

陈小锦,沈鹏飞,陈博阳,等.不同蚓粪添加量对红壤微生物及酶活性的影响[J].江苏农业科学,2016,44(11):443-445.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.11.127

# 不同蚓粪添加量对红壤微生物及酶活性的影响

陈小锦<sup>1,5</sup>, 沈鹏飞<sup>1,4</sup>, 陈博阳<sup>1</sup>, 王露<sup>1</sup>, 曹雪林<sup>2</sup>, 张文清<sup>3</sup>, 余彬彬<sup>1</sup>, 姚粉霞<sup>1</sup>, 盛海君<sup>1</sup>, 钱晓晴<sup>1</sup>

(1.扬州大学环境科学与工程学院,江苏扬州 225009; 2.江苏科力农业资源科技有限公司,江苏常州 213115;

3.宿迁禾润农业发展有限公司,江苏宿迁 223834; 4.江苏省泰州市姜堰区俞垛镇人民政府,江苏泰州 225509;

5.启东市环保局,江苏启东 226200)

**摘要:**采用江西鹰潭红壤为材料,在适当培养与稳定之后用于白菜栽培试验,测定种植后混合物的微生物生物量及酶活性。试验共设 5 个处理,蚯蚓粪占混合物的质量分数分别为 0、5%、10%、15%、20%。结果表明:添加适量的蚯蚓粪可以提高红壤微生物的生物量,从而提高红壤肥力及养分有效性;添加适量的蚯蚓粪也可以提高多种酶活性,从而提高红壤生物活性和红壤肥力,改善红壤生态环境。

**关键词:**蚯蚓粪;红壤微生物;酶活性

**中图分类号:** S154 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)11-0443-02

土壤微生物是土壤有机质的活性部分,也是土壤中最活跃的因子<sup>[1]</sup>。研究土壤微生物量对了解土壤肥力、土壤养分植物有效性以及土壤养分转化、循环具有重要意义<sup>[2-3]</sup>。土壤酶来自于微生物、植物和动物的活体或残体,是土壤的重要组成部分,能加速土壤有机质的化学反应<sup>[4-6]</sup>。土壤酶活性是土壤生物活性和土壤肥力的重要指标<sup>[7-8]</sup>。土壤酶活性受多种因素的影响,而活性的改变会影响土壤养分释放,从而影响作物生长<sup>[9-10]</sup>。本试验以江西鹰潭红壤为研究对象,在土壤中充分融合不同比例的蚯蚓粪,探讨蚯蚓粪对红壤微生物及酶活性的影响,以此来评价红壤肥力、养分有效性和红壤生态环境,判断蚯蚓粪对红壤生态环境造成的影响<sup>[11-12]</sup>。

## 1 材料与方法

试验于 2014 年 6—12 月在扬州大学环境科学与工程学院测试中心及盆栽试验场进行。

### 1.1 试验材料

本研究所用材料包括红壤(采自江西鹰潭)、蚯蚓粪(采自扬州大学试验农牧场奶牛场蚯蚓消解基地)。供试白菜品种为四月慢。

### 1.2 试验设计

试验设 5 个处理,蚓粪的添加量(按质量计算)分别为(红壤与蚯蚓粪)混合物的 0(CK)、5%(T1)、10%(T2)、15%(T3)、20%(T4),各处理重复 3 次。每盆装混合物 1 kg,备用。

2014 年 10 月 25 日播种 50 粒/盆白菜种子,薄层覆盖后定量浇水,置于日光下培养,试验期间根据实际情况适量补水,保持水分条件一致,于 11 月 30 日采收,并同时取土样。

收稿日期:2015-09-23

基金项目:江苏省产学研合作前瞻性联合研究项目(编号:BY2013063-09);江苏省常州市科技计划(编号:CE20142005)。

作者简介:陈小锦(1991—),男,江苏泰州人,硕士,主要从事农业资源利用方面的理论与技术研究。E-mail:1227889252@qq.com。

通信作者:钱晓晴,教授,主要从事资源环境科学领域的教学与研究。E-mail:xiaoqingqian@163.com。

2014 年 12 月对所取土样进行微生物及酶活性的测定。

### 1.3 测定项目与方法

土壤微生物数量及种类采用平板计数法进行测定;脲酶活性采用尿素残留量法进行测定;土壤磷酸酶活性采用 PNPP 比色法进行测定;土壤脱氢酶活性采用 TTC 分光光度法进行测定;土壤过氧化氢酶活性采用高锰酸钾滴定法进行测定。

### 1.4 数据分析与统计方法

对所获得的数据采用 Excel 2003、SPSS 等软件进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同蚯蚓粪添加量对红壤微生物数量的影响

从图 1 可以看出,随着蚯蚓粪添加量的增加,土壤细菌数不断增加,并且增长的速度不断提高。由此可知,刚开始添加蚯蚓粪时,土壤细菌数量的增加主要是由于蚯蚓粪中存在大量微生物。当蚯蚓粪含量 >5% 后,土壤细菌数显著增加,这说明蚯蚓粪不仅直接带入大量细菌,同时还能促进红壤中细菌的生长繁殖。

在蚯蚓粪添加量处于低水平(<5%)时,红壤中放线菌数量显著提高。然而,蚯蚓粪含量超过 5% 之后,放线菌数量基本保持不变,有微弱的减少趋势。真菌数量随着蚯蚓粪含量的提高基本保持不变,这表明蚯蚓粪对红壤内的真菌数量无明显作用。

### 2.2 不同蚯蚓粪添加量对红壤微生物种类的影响

从图 2 可以看出,随着蚯蚓粪添加量的提高,红壤细菌种数总体不断提高。在蚯蚓粪添加量 <5% 时,细菌种类提高,这可能是因为蚯蚓粪本身的细菌引入;但随后有短暂的下滑,这可能是因为细菌之间的生长存在拮抗作用;之后细菌种数又重新开始增加。

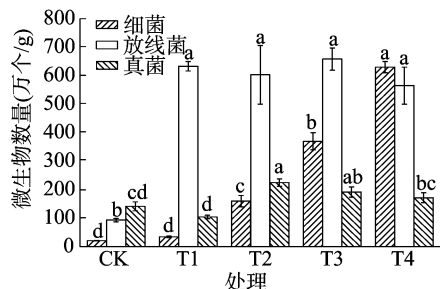
随着蚯蚓粪添加量的提高,放线菌的种类也不断提高,直到蚯蚓粪达到较高水平(15%)后,放线菌种类有减少的趋势。

蚯蚓粪添加量 <5% 或 >10% 时,随着蚯蚓粪添加量的提高,真菌种数基本保持不变,这表明蚯蚓粪对红壤内的真菌种

类也无明显作用。由图2可见,当蚯蚓粪添加量 $>5\%$ 后,真菌种数显著减少,然而真菌的数量并没有减少,这说明蚯蚓粪添加量在 $5\% \sim 10\%$ 时,真菌群落之间的生长竞争剧烈,导致某些群落的消亡。

### 2.3 不同蚯蚓粪添加量对红壤脲酶活性的影响

脲酶在土壤酶系研究中是比较深入的,其酶促反应产物氨是植物氮源之一,其活性反映土壤有机态氮向有效态氮的转化能力和土壤无机氮的供应能力。同时,脲酶与土壤其他



图中不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P < 0.05$ )。下同

图1 不同处理中红壤微生物数量的变化

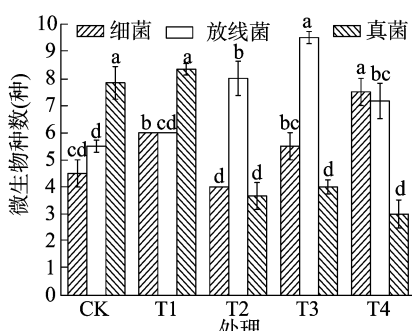


图2 不同处理中红壤微生物种类的变化

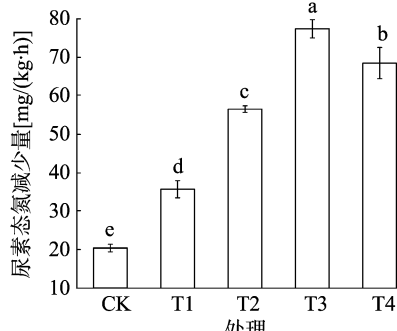


图3 不同处理中红壤脲酶活性的变化

### 2.4 不同蚯蚓粪添加量对红壤磷酸酶活性的影响

土壤磷酸酶是催化土壤中磷酸单酯和磷酸二酯水解的酶,能将有机磷酸水解为无机磷酸,土壤中有机磷在它的作用下转化成可供植物吸收的无机磷。所以,土壤磷酸酶的活性直接影响土壤中磷的有效性。土壤磷酸酶根据 pH 值不同分为酸性磷酸酶、碱性磷酸酶和中性磷酸酶。本试验研究的是酸性磷酸酶。从图4可以看出,当蚯蚓粪添加量较小时,随着蚯蚓粪添加量的增加,红壤酸性磷酸酶活性不断提高。由此可知,添加蚯蚓粪可以提高红壤酸性磷酸酶活性,土壤磷酸酶可水解土壤有机磷化合物释放出无机磷,为植物提供磷素营养,提高土壤无机磷含量,从而改善红壤磷素极缺的现象。但蚯蚓粪添加量超过 $10\%$ 后,土壤的酸性磷酸酶活性略有下降或上升但基本不变,可能是因为随着蚯蚓粪添加量的提高,红壤的 pH 越来越高,当蚯蚓粪添加量超过 $10\%$ 时,红壤 pH 已接近中性,所以酸性磷酸酶几乎保持不变。

### 2.5 不同蚯蚓粪添加量对红壤脱氢酶活性的影响

土壤脱氢酶属于氧化还原酶系,脱氢酶能酶促脱氢反应,起着氢的中间传递体作用,能从一定的基质中析出氢或氢的

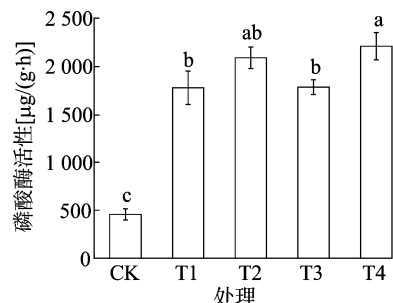


图4 不同处理中红壤磷酸酶活性的变化

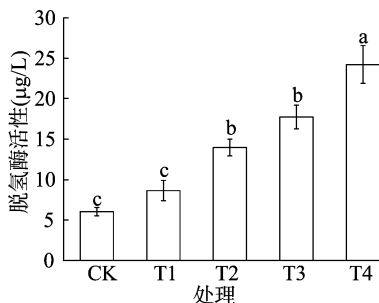


图5 不同处理中红壤脱氢酶活性的变化

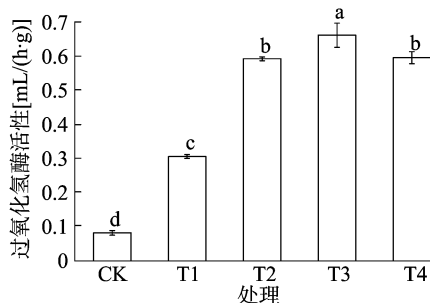


图6 不同处理中红壤过氧化氢酶活性的变化

## 3 结论与讨论

本研究结果表明,适量添加蚯蚓粪可以提高红壤中微生物的生物量。一方面,添加蚯蚓粪会增加微生物的数量,提高

因子(有机质含量、微生物数量)有关。研究土壤脲酶转化尿素的作用及其调控技术,对提高尿素氮肥利用率有重要意义。从图3可以看出,在蚯蚓粪添加量 $<15\%$ 时,随着蚯蚓粪添加量的增加,红壤脲酶活性不断提高。可知添加蚯蚓粪可以明显提高红壤脲酶活性,从而可以提高尿素氮的利用率。但当蚯蚓粪添加量超过 $15\%$ 后,土壤的脲酶活性反而开始下降,由此可知,蚯蚓粪添加量过高反而会抑制脲酶的活性,降低有机质的利用效率。

供体而进行氧化作用,反映土壤微生物新陈代谢的整体活性,可以作为微生物氧化还原能力的指标,在生物动力学的研究中极受重视。从图5可以看出,随着蚯蚓粪添加量的提高,红壤脱氢酶活性不断提高,即蚯蚓粪可以明显提高土壤的脱氢酶活性,提高土壤微生物的氧化还原能力,改善土壤酶的活性性状及肥力状况。

### 2.6 不同蚯蚓粪添加量对红壤过氧化氢酶活性的影响

过氧化氢酶广泛存在于土壤中和生物体内。土壤过氧化氢酶促进过氧化氢的分解,有利于防止它对生物体的毒害作用。过氧化氢酶活性与土壤有机质含量有关,与微生物数量也有关。土壤肥力因子与过氧化氢酶活性成正比。由图6可以看出,在蚯蚓粪添加量 $<15\%$ 时,随着蚯蚓粪添加量的提高,红壤过氧化氢酶活性不断提高,由此可知添加蚯蚓粪可以提高红壤的过氧化氢酶活性,减轻有害物质的积累,改善土壤安全及肥力状况。但当蚯蚓粪添加量超过 $15\%$ 后,土壤的过氧化氢酶活性有所下降,由此可知蚯蚓粪含量过高也会抑制过氧化氢酶的活性。

土壤的生物活性。添加量较小( $<5\%$ )时,增加的微生物主要为放线菌;添加量 $>5\%$ 后,增加的微生物主要为细菌;真菌不是微生物增加的主要因素。另一方面,添加蚯蚓粪会使红壤微生物种数总体不断提高。随着蚯蚓粪添加量的提高,细

孟 煜,唐婉莹,韩士群. 芦苇蒸汽爆破加酶水解制备低聚木糖的条件优化[J]. 江苏农业科学,2016,44(11):445-449.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.11.128

# 芦苇蒸汽爆破加酶水解制备低聚木糖的条件优化

孟 煜<sup>1,2</sup>, 唐婉莹<sup>1</sup>, 韩士群<sup>2</sup>

(1. 南京理工大学化工学院, 江苏南京 210094; 2. 江苏省农业科学院农业资源与环境研究所, 江苏南京 210014)

**摘要:**为探索芦苇资源化利用——生成低聚木糖的方法,采用蒸汽爆破预处理芦苇秸秆再辅以酶解制取低聚木糖的方式,分别考察不同压力下直接爆破及加碱处理爆破的汽爆效果,同时探究最佳预处理物料制备低聚木糖的酶解条件。研究表明,蒸汽爆破可以有效破坏芦苇纤维形态,加碱爆破的芦苇纤维断裂更为明显;加碱爆破后还原糖、可溶性总糖、低聚木糖溶出量较低,但木聚糖的含量相对较高,更为适合低聚木糖的生产。选取加碱爆破芦苇原料生产低聚木糖的最佳酶解条件为固液比 1 g : 10 mL、温度 45 ℃、pH 值 4.8、加酶量 5% (占芦苇干物质量比)、酶解时间 24 h,所得低聚木糖可达芦苇干物质量的 14.0%;在最佳酶解条件下,得到的低聚木糖主要成分为木二糖,在 24 h 达到最大值,占芦苇干物质量的 12.3%;同时还含有少量的木三糖,含量在 18 h 达到最大值,可达到芦苇干物质量的 1.7%。

**关键词:**芦苇;资源化利用;蒸汽爆破;酶解;低聚木糖

**中图分类号:**S564<sup>+</sup>.201 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2016)11-0445-05

我国目前拥有大量芦苇资源,太湖就有超过 100 km 的岸线生长芦苇。据王丹等报道,太湖湿地整个生长季,芦苇地上生物量最大值能达到 2 219.46 g/m<sup>2</sup>。但绝大部分芦苇收割后无处利用被肆意堆放,或者被大量焚烧,造成严重的环境问题<sup>[1]</sup>。相关研究表明,芦苇中主要成分为棕纤维素和木质素,木聚糖能占到棕纤维素含量的 30% 左右,可作为低聚木

糖的生产原料<sup>[2]</sup>。众多学者都进行了制备低聚木糖的研究,许晓燕等进行了从花生壳中制取低聚木糖的相关研究<sup>[3]</sup>,段永忠等探究了利用甘蔗渣制取低聚木糖的方法<sup>[4]</sup>,王远等从麦麸中成功得到了低聚木糖<sup>[5]</sup>,但是关于利用芦苇原料制取低聚木糖的方法还未见相关报道。

关于从农林植物中提取木聚糖的研究,Sasaka 提出用直接高温蒸煮提取法来制取木聚糖提取液,但其中副反应较多,提取液中还原糖与总糖之比较低,不利于低聚木糖的生产<sup>[6]</sup>;刘宝亮等采用稀碱溶液浸泡或者同时将浸泡液升高到一定温度来提取木聚糖,但此方法需要耐腐蚀的设备,还需要解决碱水废液污染环境的问题,生产成本较高<sup>[7]</sup>;邵佩兰等采用稀酸溶液一定温度预浸后高温蒸煮的方式来制取木聚

收稿日期:2015-11-14

基金项目:太湖水污染治理专项(编号:TH2013211)。

作者简介:孟 煜(1990—),男,安徽六安人,硕士,实验师,主要从事化学工艺方面研究。E-mail:844918096@qq.com。

通信作者:韩士群,研究员,从事水体生态修复植物的资源化利用研究。E-mail:shqunh@126.com。

菌及放线菌种数增加的趋势比较明显,真菌种数在 5% ~ 10% 时骤降。

添加蚯蚓粪还可以改善红壤的酶活性状况。随着蚯蚓粪添加量的提高,土壤脲酶活性、磷酸酶活性、脱氢酶活性、过氧化氢酶活性均呈上升趋势,从而可以提高土壤生物活性和土壤肥力状况。当蚯蚓粪添加量较小时,随着蚯蚓粪添加量的增加,红壤磷酸酶活性不断提高,但蚯蚓粪添加量超过 10% 后,土壤的酸性磷酸酶活性基本不变,可能是因为当蚯蚓粪添加量超过 10% 时,红壤 pH 值已接近中性,所以酸性磷酸酶几乎保持不变。根据微生物及酶活性的规律,添加 10% 蚯蚓粪综合作用效果最好。

## 参考文献:

- [1] Paul E A, Ladd J N, eds. Soil Biochemistry[M]. New York: Marcel Kckker Inc, 1981(5): 415-471.
- [2] Stevenson F J. Cycles of soil carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients[M]. New York: John Wiley & Sons Ltd, 1987.
- [3] Smith J L, Paul E A. The significance of soil microbial biomass estimations[M]//Bollag J N, Stotzky G. Soil biochemistry: V. 6. New

York: Marcel Dekker Inc, 1991: 359-396.

- [4] 周礼恺. 土壤酶学[M]. 北京: 科学出版社, 1987: 180-201.
- [5] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1983: 320-323.
- [6] 尹 君, 高如泰, 刘文菊, 等. 土壤酶活性与土壤 Cd 污染评价指标[J]. 农业环境保护, 1999, 18(3): 130-132.
- [7] Tu C M. Effects of four experimental insecticides on enzyme activities and levels of adenosine triphosphate in mineral and organic soils[J]. Sci Health J Environ Part B, 1990, 25(6): 787-800.
- [8] 陈恩凤. 土壤酶与土壤肥力研究[M]. 北京: 科学出版社, 1979: 54-61.
- [9] 郑 巍, 刘惠君, 刘维屏. 吡虫啉及代谢产物对土壤过氧化氢酶活性的影响[J]. 中国环境科学, 2000, 20(6): 524-527.
- [10] 郭 明, 尹亚梅, 何良荣, 等. 农用化学物质对土壤脲酶活性的影响[J]. 农业环境保护, 2000, 19(2): 68-71.
- [11] 邱莉萍, 刘 军, 王益全, 等. 土壤酶活性与土壤肥力的关系研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(3): 277-280.
- [12] 戴 伟, 陈晓东. 北京低山地区土壤酶活性与土壤理化性质的关系[J]. 河北林学院学报, 1995, 10(1): 13-18.