

秸秆还田对土壤脱氢酶和多酚氧化酶 活性动态变化的影响

陈强龙¹, 谷洁^{1,2}, 高华^{1,2}, 秦清军^{1,2}, 甄丽莎¹, 陈胜男³, 孙利宁³

(1. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 陕西省循环农业工程技术研究中心, 陕西 杨凌 712100;

3. 西北农林科技大学理学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 通过旱田试验研究了冬小麦生长期中, 秸秆还田与肥料配施对土壤脱氢酶活性和多酚氧化酶活性动态变化的影响。结果表明, 土壤脱氢酶活性在冬小麦生长期中波动较大, 出现多个峰值; 秸秆还田和厩肥的施入均能显著提高土壤脱氢酶活性。在冬小麦生长后期, 尿素能显著提高土壤脱氢酶活性, 而过磷酸钙的施入一定程度上降低了土壤脱氢酶活性。土壤多酚氧化酶活性表现为在冬小麦生长前期和中期活性较低, 4、5 月份活性迅速升高, 出现高峰期, 随后在收获期迅速降低; 秸秆还田和过磷酸钙对土壤多酚氧化酶活性的影响不显著。在冬小麦生长中期, 厩肥和尿素对土壤多酚氧化酶活性有一定的抑制作用, 在冬小麦生长旺盛期, 厩肥和尿素对多酚氧化酶活性的抑制作用不明显。

关键词: 秸秆还田; 脱氢酶; 多酚氧化酶; 动态变化

中图分类号: S147.35; S154.2

文献标识码: A

文章编号: 1000-7601(2009)04-0146-06

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, 反映了土壤中各种生物化学过程的强度和方向, 其活性大小是土壤肥力的重要标志^[1]。土壤中物质转化过程中, 氧化还原酶占有重要的地位^[2]。与土壤肥力密切相关的有机质的转化, 腐殖质及其各组分的形成, 都与氧化还原酶有关。通过酶活性的分析, 可以间接地了解或是预测某些营养物质的转化情况、以及土壤肥力状况^[3]。近年来, 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^[3-6], 但这些研究主要集中在对酶活性的少数几个特征期或者末端含量指标表征上, 而对土壤酶活性随作物生长动态变化的研究很少。本试验研究了冬小麦生长期中, 土壤脱氢酶和多酚氧化酶活性的动态变化, 以及秸秆还田与肥料配施对土壤脱氢酶和多酚氧化酶活性的影响, 可为研究在不同施肥条件和小麦不同的生长阶段土壤脱氢酶和多酚氧化酶活性的变化特征, 及进一步认识和评价脱氢酶和多酚氧化酶在物质转化和能量流动中的作用提供理论依据, 同时为合理利用秸秆资源以及培肥地力提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验设计

1.1.1 试验地点 试验始于 2007 年 10 月, 在陕西杨凌兴桥村农田进行。试验所在地处于暖温带半湿润气候区, 该地年平均气温 12.9℃, 1 月平均气温 -1.2℃, 7 月平均气温 26.0℃, $\geq 10^\circ\text{C}$ 年有效积温 4 169.2℃, 年干燥度 1.1, 年平均降水量 660 mm, 种植制度为冬小麦/夏玉米。

1.1.2 试验材料 小麦品种为西农 889, 于 2007 年 10 月 18 日播种, 2008 年 6 月 2 日收获。试验土壤为壤土, pH 7.69, 耕层 (0~20 cm) 土壤有机质含量 15.0 g/kg、有机碳 8.7 g/kg、全氮 0.5 g/kg、全磷 0.9 g/kg、全钾 12.8 g/kg、速效氮 91.35 mg/kg、速效磷 7.17 mg/kg、速效钾 217.6 mg/kg。厩肥为腐熟的农家土粪, 含有机质 19.0 g/kg、全氮 1.4 g/kg、全磷 0.7 g/kg、全钾 17.0 g/kg。还田的秸秆为该农田上季产生的玉米秸秆, 全氮含量 9.3 g/kg、全磷 0.9 g/kg、全钾 8.3 g/kg。

1.1.3 试验方案 设置 5 个处理 (见表 1), 4 次重复, 顺序排列, 每小区面积为 40 m² (8 m × 5 m)。秸秆和肥料均在播种前一次性施入。玉米秸秆切成 3

收稿日期: 2008-10-16

基金项目: 国家自然科学基金 (40771109, 40871119); 科技部农转资金 (2007GB2G000394); 国家科技支撑计划 (2007BAD89B16, 2006BAD17B01-01)

作者简介: 陈强龙 (1983—), 男, 浙江温州人, 硕士研究生, 主要研究方向为废弃物资源化利用。

通讯作者: 高华 (1956—), 男, 陕西咸阳人, 高级农艺师, 主要从事农业废弃物资源化利用研究。E-mail: gaohua929@163.com

~5 cm 小段,全量于播种前均匀撒施于地表,厩肥、氮肥和磷肥在撒施之后翻耕,条播机播种。为了避免农药对土壤酶活性的影响,小麦生长期采用人工除草,未使用任何除草剂和杀虫剂。

表1 试验处理方案

Table 1 Treatments of the experiment

处理 Treatments	玉米秸秆 Corn straw	厩肥 Manure (t/hm ²)	纯 N Pure N (kg/hm ²)	P ₂ O ₅ (kg/hm ²)
1 CK	-	-	-	-
2 S	+	-	-	-
3 SM	+	60	-	-
4 SN	+	-	210	-
5 SNP	+	-	210	150

注:“-”表示无,“+”表示有;氮肥用尿素,磷肥用过磷酸钙。CK 为对照,不施肥;处理 S 为秸秆还田;处理 SM 为秸秆还田配施厩肥;处理 SN 为秸秆还田配施氮肥;处理 SNP 为秸秆还田配施氮磷肥。

Note:“-” means without fertilizer(corn straw), “+” means with fertilizer(corn straw). Urea and super phosphate are used as chemical fertilizers. CK means control; S means straw; SM means straw and manure; SN means straw and N; SNP means straw, N and P.

1.2 土样的采集和测定

土样采集时间从 2007 年 10 月到 2008 年 6 月,共取样 20 次。用土钻在 0~20 cm 耕层取样,每个试验处理随机采样 12 个,剔除石块、植物残根等杂物,混合后,过 2 mm 筛,置实验室冰箱中于 4℃ 冷藏,用于测定土壤多酚氧化酶和脱氢酶活性。

土壤多酚氧化酶活性用没食子素比色法测定^[7],即在样品中加入邻苯三酚后,培养 2 h,使邻苯三酚在多酚氧化酶作用下氧化成紫色没食子素,酶活性用 2 h 后 1 g 土壤中紫色没食子素的毫克数表示,单位[mg/(g·d)]。土壤脱氢酶活性测定^[9],即在样品中加入氢的受体三苯基四唑氯化物后培养 24 h,测定脱氢酶作用下生成的 TPF(三苯基甲替),再根据标准曲线计算生成物 TPF(三苯基甲替)的浓度,以 $\mu\text{g}/(\text{g}\cdot\text{d})$ 表示脱氢酶活性。

本试验均采用新鲜土测定土壤的酶活性,结果换算成干土。所得试验数据采用 EXCEL 和 SPSS 软件进行统计分析。

2 结果与分析

试验从冬小麦播种开始,土壤酶活性测定经历苗期、分蘖期、越冬期、返青期、拔节期、抽穗期、扬花期、灌浆期和乳熟期,直到收获,历时 8 个多月。为了便于分析问题,将冬小麦整个生长期分为生长前

期(从播种到越冬前,即从 2007 年 10 月 18 日到 2008 年 1 月 2 日)、生长中期(从越冬后到拔节期,即从 2008 年 2 月 20 日到 2008 年 3 月 24 日)和生长后期(从拔节期到收获,即从 2008 年 4 月 3 日到 2008 年 6 月 2 日),其中 4、5 月为冬小麦的生长旺盛期。

2.1 土壤脱氢酶活性的动态变化特征

脱氢酶属于胞内酶,是土壤中很重要的一种酶,不象其它胞外酶是从细胞内分泌到体外,吸附于土壤作为非生命组分而保持活性。脱氢酶能催化有机物质脱氢,起着氢的中间转化传递作用,因此脱氢酶活性可以作为微生物氧化还原系统的指标,被认为能很好地表征土壤中微生物的氧化能力。土壤肥力和施肥方式可直接影响土壤脱氢酶活性,因此分析土壤脱氢酶活性变化,对研究土壤生物学和施肥方式有重要的意义^[9,10]。

2.1.1 有机物对土壤脱氢酶活性动态变化的影响

由图 1 可以看出,不同处理土壤脱氢酶活性的动态变化趋势相似,在冬小麦生长期,脱氢酶活性的波动较大,出现多个峰值。不同处理的脱氢酶活性在 $9.87 \sim 146.23 \mu\text{g}/(\text{g}\cdot\text{d})$ 之间变化,CK(秸秆不还田)的变幅为 $90.67 \mu\text{g}/(\text{g}\cdot\text{d})$,处理 S(秸秆还田)的变幅为 $82.86 \mu\text{g}/(\text{g}\cdot\text{d})$,处理 SM(秸秆还田+厩肥)的变幅为 $130.73 \mu\text{g}/(\text{g}\cdot\text{d})$,其中,处理 SM 的变幅要显著大于 CK 和处理 S,处理 S 变幅要显著小于 CK。处理 SM 主要通过提高土壤脱氢酶活性的最大值使其变幅增大,处理 S 则主要通过提高土壤脱氢酶活性的最小值使其变幅减小。

将处理 S 与 CK 比较发现,在整个冬小麦生长期,CK 的土壤脱氢酶活性高于处理 S 的仅有 4 次,其中差异达到显著水平($P < 0.05$)的 2 次,而在其它时间的测定值,处理 S 的土壤脱氢酶活性均高于 CK,达 15 次,其中差异达到显著水平($P < 0.05$)的有 6 次,极显著水平($P < 0.01$)的有 2 次,而且在差异达到显著水平($P < 0.05$)和极显著水平($P < 0.01$)中有 6 次是在 2008 年 2 月 20 日之后(小麦生长中后期)测得。说明 CK 与处理 S 的差异在小麦生长中后期表现的更为明显。就整个冬小麦生长期的平均值来看,处理 S 的土壤脱氢酶活性比 CK 高出 14.2%,说明秸秆还田能显著提高土壤脱氢酶活性。

将处理 SM 分别与 CK 和处理 S 比较发现,在整个冬小麦生长期,处理 SM 的脱氢酶活性仅在 2008 年 1 月 2 日比 CK 小,在其它时间的测定值均高于 CK,其中差异达到显著水平($P < 0.05$)的有 5 次,差异达到极显著水平($P < 0.01$)的有 4 次,而且

在差异达到显著水平 ($P < 0.05$) 和极显著水平 ($P < 0.01$) 中有 6 次是在 2008 年 2 月 20 日之后测得。另外, 处理 S 仅有 4 次测得的脱氢酶活性高于处理 SM, 且均未达到显著水平, 在其它时间的测定值, 处理 SM 的脱氢酶活性均大于处理 S, 其中有 4 次二者之间的差异达到显著水平 ($P < 0.05$), 且均在 2008 年 2 月 20 日之后测得。说明处理 SM 与 CK、处理 S 的土壤脱氢酶活性差异在冬小麦生长中期和后期表现尤为明显。就整个冬小麦生长期的平均值来看, 处理 SM 的土壤脱氢酶活性比 CK 高出 29.2%, 比处理 S 高 13.2%, 说明秸秆还田和厩肥均能显著提高

土壤脱氢酶活性。

2.1.2 化肥对土壤脱氢酶活性动态变化的影响

由图 2 可以看出, 这 3 个处理的脱氢酶活性在 $11.84 \sim 133.67 \mu\text{g}/(\text{g} \cdot \text{d})$ 之间变化, 处理 S 的变幅为 $82.86 \mu\text{g}/(\text{g} \cdot \text{d})$, 处理 SN (秸秆还田 + 尿素) 的变幅为 $117.98 \mu\text{g}/(\text{g} \cdot \text{d})$, 处理 SNP (秸秆还田 + 尿素 + 过磷酸钙) 的变幅为 $111.92 \mu\text{g}/(\text{g} \cdot \text{d})$ 。其中, 处理 SN 和处理 SNP 脱氢酶活性的变幅要显著大于处理 S, 处理 SN 的脱氢酶活性变幅大于处理 SNP, 但是它们之间的差异未达到显著水平。处理 SN 主要通过提高土壤脱氢酶活性的最大值使其变幅增大。

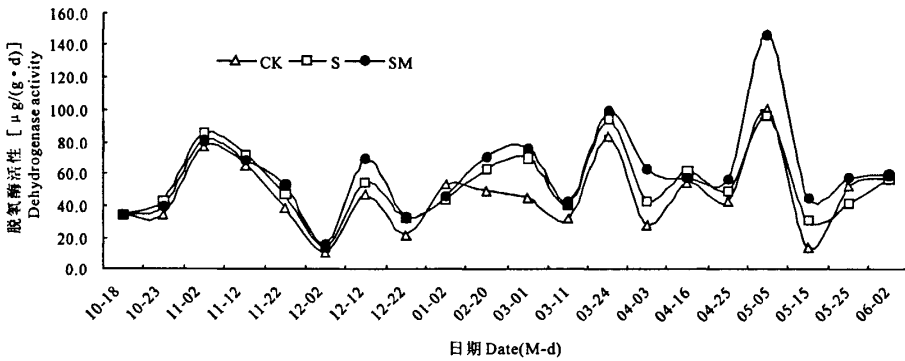


图 1 施用有机物对土壤脱氢酶活性动态变化的影响

Fig.1 Impact of employing organic fertilizer to dynamic changes of soil dehydrogenase activity

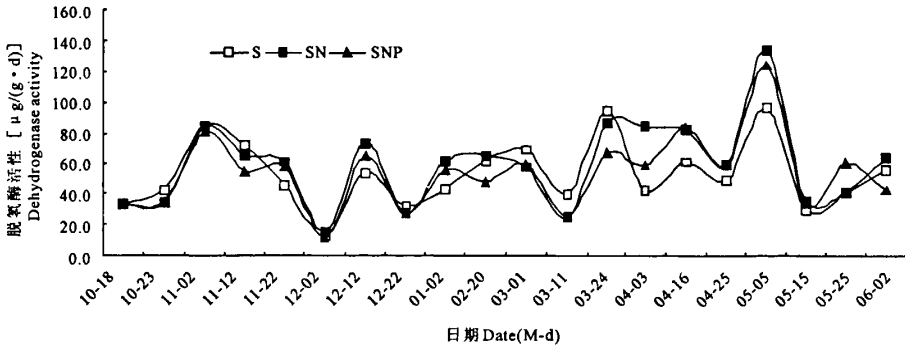


图 2 施用化肥对土壤脱氢酶活性动态变化的影响

Fig.2 Impact of employing chemical fertilizer to dynamic changes of soil dehydrogenase activity

将处理 SN 与处理 S 比较发现, 在整个冬小麦生长期, 处理 S 的脱氢酶活性高于处理 SN 的有 7 次, 且均在 2008 年 3 月 24 日之前 (即小麦生长前中期) 测得, 其中在 2008 年 3 月 11 日差异达到显著水平 ($P < 0.05$); 在小麦生长前中期, 处理 SN 的脱氢酶活性高于处理 S 的有 5 次, 其中在 2007 年 12 月 12 日达到显著水平 ($P < 0.05$), 2008 年 1 月 2 日达到极显著水平 ($P < 0.01$), 在小麦生长后期 (2008 年 4 月 3 日之后), 处理 SN 的脱氢酶活性均高于处理

S, 并在 2008 年 4 月 3 日和 4 月 16 日差异达到极显著水平 ($P < 0.01$)。说明在小麦生长前中期, 尿素的施入对土壤脱氢酶活性的影响不明显, 在小麦生长后期, 尿素的施入在一定程度上提高了土壤脱氢酶活性。就冬小麦整个生长期的平均值而言, 处理 SN 比处理 S 高 12.0%, 说明尿素的施入能显著提高土壤脱氢酶活性, 且主要体现在小麦生长后期。

将处理 SNP 与处理 SN 比较发现, 在整个冬小麦生长期, 处理 SNP 的土壤脱氢酶活性高于处理

SN的仅有4次,且仅有1次存在显著性差异($P < 0.05$);而处理SN的土壤脱氢酶活性高于处理SNP的有15次,其中差异达到显著水平($P < 0.05$)的有2次,差异达到极显著水平($P < 0.01$)的有4次。就冬小麦整个生长期的平均值而言,处理SN比处理SNP高10.3%。说明过磷酸钙的施入在一定程度上抑制了土壤脱氢酶活性。

通过对土壤脱氢酶活性动态变化的分析表明,在冬小麦生长期,土壤脱氢酶活性的动态变化波动较大,出现多个峰值。秸秆还田能有效减小土壤脱氢酶的变幅,并显著提高土壤脱氢酶活性,特别是在小麦生长中后期。其原因可能是秸秆还田提高了土壤的有机质,为微生物的生长和繁殖提供了碳源,增加了脱氢酶的来源,同时改善了土壤的微环境^[5,11,12],所以秸秆还田在提高土壤脱氢酶活性的同时,减小了因外部环境变化引起土壤脱氢酶活性的波动幅度。厩肥也能显著提高土壤脱氢酶活性,原因可能是厩肥存在与秸秆相同的作用,改善了土壤理化性状,为微生物的生长提供了良好的环境条件和能源,同时,厩肥本身就带入了一定量的微生物,增加了土壤脱氢酶的来源。在冬小麦生长后期,尿素能显著提高土壤脱氢酶活性,而过磷酸钙的施入一定程度上降低了土壤脱氢酶活性。其原因可能是小麦进入生长旺盛期,有机物的转化处在较高水平,有机物的降解和土壤微生物的活动需要大量的氮素,这时作物对氮素的需求也很大,所以二者出现

了争氮现象,而尿素的施入提供了微生物活动和作物生长所需的氮源,从而土壤脱氢酶活性得到显著提高。过磷酸钙在一定程度上对土壤脱氢酶活性的抑制作用,可能是因为化肥对微生物的毒害作用引起的^[13],不过这个问题还需进一步研究。就冬小麦整个生长期的平均值而言,脱氢酶活性大小:处理SM > 处理SN > 处理SNP > 处理S > CK。

2.2 土壤多酚氧化酶活性的动态变化特征

土壤多酚氧化酶能把土壤腐殖质组分中芳香族化合物氧化成醌,醌与土壤中蛋白质、氨基酸、糖类、矿物等物质反应生成大小分子量不等有机质,完成土壤芳香族化合物循环,促进土壤有机碳的累积,改善土壤物理性状。通过测定土壤多酚氧化酶活性,能在一定程度上了解土壤腐殖化进程^[2]。

2.2.1 有机物对土壤多酚氧化酶活性动态变化的影响 由图3可以看出,在冬小麦生长期,不同处理土壤多酚氧化酶活性的变化趋势相似,前期和中期多酚氧化酶活性较低,到4、5月份多酚氧化酶活性迅速升高,并出现峰值,在收获期迅速降低。不同处理的土壤多酚氧化酶活性在0.59 ~ 1.74 mg/(g·2h)之间变化,CK的变幅为1.07 mg/(g·2h),处理S的变幅为1.06 mg/(g·2h),处理SM的变幅为1.15 mg/(g·2h),其中,处理SM的变幅要大于CK和处理S,处理SM主要通过提高土壤多酚氧化酶活性的最大值使其变幅增大。

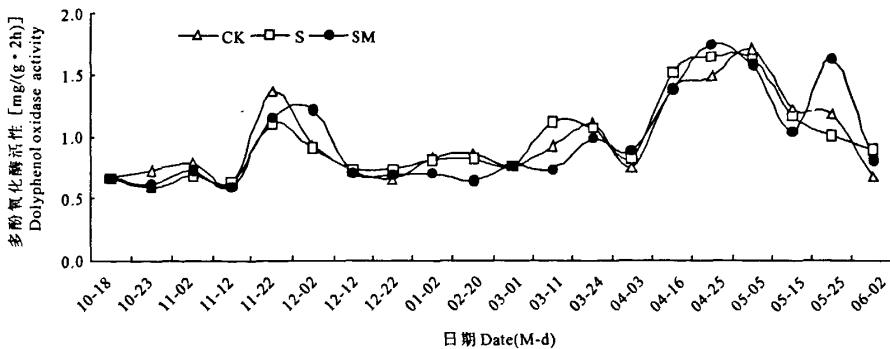


图3 施用有机物对土壤多酚氧化酶活性动态变化的影响

Fig.3 Impact of employing organic fertilizer to dynamic changes of soil polyphenoloxidase activity

将处理S与CK比较发现,在整个冬小麦生长期,基本上二者无显著差异,只有1次测得数据处理S显著高于CK,1次显著低于CK。说明秸秆还田对土壤多酚氧化酶活性影响不显著。

将处理S和处理SM比较发现,在2007年12月中旬到2008年3月底,处理S的多酚氧化酶活性均

高于处理SM,并在2008年的1月2日、2月20日和3月11日差异达到显著水平,说明这一时期(小麦生长中期)厩肥在一定程度上抑制了土壤多酚氧化酶活性。但是在冬小麦生长旺盛期(4、5月份),这种抑制作用不明显,就平均值而言,处理SM与处理S之间的土壤多酚氧化酶活性不存在显著差异。说

明在厩肥对土壤多酚氧化酶的抑制作用主要体现在小麦生长期;在小麦生长前期和后期,厩肥对土壤多酚氧化酶活性的影响不明显。

2.2.2 化肥对土壤多酚氧化酶动态变化的影响

由图 4 可以看出,这 3 个处理的土壤多酚氧化酶活

性在 $0.54 \sim 1.81 \text{ mg}/(\text{g} \cdot 2\text{h})$ 之间变化,处理 S 的变幅为 $1.06 \text{ mg}/(\text{g} \cdot 2\text{h})$,处理 SN 的变幅为 $1.23 \text{ mg}/(\text{g} \cdot 2\text{h})$,处理 SNP 的变幅为 $1.19 \text{ mg}/(\text{g} \cdot 2\text{h})$ 。其中处理 SN 的变幅大于处理 S 和 SNP,SN 主要通过提高土壤多酚氧化酶活性的最大值使其变幅增大。

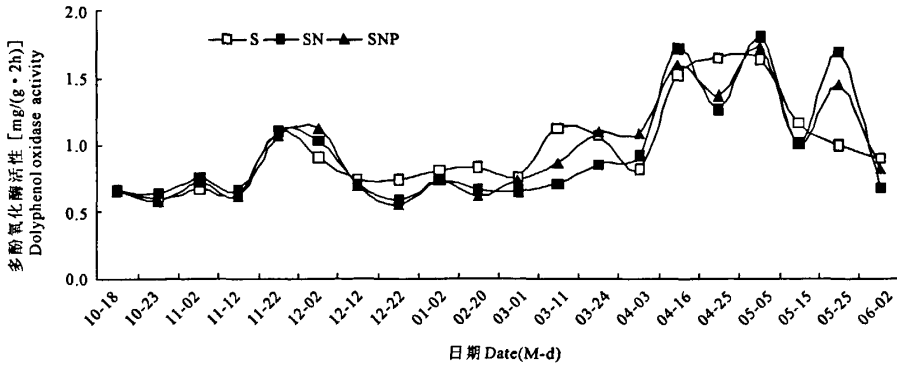


图 4 施用化肥对土壤多酚氧化酶动态变化的影响

Fig. 4 Impact of employing chemical fertilizer to dynamic changes of soil polyphenol oxidase activity

将处理 S 与处理 SN 比较发现,在 2007 年 12 月中旬到 2008 年 3 月底,处理 S 的多酚氧化酶活性要高于处理 SN,其中有 4 次达到显著水平 ($P < 0.05$)。说明这段时期尿素对土壤多酚氧化酶活性表现出一定的抑制作用,但在冬小麦生长旺盛期(4、5 月份),处理 SN 的多酚氧化酶活性迅速升高,平均值要略高于处理 S。从冬小麦整个生长期的平均值来看,处理 S 的多酚氧化酶活性要比处理 SN 高 2.6%。

将处理 SN 与处理 SNP 比较发现,在冬小麦整个生长期,处理 SNP 的多酚氧化酶活性有 7 次高于处理 SN,其中有 2 次差异达到显著水平 ($P < 0.05$);而处理 SN 的多酚氧化酶活性有 12 次高于处理 SNP,其中仅有 1 次差异达到显著水平,说明过磷酸钙的施入对土壤多酚氧化酶活性的影响不大。

通过对土壤多酚氧化酶活性动态变化的分析表明,在冬小麦生长期,土壤多酚氧化酶活性的动态变化特征表现为在冬小麦生长前期和中期多酚氧化酶活性较低,到 4、5 月份多酚氧化酶活性迅速升高,并出现高峰值,随后在收获期又迅速降低。秸秆还田和过磷酸钙对土壤多酚氧化酶活性的影响不显著,而在冬小麦生长中期,厩肥和尿素对土壤多酚氧化酶活性有一定的抑制作用。这与众多学者的结论相似,邱莉萍^[14]、耿玉清^[15]等的研究表明,多酚氧化酶与肥力因素(包括氮、磷和有机质等)相关性不显著;而熊明彪等^[16]的研究表明,土壤养分状况与土壤多酚氧化酶活性相关性较差,同时指出在一定阶段,土壤养分状况与土壤多酚氧化酶活性呈一定

的负相关;刘秀清等^[17]的研究则表明,多酚氧化酶活性与全磷、全氮、有机质呈极显著负相关,与速效磷呈显著负相关。在本试验中,在冬小麦生长旺盛期(4、5 月份),厩肥和尿素对土壤多酚氧化酶活性的抑制作用不明显。对于施入尿素引起的这种现象其原因可能是这时期小麦进入生长旺盛期,尿素的施入提供了微生物活动和作物生长所需的氮源,从而使土壤微生物和作物的根系分泌出更多的多酚氧化酶,使土壤多酚氧化酶活性增强,减弱了尿素对土壤多酚氧化酶活性的抑制作用。而对于厩肥引起的这种现象可能是因为厩肥的施入除带入一定的养分外,还在一定程度上改善了土壤的理化性质,从而引起多酚氧化酶活性的增强,这个问题还有待进一步研究。

3 结 论

通过对土壤脱氢酶活性和多酚氧化酶活性动态变化的研究表明,土壤脱氢酶活性的动态变化波动较大,出现多个峰值。秸秆还田和厩肥的施入均能显著提高土壤脱氢酶活性。在冬小麦生长后期,尿素能显著提高土壤脱氢酶活性,而过磷酸钙的施入一定程度上降低了土壤脱氢酶活性。土壤多酚氧化酶活性表现为在冬小麦生长前期和中期活性较低,到 4、5 月份多酚氧化酶活性迅速升高,并出现高峰值,随后在收获期又迅速降低。秸秆还田和过磷酸钙的施入对土壤多酚氧化酶活性的影响不显著;在冬小麦生长中期,厩肥和尿素对土壤多酚氧化酶活

性有一定的抑制作用;在冬小麦生长旺盛期,厩肥和尿素对土壤多酚氧化酶活性的抑制作用不明显。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 严超升.土壤肥力研究方法[M].北京:农业出版社,1988:284—285,248.
- [3] 李春霞,陈阜,王俊忠,等.不同耕作措施对土壤酶活性的影响[J].土壤通报,2007,38(3):601—603.
- [4] 李腊梅,陆琴,严蔚东,等.太湖地区稻麦二熟制下长期秸秆还田对土壤酶活性的影响[J].土壤,2006,38(4):422—428.
- [5] 劳秀荣,孙伟红,王真,等.秸秆还田与化肥配合施用对土壤肥力的影响[J].土壤学报,2003,40(4):618—623.
- [6] 王晓凌,陈明灿,张雷.不同耕作方式对土壤微生物量和土壤酶活性的影响[J].安徽农学通报,2007,13(12):28—30.
- [7] 关松荫.土壤酶及其研究法[M].北京:农业出版社,1986.
- [8] Chander K, Brookes P C. Is the dehydrogenase assay invalid as a method to estimate microbial activity in copper-contaminated soils? [J]. Soil Biology & Biochemistry, 1991,23:909—915.
- [9] 周礼恺.土壤酶学[M].北京:科学出版社,1987:229—230.
- [10] 李东坡,武志杰,陈利军,等.长期培肥黑土脱氢酶活性动态变化及其影响因素[J].土壤通报,2005,36(5):679—683.
- [11] Gupta V V S R, Roper M M, Kirkegaard J A, et al. Changes in microbial biomass and organic matter levels during the first year of modified tillage and stubble management practices on a red earth[J]. Australian Journal of Soil Research, 1994,32:1339—1354.
- [12] Powlson D S, Brookes P C, Christensen B T. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in total organic matter due to straw incorporation [J]. Soil Biology & Biochemistry, 1987,19:159—164.
- [13] Hopkins D W, Shiel R S. Size and activity of soil microbial communities in long-term experimental grassland plots treated with manure and inorganic fertilizers[J]. Biology & Fertility of Soils, 1996,22:66—70.
- [14] 邱莉萍,刘军,和文祥,等.长期培肥对土壤酶活性的影响[J].干旱地区农业研究,2003,21(4):44—47.
- [15] 耿玉清,白翠霞,赵铁蕊,等.北京八达岭地区土壤酶活性及其与土壤肥力的关系[J].北京林业大学学报,2006,28(5):7—11.
- [16] 熊明彪,田应兵,雷孝章,等.小麦生长期土壤养分与土壤酶活性变化及其相关性研究[J].水土保持学报,2003,17(4):27—30.
- [17] 刘秀清,章铁,孙晓莉.沿江丘陵区土壤酶活性与土壤肥力的关系[J].中国农学通报,2007,23(7):341—344.

Effect of matching use of straw and fertilizer on the dynamic changes of soil dehydrogenase and polyphenoloxidase activities

CHEN Qiang-long¹, GU Jie^{1,2}, GAO Hua^{1,2}, QIN Qing-jun^{1,2},
ZHEN Li-sha¹, CHEH Sheng-nan³, SUN Li-ning³

(1. College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Research Center of Recycle Agricultural Engineering and Technology of Shaanxi Province, Yangling, Shaanxi 712100, China;

3. College of Sciences, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Soil enzyme activities play an important role in the material cycle and energy flow of ecosystem. The objective of this field experiment was to determine the effect of the use of organic and chemical fertilizers on the dynamic changes of soil dehydrogenase and polyphenoloxidase activities in growth stages of winter wheat. The experiment included five fertilizer treatments: control (no fertilizer); returning corn straw to field; returning corn straw to field combining application of manure; returning corn straw to field combining application of nitrogen fertilizer (pure N 210 kg/hm²); and returning corn straw to field combining application of nitrogen (pure N 210 kg/hm²) and phosphate fertilizers (P₂O₅ 150 kg/hm²). Each treatment was replicated four times. The results showed that the fluctuation of the trend of dynamic changes of soil dehydrogenase activity was much stronger than that of polyphenoloxidase activity. Manure application and returning corn straw to field could increase significantly the dehydrogenase activity. In the late growth stage of winter wheat, nitrogen fertilizer application could increase significantly the dehydrogenase activity, but the increasing action was weakened by the input of phosphate fertilizer. The effect of phosphate fertilizer application and returning corn straw to field on the soil polyphenoloxidase activity did not reach the significant level. In the middle growth stage of winter wheat, manure and nitrogen fertilizer application could restrain the polyphenoloxidase activity in this experiment. But in late stages, especially in April and May, the restraining action became weaker.

Key words: straws; dehydrogenase; polyphenoloxidase; dynamic changes