条件影响较大<sup>[12]</sup>,在土壤氮素循环中,蛋白酶起着核心作用<sup>[13]</sup>,蛋白酶活性的高低代表蛋白质分解过程的强弱,显然少免耕处理更有利于土壤蛋白酶活性的提高,能在作物需养关键时期提供更多养分。

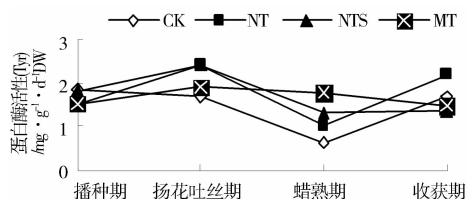


图1 不同生育时期土壤蛋白酶活性

## 2.2 不同耕作措施对脲酶活性的影响

脲酶是土壤中唯一对尿素的转化具有重大影响的酶,且与土壤肥力及有机质含量关系密切。从图2看出,随玉米的生长发育,脲酶与蛋白酶活性表现出相似规律,即各处理在扬花吐丝期,脲酶活性有一个小幅度的上升,到蜡熟期略有下降,至成熟期又有一个小幅度上升。播种期至收获期,翻耕处理下,脲酶活性趋于平稳;少耕与免耕下脲酶活性变化趋势一致,表现为播种期脲酶活性低于翻耕处理,这可能与少(免)耕条件下土壤紧实度高有关,而收获期脲酶活性均高于翻耕;扬花吐丝期是玉米生长较旺盛的时期,吸收养分也较多,覆盖免耕处理在扬花吐丝期脲酶活性出现一个峰值,且在各处理下达到最高水平,说明覆盖免耕能有效提高玉米关键生育期脲酶活性。相关研究表

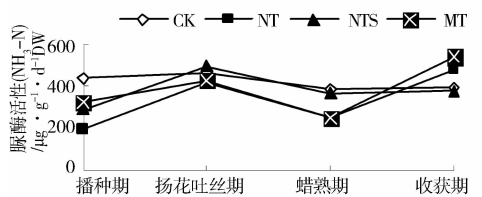


图2 不同生育时期土壤脲酶活性

明,向土壤中添加作物残渣等有机物料,能显著提高土壤中的脲酶活性<sup>[14]</sup>。由于免耕覆盖处理可以给土壤留下大量的有机质,另外,较高的土壤含水量及良好的土壤透气性都为较高的土壤脲酶活性奠定了基础<sup>[15]</sup>。

## 2.3 不同耕作措施对转化酶活性的影响

由图3可知,播种期至收获期,免耕及翻耕处理下土壤转化酶表现为小幅度持续上升,且免耕下土壤转化酶活性始终高于翻耕处理;覆盖免耕以及少耕处理下,土壤转化酶活性变化趋势一致,均表现为播种期至蜡熟期持续上升,到达收获期时,土壤转化酶活性略有下降;在玉米生育关键时期——扬花吐丝期,覆盖免耕处理下,转化酶活性最高,可能是由于秸秆分解作用刺激了土壤蔗糖酶活性,这与王建武<sup>[16]</sup>研究结果一致。由于土壤蔗糖酶的强弱反映了土壤熟化程度和肥力水平<sup>[14]</sup>,因此,覆盖免耕在有效提高土壤转化酶活性的同时,能促进碳水化合物的转化,有利于土壤C循环,可为植物和微生物提供更多的营养源。

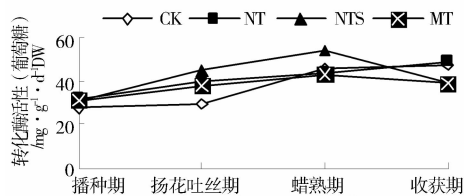


图3 不同生育时期土壤转化酶活性

## 2.4 酶相关性分析

由相关性分析可知,翻耕条件下,除蛋白酶与脲酶呈现正相关以外,蛋白酶与转化酶以及脲酶与转化酶均呈负相关,且脲酶与转化酶呈极显著负相关,说明翻耕条件下不利于提高酶活性;免耕条件下各酶之间,均呈现正相关关系,其中蛋白酶与脲酶达到显著正相关;覆盖免耕条件下,蛋白酶与脲酶、转化酶间呈现负相关关系,脲酶与转化酶呈正相关关系;少耕条件下,脲酶与蛋白酶、转化酶之间呈现负相关关系,蛋白酶与转化酶间呈现正相关关系。比较而言,免耕条件利于提高蛋白酶、脲酶以及转化酶间的相关性,更有利于养分的供给与转化。

表2 不同处理下酶相关系数

系数	CK	NT	NTS	MT
r1	0.6447	0.8289 *	-0.598	-0.3489
r2	-0.5987	0.1682	-0.2207	0.4353
r3	-0.9366 * *	0.6898	0.4747	-0.0854

注:r1为蛋白酶与脲酶的相关系数;r2为蛋白酶与转化酶的相关系数;r3为脲酶与转化酶的相关系数。

### 3 结论

土壤水解酶活性与玉米生长发育密切相关,研究发现与翻耕处理相比,在玉米生育关键时期——扬花吐丝期及蜡熟期,少(免)耕及覆盖免耕在提高土壤水解酶活性方面均表现出不同程度的优势。

在促进蛋白酶、脲酶及转化酶等协调作用方面,相对于其它 3 种耕作方式,免耕处理表现出明显优势,免耕条件下不仅提高了 3 种土壤水解酶活性,而且使 3 种水解酶的协调性增加,从而有利于实现养分的良性循环,可以为作物生长发育提供良好基础。

免耕与少耕处理下,在各时期蛋白酶与脲酶活性表现基本一致,少(免)耕处理差异不明显。因此以少耕为基础,适当的土壤扰动不会对土壤水解酶活性提高造成不利影响。

#### 参考文献:

- [1] Puglisi E. Development and validation of numerical indexes integrating enzyme activities of soils[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 2006, 38: 1673-1681.
- [2] Kandeler E, Tschirko D, Spiegel H. Long term monitoring of microbial biomass, N mineralization and enzyme activities of a Chernozem under different tillage management[J]. *Biol. Fertil. Soils*, 1999, 28: 343-351.
- [3] Acosta-Mart'nez V, Tabatabai M A. Tillage and residue management effects on arylamidase activity in soils[J]. *Biol Fertil. Soils*, 2001, 34: 21-24.
- [4] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1986.
- [5] Klose S, Moore J M, Tabatabai M A. Arylsulfatase activity of microbial biomass in soils as affected by cropping systems[J]. *Biol. Fertil. Soils*, 1999, 29: 46-54.
- [6] Ndiaye E L, Sandeno J M, McGrath D, et al. Integrative biological indicators for detecting change in soil quality[J]. *Am. J. Alter. Agric.*, 2000, 15: 26-36.
- [7] Ekenler M, Tabatabai M A. b-Glucosaminidase activity of soils: effect of cropping systems and its relationship to nitrogen mineralization [J]. *Biol. Fertil. Soils*, 2002, 36: 367-376.
- [8] 吴金水, 林启美, 黄巧云, 等. 土壤微生物生物量测定方法及其应用[M]. 北京: 气象出版社, 2006.
- [9] Vero'nica Acosta-Mart'nez. Enzyme activities as affected by soil properties and land use in a tropical watershed [J]. *Applied Soil Ecology*, 2007, 35: 35-45.
- [10] 张星杰. 保护性耕作对旱作玉米土壤微生物和酶活性的影响[J]. *玉米科学*, 2008, 16(1): 91-95, 100.
- [11] 宋日, 吴春胜, 牟金明, 等. 玉米根茬留田对土壤微生物量碳和酶活性动态变化特征的影响[J]. *应用生态学报*, 2002, 13(3): 303-306.
- [12] Han W, He M. Short-term effects of exogenous protease application on soil fertility with rice straw incorporation[J]. *European Journal of Soil Biology*, 2010, 46: 144-150.
- [13] Daniel Geisseler, William R H. Regulation of extracellular protease activity in soil in response to different sources and concentrations of nitrogen and carbon[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 2008, 40: 3040-3048.
- [14] 曹慧, 孙辉, 杨浩, 等. 土壤酶活性及其对土壤质量的指示研究进展[J]. *应用与环境生物学报*, 2003, 9(1): 105-109.
- [15] 魏占彬, 李春霞, 李友军, 等. 豫西地区不同耕作方式对夏玉米生育期内土壤酶活性的影响[J]. *安徽农学通报*, 2009, 15(16): 42-43, 53.
- [16] 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.

## Effects of Different Tillage Measures on Soil Hydrolase Activity

ZHANG Bing, DONG Shou-kun, SUN Cong-shu, GONG Zhen-ping, LIU Li-jun

(Agronomy College of Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030)

**Abstract:** Taking Longyuan 288 as materials, using four tillage measures to study the effects of different tillage measures on soil hydrolase activity and the relationship between soil hydrolase activity and growth and development of maize by soil hydrolase activity-protease activity, urease activity, invertase activity during the key period of maize growth. The results showed that: soil hydrolase activity was related with growth and development of maize, and compared with plowing treatment, minimum tillage and no-tillage treatment could improve the soil hydrolase activity; On the coordination of increasing soil hydrolase activity, no-tillage treatment showed obvious advantages.

**Key words:** tillage measures; soil hydrolase activity; protease activity; urease activity; invertase activity