

曲继松,张丽娟,朱倩楠. 添加纤维素酶对绿肥还田设施土壤酶活性及微生物种群数量的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(5):484-486.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.05.138

添加纤维素酶对绿肥还田设施土壤酶活性及微生物种群数量的影响

曲继松,张丽娟,朱倩楠

(宁夏农林科学院种质资源研究所,宁夏银川 750002)

摘要:为了研究添加纤维素酶对绿肥还田设施土壤酶活性及微生物种群数量的影响,设置 4 个处理:空白对照 T_1 (CK_1) 处理,单独添加纤维素酶的 T_2 (CK_2) 处理,单独处理高丹草的 T_3 (CK_3) 处理,高丹草还田添加纤维素酶的 T_4 处理。结果表明:在高丹草还田过程中添加适量纤维素酶制剂,与空白对照相比,土壤蔗糖酶活性提高 23.24%,脲酶活性提高 48.86%,磷酸酶活性提高 30.19%,多酚氧化酶活性提高 33.84%; T_4 处理的细菌数量比 T_1 处理高 48.23%, T_4 处理的真菌数量比 T_1 处理高 12.39%,放线菌、芽孢杆菌数量变化规律与细菌、真菌相似, T_4 处理的放线菌、芽孢杆菌数量均为最多,分别比 T_1 处理高 26.21%、86.79%。绿肥还田过程中添加纤维素酶制剂能够显著提高多种土壤酶活性,有利于土壤微生物数量的快速增加,从而增加土壤的有机质含量。

关键词:绿肥还田;纤维素酶;设施土壤;土壤酶活性;微生物种群数量

中图分类号: S154.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)05-0484-02

纤维素酶是一种重要的酶产品,是一种复合酶,主要由外切 β -葡聚糖酶、内切 β -葡聚糖酶、 β -葡萄糖苷酶等组成,还有很高活力的木聚糖酶。由于纤维素酶在生产饲料、乙醇、纺织品和食品等领域具有巨大的市场潜力,已被国内外业内人士看好,将是继糖化酶、淀粉酶、蛋白酶之后的第 4 大工业酶种,甚至在中国完全有可能成为第 1 大酶种,因此纤维素酶是酶制剂工业中的一个新的增长点。

土壤微生物是土壤生物区系中最重要的功能组分和土壤生物群落的重要类群,参与土壤有机质的分解及腐殖质的形成等过程^[1],其数量、活性和多样性是评价土壤健康程度或者土壤质量的重要指标^[2]。土壤微生物在土壤食物网中占有重要的生态位,其变化会直接或间接地影响食物网其他生态位的生物活性、分布和丰富度、群落结构、数量及多样性^[3],在土壤生态系统中发挥着重要作用。因此,本试验旨在研究添加纤维素酶对绿肥还田设施土壤酶活性及微生物种群数量的影响,以期日光温室低肥力土壤研究、减少化肥用量、探索发展低碳日光温室农业提供理论依据和技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地气候

试验地点位于旱作节水高效农业科技园清水河岸西侧海原县高崖乡三分湾村槽式日光温室内,地处宁夏中部干旱带,地理位置 36°51'27.18"N、105°58'37.26"E,海拔 1 368 m,位

于黄土高原西北部,属黄河中游黄土丘陵沟壑区。该地大陆性季风气候明显,其特点是春暖迟、夏热短、秋凉早、冬寒长;年均气温 7℃,1 月均温 -6.7℃,7 月均温 19.7℃,≥10℃ 积温 2 398℃,无霜期 149~171 d;在年降水量方面,多年平均降水量 286 mm,最高 706 mm,最低 325 mm;年均蒸发量 2 180 mm;年均太阳总辐射量 5 642 × 10⁹ J/m²;年日照时间 2 710 h。

试验时间为 2013 年 6 月 20 日—2014 年 1 月 20 日。

1.2 试验材料与试验地概况

供试土壤前茬为礼品西瓜,其 0~20 cm 表层土壤碱解氮肥力为偏低的 5 级水平(30~60 mg/kg),有机质为极缺的 6 级水平(<0.60%),速效磷为中等偏低的 4 级水平(5~10 mg/kg),速效钾为极丰富的 1 级水平(>160 mg/kg)^[4]。试验地为黏壤土,其 0~20 cm 表层土壤具体理化性状为:pH 值 8.27,全盐含量 1.32 g/kg,有机质含量 4.52 g/kg,碱解氮含量 36.0 mg/kg,速效磷含量 7.8 mg/kg,速效钾含量 190.0 mg/kg,田间持水量 32.44%。

绿肥为生长 60 d 的高丹草,收割后用铡刀铡成 2~3 cm 长还田,纤维素酶制剂由陕西沃德生物酶有限公司提供。试验设置 4 个处理,分别为 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 ,具体设置见表 1,以空白处理 T_1 为对照 1(CK_1),以单独添加纤维素酶处理 T_2 为对照 2(CK_2),以单独高丹草处理 T_3 为对照 3(CK_3),以高丹草还田加纤维素酶为处理 T_4 。高丹草种植时间为 2013 年 6 月 20 日,翻压时间为 2013 年 8 月 20 日。

1.3 试验方法

测定时间为绿肥翻压后的第 60 天(10 月 20 日)。蔗糖酶采用 3,5-二硝基水杨酸比色法测定,脲酶采用苯酚-次氯酸钠比色法测定(以 NH_3-N 计),磷酸酶采用磷酸苯二钠比色法测定,多酚氧化酶采用邻苯三酚比色法测定^[5]。微生

收稿日期:2015-04-27

基金项目:宁夏科技攻关项目(编号:2012ZYH110);国家科技支撑计划(编号:2014BAD05B02)。

作者简介:曲继松(1980—),男,吉林永吉人,硕士,副研究员,从事设施环境调控和生物质基质化利用研究。E-mail: qujsl19@126.com。

表 1 各处理基本状况

处理	剂量	使用方式
T ₁ (CK ₁)		
T ₂ (CK ₂)	纤维素酶 15 kg/hm ²	整地拌入
T ₃ (CK ₃)	高丹草 30 000 kg/hm ²	整地拌入
T ₄	纤维素酶 15 kg/hm ² + 高丹草 30 000 kg/hm ²	整地拌入

物检测对象主要为:真菌、细菌、镰刀菌、放线菌、芽孢杆菌。细菌、芽孢菌采用牛肉膏蛋白胨培养基培养,真菌、镰刀菌采用孟加拉红培养,放线菌采用高氏培养基培养,均采用稀释平板计数法计数^[6-7]。其中镰刀菌数据不规律,未作分析。

共测定 3 个平行样本,每个样本测量 3 次,结果取平均值。数据处理和作图采用 DPS 3.01 软件、Excel,用 Duncan's 新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

表 2 添加纤维素酶对绿肥还田设施土壤酶活性的影响

处理	蔗糖酶活性 (mg/g)	脲酶活性 (mg/g)	磷酸酶活性 (mg/g)	多酚氧化酶活性 (mg/g)
T ₁	0.554 3 ± 0.002 0c	0.654 9 ± 0.003 2c	1.453 3 ± 0.014 2c	0.666 3 ± 0.006 2c
T ₂	0.558 2 ± 0.002 8c	0.663 1 ± 0.005 6c	1.454 6 ± 0.012 1c	0.676 8 ± 0.002 6c
T ₃	0.599 7 ± 0.003 3b	0.875 8 ± 0.005 5b	1.760 9 ± 0.009 8b	0.852 2 ± 0.004 7b
T ₄	0.683 1 ± 0.004 1a	0.974 9 ± 0.004 7a	1.892 1 ± 0.015 1a	0.891 8 ± 0.003 7a

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。下表同。

土壤磷酸酶是植物根系与微生物的分泌产物,与土壤磷素转化密切相关,是土壤磷素肥力的指标。在磷酸酶活性方面,从表 2 可以看出,T₄ 处理(1.892 1 mg/g)磷酸酶活性高于 T₁ 处理(1.453 3 mg/g) 30.19%,T₄ 处理比 T₂ (CK₂) 处理高 30.08%,比 T₃ (CK₃) 处理高 7.45%,而且处理间有显著差异。

土壤多酚氧化酶主要来源于根圈微生物、植物根系分泌物及动植物残体分解释放的酶,是一种复合性酶。其大小关系依然是 T₄ > T₃ > T₂ > T₁,且处理间有显著差异。其中 T₄ 处理比 T₃ 处理高 4.65%,T₂ 处理比 T₁ 处理高 1.58%,但 T₃ 处理比 T₁ 处理高 27.90%,T₄ 处理比 T₂ 处理高 31.77% (表 2),因此可以判断:绿肥还田比添加纤维素酶更有益于土壤多酚氧化酶活性的增强。

2.2 添加纤维素酶对绿肥还田设施土壤微生物种群数量的影响

从表 3 可知,T₄ 处理的细菌数量最大,为 2.09 × 10⁶ 个/g,其数量远远高于其他处理,且各处理差异显著;其中 T₄ 处理比 T₃ 处理高 9.42%,T₂ 处理比 T₁ 处理高 8.51%,但 T₃ 处理比 T₁ 处理高 35.46%,T₄ 处理比 T₂ 处理高 36.60%,T₃ 处理比 T₂ 处理高 24.84%,因此可以得出:绿肥还田比添加纤维素酶更有益于细菌数量的增加。

表 3 添加纤维素酶对绿肥还田设施土壤微生物种群数量的影响

处理	细菌 (10 ⁶ 个/g)	真菌 (10 ³ 个/g)	放线菌 (10 ⁵ 个/g)	芽孢杆菌 (10 ⁵ 个/g)
T ₁	1.41 ± 0.08d	1.13 ± 0.12c	4.77 ± 0.18c	2.12 ± 0.23d
T ₂	1.53 ± 0.09c	1.19 ± 0.18b	4.97 ± 0.43b	2.30 ± 0.21c
T ₃	1.91 ± 0.17b	1.21 ± 0.15b	5.87 ± 0.34a	3.42 ± 0.16b
T ₄	2.09 ± 0.21a	1.27 ± 0.09a	6.02 ± 0.43a	3.96 ± 0.11a

注:微生物均以干土含量计算。

2.1 添加纤维素酶对绿肥还田设施土壤酶活性的影响

由表 2 可见,单独添加纤维素酶制剂对设施土壤蔗糖酶活性影响较小,影响差值仅为 0.70%,差异不显著;绿肥还田过程中添加纤维素酶制剂可显著提高设施土壤蔗糖酶活性,绿肥还田过程中添加纤维素酶制剂的 T₄ 处理比单一绿肥还田的 T₃ 处理高 13.91%,比单一施用纤维素酶制剂的 T₂ 处理高 22.38%,比对照 T₁ 处理高 23.24%;单一施用纤维素酶制剂的 T₂ 处理比单一绿肥还田的 T₃ 处理低 6.92%。

脲酶能够催化尿素水解成二氧化碳、氨气,其活性的高低在一定程度上反映了土壤供氮水平状况^[14]。在脲酶活性方面,绿肥还田过程中添加纤维素酶制剂的 T₄ 处理比单一绿肥还田的 T₃ 处理高 11.32%,比单一施用纤维素酶制剂的 T₂ 处理高 47.02%,比对照 T₁ 处理高 48.86%;单一施用纤维素酶制剂的 T₂ 处理比空白对照 T₁ 处理高 1.25%,单一施用纤维素酶制剂的 T₂ 处理比单一绿肥还田的 T₃ 处理低 24.29%。

由表 3 还可以看出,T₄ 处理的真菌数量最高,为 1.27 × 10³ 个/g,与其他处理之间差异显著,T₄ 处理比 T₃ 处理高 4.96%,T₂ 处理比 T₁ 处理高 5.31%,但 T₃ 处理比 T₁ 处理高 7.08%,T₄ 处理比 T₂ 处理高 6.72%,T₃ 处理比 T₂ 处理高 1.68%,可见绿肥还田与添加纤维素酶对真菌数量的影响差异不显著。

放线菌和芽孢杆菌数量变化规律与细菌、真菌相似,T₄ 处理的放线菌数量和芽孢杆菌的数量均为最多,分别达到 6.02 × 10⁵、3.96 × 10⁵ 个/g,CK₁ (T₁) 处理均为最少,且大小关系均为 T₄ > T₃ > T₂ > T₁,只是差异大小不同。在放线菌数量变化方面,T₄ 处理与 T₃ 处理差异不显著,较 T₂、T₁ 处理显著,而芽孢杆菌数量变化方面各处理差异显著(表 3)。

3 结论

土壤蔗糖酶是评价土壤中物质转化强度的酶类,其活性不仅可以表征土壤生物学活性的强度,也可以作为评价土壤熟化程度和肥力水平的指标。绿肥还田过程中添加纤维素酶制剂处理的土壤蔗糖酶活性比不作任何处理的 T₁ 处理高 23.24%,差异极显著。在脲酶方面,绿肥还田过程中添加纤维素酶制剂的 T₄ 处理比 T₁ 处理高 48.86%;T₄ 处理(1.892 1 mg/g) 磷酸酶活性高于 CK₁ (1.454 6 mg/g) 30.19%;T₄ 处理的土壤多酚氧化酶活性比 T₁ 处理高 33.84%;本试验结果表明:单独添加纤维素酶制剂能够增强多种土壤酶活性,但差异不显著,而绿肥还田能够显著增强多种土壤酶活性,同时绿肥还田过程中添加纤维素酶制剂也能够显著增加多种土壤酶活性。

土壤微生物量与土壤的肥力相关,土壤的有机质含量越高,其微生物量也越大,土壤中细菌、放线菌密度也高;随着土

韦 颖,李鹏善,曹晨亮,等. 酸模叶蓼对水位变化的生长响应[J]. 江苏农业科学,2016,44(5):486-489.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.05.139

酸模叶蓼对水位变化的生长响应

韦 颖¹,李鹏善¹,曹晨亮¹,洪 为²,袁和忠³,安树青¹

(1. 南京大学生命科学学院湿地生态研究所,江苏南京 210046; 2. 南京林业大学生物与环境学院,江苏南京 210037;
3. 南京信息工程大学环境科学与工程学院,江苏南京 210044)

摘要:以酸模叶蓼(*Polygonum lapathifolium* L.)为对象,研究其在周期性波动水位和稳定水位下的形态和生理响应,探索酸模叶蓼对水位变化的适应特征。结果表明,酸模叶蓼在 10 cm 水位波动条件下处理 6 d 时,可溶性蛋白含量与对照相比有显著性差异,株高增幅和叶绿素含量与对照无显著性差异;15 cm 稳定水位条件下,处理 3 d 时酸模叶蓼植株株高增幅显著高于其他处理,可溶性蛋白含量相对最低;波动水位下,不同处理时间酸模叶蓼的叶绿素含量没有显著性差异。波动水位可有效减少水淹胁迫对酸模叶蓼的伤害,提高酸模叶蓼对水位变化的抗性;低水位对酸模叶蓼的影响很小,酸模叶蓼在高水位下具有很好的形态可塑性和生理耐受性。

关键词:酸模叶蓼;水位;适应特征;叶绿素;可溶性蛋白;波动;稳定

中图分类号: Q945.78 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)05-0486-04

生境水位是决定挺水植物生长和繁殖的主要因素之一,在长时间高水位的条件下,挺水植物存活率会降低^[1]。湿地植物在自然情况下,常常面临水位变化的环境胁迫,且不同植物表现出一定的差异性^[2-3]。湿地植物在受到水淹胁迫时,其形态、解剖和生理生化特征发生改变,植物的根、茎、叶生长形态、体内碳水化合物、生长激素、光合特性等发生变化,植物偏上性生长、茎部伸长、产生不定根^[4-8]。

淮河流域地处我国中东部,面积约为 27 万 km²,受东亚季风气候影响,四季降水多寡分明,特别是 6—9 月降水量集

中,流域径流量大、水位短期波动明显。在这一生境下,河岸植物需要对短期水位波动具有很好的适应性才能维持正常生长,而目前相关性研究较少。酸模叶蓼(*Polygonum lapathifolium* L.)是淮河流域常见的湿生植物,为蓼科蓼属一年生直立草本植物,株高 50~80 cm,茎直立,有分枝,具有生物量大、适应强、易繁殖等特点,广泛分布于陆地和各水域^[9]。酸模叶蓼既可以作为景观植物,也是一种环境修复植物^[10],对水位变化有较强的耐受范围^[11]。本试验选取酸模叶蓼为对象,研究水位变化对酸模叶蓼短期形态学及生理学适应特征的影响,为酸模叶蓼进一步现实应用提供科学依据。

收稿日期:2015-03-30

基金项目:国家水体污染控制与治理科技重大专项(编号:2012ZX07204-004)。

作者简介:韦 颖(1989—),女,江苏徐州人,硕士研究生,主要从事湿地生态学研究。E-mail:543924843@qq.com。

通信作者:安树青,教授,主要从事湿地生态学研究。E-mail:anshq@nju.edu.cn。

壤有机质含量下降,细菌、放线菌生长受到抑制^[6]。在微生物种群数量方面,T₄处理的细菌数量比T₁处理高48.23%,T₄处理的真菌数量比T₁处理高12.39%;放线菌、芽孢杆菌数量变化规律与细菌、真菌相似,T₄处理的放线菌、芽孢杆菌数量均最多,分别比T₁处理高26.21%、86.79%。在绿肥还田过程中添加纤维素酶制剂处理的设施土壤细菌、放线菌、真菌、芽孢杆菌数量显著增加。结果表明,绿肥还田过程中添加纤维素酶制剂更有利于土壤微生物的快速增加,从而提高土壤的有机质含量。

参考文献:

[1] Vargas Gil S, Meriles J, Conforto C, et al. Response of soil microbial communities to different management practices in surface soils of a soybean agroecosystem in Argentina[J]. European Journal of Soil Biology, 2011, 47(1): 55-60.

1 材料与方法

1.1 材料选取和栽培

2014年6月,沿郑州贾鲁河的支流索须河沿岸河滩(34°53′00.84″N, 113°36′15.11″E—N: 34°53′02.50″N, 113°36′21.42″E),挖取大小相近的幼苗迅速带回南京大学

[2] Sotomayor - Ramírez D, Espinoza Y, Acosta - Martínez V. Land use effects on microbial biomass C, β -glucosidase and β -glucosaminidase activities, and availability, storage, and age of organic C in soil[J]. Biology & Fertility of Soils, 2009, 45(5): 487-497.

[3] Sanchez - Moreno S, Ferris H, Young - Mathews A A, et al. Abundance, diversity and connectance of soil food web channels along environmental gradients in an agricultural landscape[J]. Soil Biology & Biochemistry, 2011, 43(12): 2374-2383.

[4] 全国土壤普查办公室. 中国土壤[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.

[5] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1986: 260-376.

[6] 韩宝坤, 杜艳华. 非无菌操作下分离尖孢镰刀菌的培养基[J]. 植物病理学报, 2001, 31(4): 373-373.

[7] 李卓棣, 喻子牛, 何绍江. 农业微生物学实验技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996: 305-306.