

秸秆还田与耕作方式对土壤酶活性动态变化的影响

李春霞^{1,2}, 陈 阜^{1*}, 王俊忠³, 李友军², 付国占², 陈明灿²

(1. 中国农业大学农学与生物技术学院, 北京 100094; 2. 河南科技大学农学院, 河南 洛阳 471003;

3. 河南省农业技术推广总站, 河南 郑州 453000)

摘要: 为研究土壤酶活性在不同耕作措施下随作物生长的动态变化, 于小麦、玉米生育期内测定了关键生育时期各处理的土壤酶活性, 结果表明: 随着作物的生长, 秸秆不还田深翻、秸秆还田深翻、秸秆还田旋耕处理的过氧化氢酶活性均呈先升后降趋势; 磷酸酶活性在小麦生育期内呈现先降后升的趋势, 而在玉米生育期内则呈上升趋势; 转化酶活性在小麦生育期内呈上升趋势, 而在玉米生育期内则表现为先升后降。深耕秸秆还田处理和旋耕秸秆还田处理能提高磷酸酶和转化酶活性, 过氧化氢酶活性在作物同一关键生育期内, 各处理间没有明显差异。

关键词: 土壤酶; 活性; 小麦; 玉米; 秸秆还田

中图分类号: S141.4, S341.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2006)11-0068-03

土壤酶在土壤生态系统的物质循环和能量转化中起着非常重要的作用, 它催化土壤中的一切生物化学反应, 其活性大小是土壤肥力的重要标志^[1], 反映土壤中各种生物化学过程的强度和方向^[2]。关于土壤酶活性与肥力的关系、秸秆还田对土壤酶活性的影响已有不少报道, 但主要集中在水稻和玉米上^[3~12]。对高产田秸秆还田后, 土壤酶活性的变化情况报道的较少, 尤其是对高产田秸秆还田后, 小麦—玉米两熟制模式下, 土壤酶活性随作物生长变化情况的报道就更少。本试验主要研究了粮食主产区, 高产田秸秆还田后, 小麦—玉米两熟制模式下, 不同耕作措施的田块内小麦、玉米生育期间土壤酶

活性随作物生长的动态变化规律, 对进一步研究土壤酶活性与作物生长的相关性以及合理的轮作模式有重要的意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料与设计

试验地设在河南省修武县大梁庄村, 种植制度为冬小麦—夏玉米一年两熟制。试验区机械化秸秆还田已实行 4 年, 土壤类型为壤土, 供试品种小麦为温麦新系(半冬性), 玉米为郑单 958。试验设 3 个处理, 每个处理的面积为 0.3hm²。(1) 秸秆不还田深翻(pb), 即对照, 玉米人工收获后, 将秸秆运出,

收稿日期: 2006-05-31

基金项目: 国家重大科技专项资助项目(2004BA520A14)

作者简介: 李春霞(1969-), 女, 河南宜阳人, 讲师, 硕士, 主要从事土壤耕作方面的教学与科研工作。

通讯作者: 陈 阜(1964-), 男, 山西浑源人, 教授, 博士, 主要从事农作制度研究。

- [4] Tiquia S M, Tam N F Y, Hodgkiss I J. Microbial activities during composting of spent pig manure sawdust litter at different moisture contents[J]. Bioresource Technology, 1996, 55: 201-206.
- [5] 李艳霞, 王敏健, 王菊思. 有机固体废弃物堆肥的腐熟度参数及指标[J]. 环境科学, 1999, 20(2): 98-103.
- [6] Wang P, Changa C M, Watson M E, et al. Maturity indices for composted dairy and pig manures[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2004, 36: 767-776.
- [7] 黄国锋, 吴启堂, 孟庆强, 等. 猪粪堆肥化处理的物质变化及腐熟度评价[J]. 华南农业大学学报, 2002, 23(3):

1-4.

- [8] Fang M, Wong J W C. Effects of lime amendment on availability of heavy metals and maturation in sewage sludge composting[J]. Environmental Pollution, 1999, 106: 83-89.
- [9] Tiquia S M, Tam N F Y, Hodgkiss I J. Effect of composting on phytotoxicity of spent pig manure sawdust litter[J]. Environ Pollut, 1996, 93: 249-256.
- [10] Zucconi F, Forte M, Monac A, et al. Biological evaluation of compost maturity[J]. Biocycle, 1981, 22: 27-29.

用双犁深翻后,耙平、打畦,用河北生产的“农哈哈”播种机等行距播种小麦;(2)秸秆还田深翻(ph),玉米人工收获后,用德州产的秸秆还田机,把玉米秸秆切碎2遍后,用双犁深翻后耙地、打畦,用河北产“农哈哈”小麦播种机等行播种;(3)秸秆还田旋耕(rh),玉米人工收获后,用德州产秸秆还田机把玉米秸秆切碎2遍后,用旋耕耙旋耕2次,用河北产“农哈哈”小麦播种机等行播种。

小麦播期为2004年10月10日。每公顷施济源生产的丰田牌复合肥(N:P₂O₅:K₂O=18:16:6)750kg,在整地前撒施。整个试验实行统一管理,2004年12月8日定苗,172.5万/hm²基本苗。2005年3月29日~4月1日浇水一次,结合浇水,每公顷追施尿素150kg;分别在4月30日~5月2日和5月14~17日防治病虫2次;6月7日用“佳木斯”小麦联合收割机收获。玉米播期为2005年6月8日。用河北产“农哈哈”玉米播种机等行播种,行距为70cm,6.6万株/hm²。6月26日浇水一次,7月12日,每公顷施复合肥450kg,加尿素300kg,9月18日收获。

1.2 土样的采集和测定

分别于小麦越冬期、返青拔节期、成熟期和玉米拔节期、大喇叭口期、蜡熟期,用土钻在0~20cm土层取样。每个处理随机取5个点,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,采用四分法获得备保存样,经研磨,过1mm筛,装袋待测。

过氧化氢酶用高锰酸钾滴定法测定;转化酶用硫代硫酸钠滴定法测定;磷酸酶用苯磷酸二钠比色法测定。过氧化氢酶活性以每克土消耗0.02mol/L高锰酸钾的毫升数表示,磷酸酶的活性以2h后每克土壤中P₂O₅的毫克数表示。转化酶活性以24h后每克土消耗0.05mol/L硫代硫酸钠毫升数表示^[13,14]。

2 结果与分析

2.1 小麦生育期内土壤酶活性变化情况

土壤酶活性随周围环境的变化而变化。由表1可以看出:不同处理、不同生育时期土壤酶活性有一定差异。随着小麦的生长,各处理磷酸酶活性呈现先降后升的趋势,转化酶活性呈上升趋势,过氧化氢酶活性则先升后降。同一生长关键期,不同处理酶活性有一定差异。在小麦越冬期,秸秆还田深耕处理3种土壤酶活性都最高;秸秆还田旋耕处理的转化酶、过氧化氢酶活性稍高于对照,而磷酸酶活性则略低于对照。在小麦起身期,各处理的3种酶活性均差异不明显,且秸秆还田处理的酶活性均低于对照。可能是还田的秸秆没有充分腐熟的原因,致使秸秆还田的处理转化酶活性低于对照。在小麦成熟期,3种酶活性,各处理间有差异,磷酸酶活性是秸秆还田旋耕处理和秸秆还田深耕处理显著高于对照;过氧化氢酶活性是秸秆还田深耕处理和对照显著高于秸秆还田旋耕处理;转化酶活性在各处理间没有显著差异。

表1 小麦生育期内土壤酶活性情况

时期	处理	磷酸酶 (mg/g)	转化酶 (ml/g)	过氧化氢酶 (ml/g)
越冬期	pb	5.941×10 ⁻² ±0.32×10 ⁻² b	1.800±0.04b	7.529±0.12a
	ph	6.562×10 ⁻² ±0.11×10 ⁻² a	2.625±0.06a	7.903±0.04a
	rh	5.814×10 ⁻² ±0.16×10 ⁻² b	1.992±0.03b	7.647±0.05a
起身期	pb	5.926×10 ⁻² ±0.34×10 ⁻² a	2.713±0.03a	9.517±0.01a
	ph	5.748×10 ⁻² ±0.17×10 ⁻² a	2.668±0.05a	9.478±0.03a
	rh	5.801×10 ⁻² ±0.12×10 ⁻² a	2.525±0.03a	9.470±0.04a
成熟期	pb	7.226×10 ⁻² ±0.42×10 ⁻² b	3.242±0.04a	3.619±0.07a
	ph	9.472×10 ⁻² ±0.39×10 ⁻² a	2.984±0.09a	3.584±0.03a
	rh	10.027×10 ⁻² ±0.42×10 ⁻² a	3.400±0.08a	3.035±0.04b

2.2 玉米生育期内土壤酶活性变化情况

由表2可以看出,随着玉米的生长,各处理磷酸酶活性呈上升趋势,转化酶和过氧化氢酶活性都表现先升后降,在玉米大喇叭口期达到最高。从玉米的不同生育期来看,在玉米的拔节期,各处理的3种酶活性差异均不明显。在玉米的大喇叭口期,秸秆还田深耕处理的磷酸酶活性显著地高于秸秆还田旋耕和对

照;过氧化氢酶和转化酶活性,各处理间差异不明显,转化酶活性表现为对照>深耕秸秆还田>旋耕秸秆还田,过氧化氢酶活性表现为对照>旋耕秸秆还田>深耕秸秆还田。在玉米蜡熟期,磷酸酶活性在各处理间差异显著,深耕秸秆还田>对照>旋耕秸秆还田;转化酶活性,深耕秸秆还田处理明显高于对照和旋耕秸秆还田;过氧化氢酶活性在各处理间没有明显差异。

表 2 玉米生育期内土壤酶活性情况

时期	处理	磷酸酶 (mg/g)	转化酶 (ml/g)	过氧化氢酶 (ml/g)
拔节期	pb	$7.245 \times 10^{-2} \pm 0.49 \times 10^{-2}a$	$2.379 \pm 0.03a$	$10.954 \pm 0.02a$
	ph	$7.022 \times 10^{-2} \pm 0.27 \times 10^{-2}a$	$2.529 \pm 0.05a$	$10.423 \pm 0.04a$
	rh	$6.875 \times 10^{-2} \pm 0.26 \times 10^{-2}a$	$2.859 \pm 0.05a$	$10.521 \pm 0.04a$
大喇叭口期	pb	$7.542 \times 10^{-2} \pm 0.09b \times 10^{-2}$	$3.400 \pm 0.10a$	$11.269 \pm 0.03a$
	ph	$9.700 \times 10^{-2} \pm 0.46 \times 10^{-2}a$	$3.246 \pm 0.15a$	$11.151 \pm 0.03a$
	rh	$7.242 \times 10^{-2} \pm 0.13 \times 10^{-2}b$	$3.058 \pm 0.25a$	$11.230 \pm 0.06a$
蜡熟期	pb	$9.973 \times 10^{-2} \pm 0.12 \times 10^{-2}b$	$2.767 \pm 0.01b$	$4.080 \pm 0.03a$
	ph	$10.977 \times 10^{-2} \pm 0.18 \times 10^{-2}a$	$3.234 \pm 0.02a$	$4.109 \pm 0.04a$
	rh	$9.040 \times 10^{-2} \pm 0.06 \times 10^{-2}c$	$2.525 \pm 0.16b$	$4.052 \pm 0.04a$

2.3 不同耕作措施对土壤酶活性的影响

不同的栽培制度和管理措施等都会影响土壤酶活性的变化。由表 1 和表 2 可以看出,在小麦生育期内,秸秆还田深耕处理与秸秆不还田深耕处理相比,能显著提高小麦越冬期的磷酸酶和转化酶活性以及小麦成熟期的磷酸酶活性;秸秆还田旋耕处理能显著提高成熟期的磷酸酶活性。在玉米生育期内,秸秆还田深耕能使玉米生育中后期磷酸酶活性显著增强,在玉米蜡熟期提高转化酶活性;旋耕秸秆还田只在玉米拔节期提高转化酶活性。由以上分析可以看出,秸秆还田能提高作物生育期内的磷酸酶和转化酶的活性,对过氧化氢酶活性的影响不明显。

3 结论与讨论

1) 酶活性随不同作物生长的变化动态存在差异。无论小麦生育期还是玉米生育期内,各处理过氧化氢酶活性均呈先升后降趋势;磷酸酶活性在小麦生育期内呈现先降后升的趋势,而在玉米生育期内则呈上升趋势;转化酶活性在小麦生育期内呈上升趋势而在玉米生育期内则表现为先升后降。王聪翔等(2005)在不同保护性耕作方式下对玉米生育期内土壤酶活性的研究表明:过氧化氢酶在玉米生长前期呈现上升趋势,大约在玉米生长的大喇叭口期出现酶活性高峰以后开始下降。土壤磷酸酶活性在拔节期和灌浆期出现 2 个高峰;在玉米整个生育过程中转化酶活性有 2 个较高时期,分别在拔节期和灌浆期。本试验的结论与其过氧化氢酶和磷酸酶活性的结论一致而转化酶的活性不一致,可能与处理的设置及试验地的地理环境有关。

2) 秸秆还田深耕处理和秸秆还田旋耕处理能提高磷酸酶和转化酶活性,这可能与秸秆还田提高了土壤中 C 的含量有关^[8,15]。

3) 在小麦的返青拔节期和玉米的大喇叭口期,转化酶的活性都是秸秆还田处理小于秸秆不还田处理。据有关报道,秸秆还田能提高土壤中 C 的含

量,尤其是玉米秸秆,能提高转化酶的活性^[8,15],但本试验却在作物生育最关键期出现相同的反常,具体原因有待进一步研究。

参考文献:

[1] 周礼恺. 土壤酶活性的总体在评价土壤肥力水平中作用[J]. 土壤学报, 1983, 20(4): 413—417.

[2] 姜勇, 梁文举, 闻大中. 免耕对农田土壤生物学特性的影响[J]. 土壤通报, 2004, 35(3): 347—351.

[3] 高明, 周保同, 魏朝富, 等. 不同耕作方式对稻田土壤动物、微生物及酶活性的影响研究[J]. 应用生态学报, 2004, 15(7): 1177—1181.

[4] 刘建新, 王鑫, 杨建霞. 覆草对果园土壤腐殖质组成和生物学特性的影响[J]. 水土保持学报, 2005, 19(4): 93—95.

[5] 刘建新. 不同农田土壤酶活性与土壤养分相关关系研究[J]. 土壤通报, 2004, 35(4): 523—525.

[6] 牟金明, 宋日, 姜亦梅, 等. 不同作物根茬还田对土壤酶活性的影响[J]. 吉林农业大学学报, 1997, 19(4): 65—69.

[7] 孙瑞莲, 赵秉强, 朱鲁生, 等. 长期定位施肥对土壤酶活性的影响及其调控土壤肥力的作用[J]. 植物营养与肥料学报, 2003, 9(4): 406—410.

[8] 彭正萍, 门明新, 薛世川, 等. 腐植酸复合肥对土壤养分转化和土壤酶活性的影响[J]. 河北农业大学学报, 2005, 28(4): 1—4.

[9] 滕险峰, 魏自民, 李成, 等. 秸秆培肥对风沙土微生物量及土壤酶活性的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2003, (3): 13—14.

[10] 贺明蔡, 冷寿慈. 桃粮间作对土壤养分状况及土壤生物活性的影响[J]. 土壤通报, 1994, 25(4): 188—189.

[11] 王聪翔, 闻杰, 孙文涛, 等. 不同保护性耕作方式土壤酶动态变化的研究初报[J]. 辽宁农业科学, 2005, (6): 16—18.

[12] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1986.

[13] 严挺升. 土壤肥力研究方法[M]. 北京: 农业出版社, 1988. 236—286.

[14] 樊军, 郝明德. 黄土高原旱地轮作与施肥长期定位试验研究 II. 土壤酶活性与土壤肥力[J]. 植物营养与肥料学报, 2003, 9(2): 146—150.