

谢修鸿,王晓红,刘玉伟,等.不同有机物料复合对土壤微生物呼吸作用的影响[J].江苏农业科学,2014,42(1):281-283.

# 不同有机物料复合对土壤微生物呼吸作用的影响

谢修鸿<sup>1</sup>,王晓红<sup>1</sup>,刘玉伟<sup>1</sup>,梁运江<sup>2</sup>

(1.长春大学园林学院,吉林长春 130022; 2.延边大学农学院,吉林龙井 133400)

**摘要:**采用室内培养试验方法,研究有益复合菌与菌糠等有机物料复合对土壤微生物呼吸作用的影响。结果表明,有益复合菌与菌糠等有机物料复合均可提高土壤微生物 CO<sub>2</sub> 释放量,有益复合菌与不同有机物料复合 CO<sub>2</sub> 释放能力不同,以麦麸为主体采用玉米秸秆调节碳氮比处理有利于 CO<sub>2</sub> 释放,以菌糠调节碳氮比处理的 CO<sub>2</sub> 释放能力不及麦麸;以菌糠、麦麸、玉米秸秆为主体添加菌剂对土壤微生物 CO<sub>2</sub> 释放量有影响,但差异不显著。结果表明,以土壤微生物呼吸作用来评价土壤生物总体活性的影响,选择适宜有益复合菌适合的有机载体非常必要。

**关键词:**菌剂;菌糠;有机物料;土壤微生物;呼吸作用

**中图分类号:** S154.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)01-0281-03

土壤微生物是植物养料转化、有机碳代谢及污染物降解的驱动力,在土壤肥力和生态系统中具有重要作用。土壤微生物活动中释放 CO<sub>2</sub> 的过程可用来衡量土壤微生物的活性。土壤环境条件及养分耗竭状况影响土壤微生物的数量及比例<sup>[1]</sup>。随种植制度的演变,复种指数增加,土壤微生物活性变化,土壤性质恶化,农作物病虫害日趋严重等,从而应运而生了高新生物技术研制而成的新型生物菌剂<sup>[2-6]</sup>,此类菌剂在改善土壤微生物菌群、抑制土壤病原菌繁殖、活化土壤有机

与无机养分,提高肥效率、促进作物循环、长效吸收利用,改善土壤团粒结构、消除板结、提高保水保肥能力,增强抗逆能力等方面可发挥较好效果。相关菌剂与不同有机物料复合对土壤呼吸作用的影响研究较少。本试验采用室内碱液吸收法,研究菌剂与菌糠等有机物料复合对土壤呼吸作用的影响,探寻菌剂施用适宜的有机载体,为菌剂发挥有效功能提供科学依据。

## 1 材料与与方法

### 1.1 土壤与有机物料

土壤:采集于吉林省松原市风沙土(原种植作物:玉米)。土壤 pH 值为 8.1,含有机质 8.56 g/kg、全氮 0.47 g/kg、全磷 0.45 g/kg、碱解氮 42.21 mg/kg、速效磷 2.38 mg/kg。

收稿日期:2013-05-02

基金项目:吉林省教育厅“十二五”科技计划[编号:吉教科合字 2012(259)]。

作者简介:谢修鸿(1972—),女,吉林长春人,博士,讲师,主要从事废弃物利用与土壤改良研究。E-mail: yuxieoran@163.com。

[10] 杨承栋. 森林土壤研究几个方面的进展[J]. 世界林业研究, 1994, 7(4): 14-20.

[11] 蔡信之,黄君红. 微生物学[M]. 2版. 北京:高等教育出版社, 2002:333-354.

[12] 杨玉盛,李振问,俞新妥,等. 南平溪后杉木林取代杂木林后土壤肥力变化的研究[J]. 植物生态学报,1994,18(3):236-242.

[13] 廖仰南,张桂芝,王芳玫. 内蒙古草原土壤微生物生态学研究 I. 锡林河流域土壤微生物的季节变化及其土层垂直分布[C]//中国科学院内蒙古草原生态系统定位站. 草原生态系统研究:第三集. 北京:科学出版社,1988:166-194.

[14] 郭继勋,祝廷成. 羊草草原土壤微生物的数量和生物量[J]. 生态学报,1997,1(1):80-84.

[15] 毛玉东,梁社往,何忠俊,等. 土壤 pH 对滇重楼生长、养分含量和总皂甙含量的影响[J]. 西南农业学报,2011,24(3):985-989.

[16] 张星杰,刘景辉,李立军,等. 保护性耕作方式下土壤养分、微生物及酶活性研究[J]. 土壤通报,2009,40(3):542-546.

[17] Glick B R, Bashan Y. Genetic manipulation of plant growth - promoting bacteria to enhance biocontrol of phytopathogens [J]. Biotechnology Advances, 1997, 15(2): 353-378.

[18] Cavicchioli R, Siddiqui K S, Andrews D, et al. Low - temperature extremophiles and their applications [J]. Current Opinion in Biotechnology, 2002, 13(3): 253-261.

[19] 戴雅婷,闫志坚,王慧,等. 油蒿根际土壤微生物数量及其与土壤养分的关系[J]. 中国草地学报,2012,34(2):71-75.

[20] Rao A V, Venkateswarlu B. Microbial ecology of the soil of Indian desert [J]. Agriculture Ecosystem and Environment, 1983, 10(4): 361-370.

[21] 尚爱军. 黄土高原植被恢复存在的问题及对策研究[J]. 西北林学院学报,2008,23(5):46-50,54.

[22] 刘增文,刘卓玛姐,段而军,等. 黄土高原半湿润丘陵区林下植物群落数量特征研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2008,36(10):74-80.

[23] 李 颀,张金池,王 丽,等. 上海市沿海防护林土壤微生物三大类群变化特征[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2010,34(1):43-47.

[24] 周智彬,李培军. 塔克拉玛干沙漠腹地人工绿地土壤中微生物的生态分布及其与土壤因子间的关系[J]. 应用生态学报, 2003, 14(8): 1246-1250.

[25] 郑诗樟,肖青亮,吴蔚东,等. 丘陵红壤不同人工林型土壤微生物类群、酶活性与土壤理化性状关系的研究[J]. 中国生态农业学报,2008,16(1):57-61.

[26] 张崇邦,杨靖春,管致锦,等. 羊草草原土壤微生物的分布及其与土壤因子之间的关系[J]. 植物生态学报,1995,19(4):368-374.

有机物料:菌糠(以木屑为主要材料的混合菌糠:黑木耳、滑子蘑与杏孢菇混合物料)、麦麸、玉米秸秆,3种物料风干粉碎后,均过1 mm筛,供培养用。麦麸、菌糠、玉米秸秆碳氮比(C/N)分别为12.7:1、38.2:1、88.7:1。

### 1.2 试验设计

菌糠、麦麸、玉米秸秆以及通过菌糠等调节C/N的麦麸的添加量为土壤干重的5%,设如下处理:(1)对照,菌糠(J0);(2)菌糠添加有益复合菌(J1);(3)菌糠调节C/N后添加有益复合菌(J2);(4)麦麸(M0);(5)麦麸添加有益复合菌(M1);(6)麦麸添加玉米秸秆加有益复合菌(M2);(7)麦麸添加菌糠加有益复合菌(M3);(8)玉米秸秆(G1);(9)玉米秸秆添加有益复合菌(G2),(1)以空白处理作为对照(CK)。不同处理混匀后将其含水量调至田间持水量的60%放入培养箱中,在(28±1)℃恒温培养77d,每隔3d用称重法补充水分。培养第1、2、7天及以后每隔1周测定CO<sub>2</sub>释放量。培养试验土样为鲜土,含水量8.12%。有益复合菌购于广州农冠。

### 1.3 测定方法

CO<sub>2</sub>呼吸量测定采用密闭碱液吸收法。取500 mL广口瓶,瓶内装有不同处理鲜样本100 g,样本含水量为田间持水量的70%;在此广口瓶中放入50 mL广口瓶,内有40 mL 0.5 mol/L NaOH溶液密封,于28℃恒温箱内培养不同时间取出,以酚酞为指示剂,采用0.5 mol/L HCL溶液滴定。同时,另取同样容积的广口瓶同上处理,以不加土壤作为对照。根据两者之差,求出消耗用于吸收土壤CO<sub>2</sub>的0.5 mol/L NaOH的量。按每消耗0.1 mol/L的NaOH 1 mL相当于2.2 mg CO<sub>2</sub>,计算出CO<sub>2</sub>释放量。

## 2 结果与分析

### 2.1 有益复合菌与不同有机物料复合对土壤微生物呼吸作用的影响

未经堆肥腐熟处理的菌糠作为微生物肥料的载体是可行的<sup>[2]</sup>。以不同处理菌糠为菌剂载体对风沙土微生物呼吸的影响见图1。结果表明,对照自调节适宜土壤含水量后,土壤微生物释放CO<sub>2</sub>的能力1周后趋于稳定,其他不同处理菌糠与土壤混合后微生物释放CO<sub>2</sub>量的变化趋势基本相似,均呈双峰变化趋势。第7天时,各组释放CO<sub>2</sub>量达到小高峰,CO<sub>2</sub>释放量依次为J2>J0>J1;J0与J1处理土壤第28天时CO<sub>2</sub>释放量均达到最高值,J1处理CO<sub>2</sub>释放量低于J0处理;而J2处理CO<sub>2</sub>释放量在第21天时达到高峰,且CO<sub>2</sub>释放量比J0、J1处理分别高23.1%、26.2%。J0处理第1天释放CO<sub>2</sub>量最低,而J1处理及J2处理CO<sub>2</sub>释放量高,而且J2处理>J1处理。第28天前,释放CO<sub>2</sub>的能力呈增降增的变化趋势,第28天后释放CO<sub>2</sub>的能力均减弱。J0、J1处理比较,CO<sub>2</sub>释放的能力呈交替变化;而J2处理CO<sub>2</sub>释放的能力第28天前比J0、J1处理强,28天后与J0、J1处理比较CO<sub>2</sub>释放的能力弱,可能是前期可被微生物利用的易溶性有机物质过度消耗的结果。整个培养期间,不同处理菌糠施入土壤后,释放CO<sub>2</sub>的能力都高于对照。

以常做菌剂载体的麦麸为添加主要有机物料,以玉米秸秆、菌糠调节其C/N后添加复合有益菌剂,CO<sub>2</sub>释放能力见图2。结果表明,M0、M1、M2、M3处理CO<sub>2</sub>释放量的变化趋势一

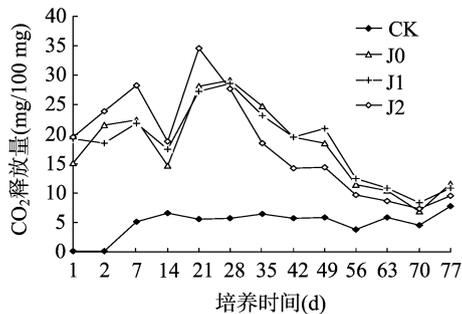


图1 不同菌糠处理CO<sub>2</sub>释放量

致,均具有双峰变化趋势,以M2处理最具代表性;M0、M1处理前峰突出,后峰不明显;而M3处理前峰比第1天弱,后峰比M2处理提前。第7天时,M0、M1处理CO<sub>2</sub>释放能力较强,M0处理变化趋势先低后达最高,M1处理先高后低,其后无明显变化;其次是M2处理,最后是M3处理。第14天时,CO<sub>2</sub>释放能力均下降,CO<sub>2</sub>释放量大小为M2>M3>M0>M1处理。第21天时,M0、M1、M3处理CO<sub>2</sub>释放量达第二高峰,但CO<sub>2</sub>释放能力均比第一高峰弱,CO<sub>2</sub>释放量大小为M3>M2≈M0。第28天时,M2处理CO<sub>2</sub>释放量达第二次高峰,但CO<sub>2</sub>释放量比M3处理CO<sub>2</sub>释放量达第二次高峰低。其后28~63d间,不同处理CO<sub>2</sub>释放能力均呈下降趋势,M2处理CO<sub>2</sub>释放量均强于M3处理,M0、M1处理CO<sub>2</sub>释放量交替进行,63d后不同处理CO<sub>2</sub>释放能力均无明显变化。第14天前,M3处理CO<sub>2</sub>释放能力最弱,与菌糠含有较低的溶解性糖有关;在培养过程中,麦麸添加菌剂与否与释放CO<sub>2</sub>的能力关系不大,与麦麸C/N小有关,本身的碳源不足。

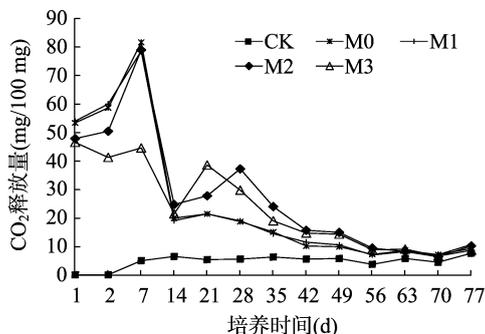
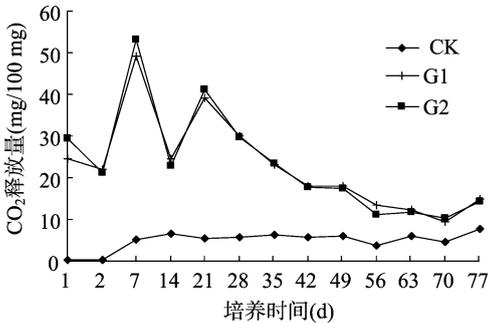
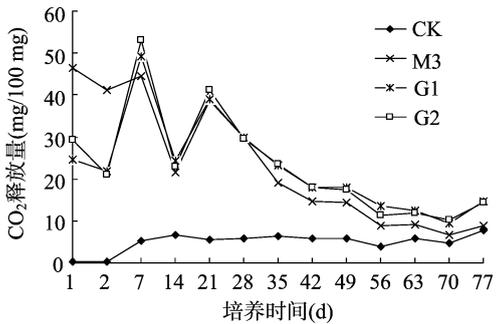


图2 不同麦麸处理CO<sub>2</sub>释放量

以玉米秸秆为有机物料添加复合菌剂施入土壤后,CO<sub>2</sub>释放能力见图3。结果表明,G1与G2处理CO<sub>2</sub>释放量的变化趋势一致,具有双峰变化趋势,28d前(除第14天)G2处理CO<sub>2</sub>释放量高于G1处理;后期第28~42天间,CO<sub>2</sub>释放能力相当;第42~63天间,G2处理CO<sub>2</sub>释放量低于G1处理;其后CO<sub>2</sub>释放能力交错进行,释放能力相当。

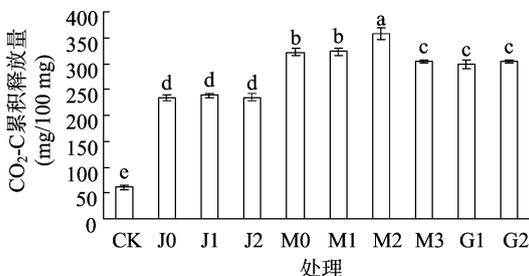
以不同有机物料添加复合菌剂施入土壤后,CO<sub>2</sub>释放能力见图4,结果表明,M3、G1、G2处理CO<sub>2</sub>释放能力变化趋势相似。物料添加前2d CO<sub>2</sub>释放能力M3处理最强。7d内变化平缓;而以玉米秸秆为有机物料添加复合菌剂复合的有机物料前2d变化平缓,第7天时CO<sub>2</sub>释放能力达第1天的2倍以上。第14~28天间,M3、G1、G2处理CO<sub>2</sub>释放能力相当,第28天后M3处理CO<sub>2</sub>释放能力均低于G1、G2处理。菌糠

图3 不同玉米秸秆处理CO<sub>2</sub>释放量图4 不同物料处理CO<sub>2</sub>释放量

前期 CO<sub>2</sub> 释放能力强,后期不及玉米秸秆。

## 2.2 有益复合菌与不同有机物料复合对土壤释放 CO<sub>2</sub> - C 累积量的影响

有益复合菌与不同有机物料复合施入土壤对土壤释放 CO<sub>2</sub> - C 累积量的影响见图 5。结果表明,对照最低,添加以麦麸为主要有机物料的土壤释放 CO<sub>2</sub> - C 累积量最多,其次为玉米秸秆,再次为菌糠。不同处理土壤释放 CO<sub>2</sub> - C 累积量为 M2 > M1 > M0 > M3 > G2 > G1 > J1 > J2 > J0 > CK, 显著性分析结果显示,对照与不同处理间均达到显著水平;J0、J1、J2 处理间, M3、G1、G2 处理间, M0、M1 处理间差异均不显著; M2 处理与其他处理间差异均达显著水平; J0、J1、J2 处理与 M3、G1、G2 处理间、M0、M1 处理间差异显著; M3、G1、G2 处理与 M0、M1 处理间均差异显著,表明不同处理均能改善土壤呼吸作用,但以麦麸添加玉米秸秆调节 C/N(25 : 1)的 M2 处理效果最优,其次为添加麦麸的效果,再以麦麸添加菌糠调节

图5 不同处理CO<sub>2</sub>-C总释放量比较

C/N(25 : 1)和添加玉米秸秆的效果,添加菌糠效果最差。综上所述,原因主要可能与不同物料提供微生物可利用的有效碳源不同有关,与玉米秸秆比较,菌糠施入土壤后,土壤的溶解性有机质组分水溶性碳、热水溶性碳、溶解性酚酸均比玉米秸秆处理含量高,而可溶性糖含量前 3 d 较高,后期低于玉米秸秆,与麦麸比较,菌糠施入土壤前 1 周溶解性有机质组分水溶性碳比麦麸含量高,而热水溶性碳、溶解性酚酸、可溶性糖含量均低于麦麸处理,1 周后麦麸可溶性糖含量均高于菌糠<sup>[3]</sup>。

## 3 讨论

不同有机物料添加有益复合菌施入土壤均提高了土壤微生物的呼吸量,有益复合菌与菌糠复合施入土壤后,微生物呼吸变化以调节 C/N 复合物 J2 处理变化明显,前 28 d CO<sub>2</sub> 释放量高,后期低,以菌糠直接添加菌剂土壤中, J1 处理 CO<sub>2</sub> 释放相对平缓, CO<sub>2</sub> 释放累积量为 J1 > J2 > J0 处理但差异不显著。

有益复合菌与麦麸复合施入土壤后,以玉米秸秆调节 C/N, M2 处理复合物 CO<sub>2</sub> 释放能力强;以菌糠调节 C/N, M3 处理第 2 次出现高峰期比玉米秸秆调节 C/N 复合物 CO<sub>2</sub> 释放能力提前 1 周,此时 CO<sub>2</sub> 释放强。总体 M3 处理释放能力最强; M0、M1 处理 CO<sub>2</sub> 释放能力相当。

有益复合菌与玉米秸秆复合施入土壤后,玉米秸秆添加复合菌剂处理与未添加复合菌剂的玉米秸秆处理微生物呼吸变化差异不显著,有益复合菌与菌糠前期 CO<sub>2</sub> 释放能力强,后期不及玉米秸秆。

以土壤呼吸量评价有益复合菌与有机物料复合对土壤生物活性的影响,结果表明,以木屑为主要材料的菌糠做菌剂载体前 3 周内发挥菌剂优势调节其 C/N 是有必要的;以麦麸为主体采用玉米秸秆调节 C/N 处理 2 月内有利于 CO<sub>2</sub> 释放,而以菌糠调节 C/N 处理的 CO<sub>2</sub> 释放能力不及麦麸处理,选择适宜有益复合菌适合的有机载体非常必要。

## 参考文献:

- [1] Klironomos J N. Feedback with soil biota contributes to plant rarity and invasiveness in communities[J]. Nature, 2002, 417: 67 - 70.
- [2] 于占东, 宋述尧. 稻草配施生物菌剂对大棚连作土壤的改良作用[J]. 农业工程学报, 2003, 19(1): 177 - 179.
- [3] 唐凤德, 蔡天革, 韩士杰, 等. 生物制剂对沙地樟子松苗木成活生长及生理特征的影响[J]. 生态学报, 2009, 29(5): 2294 - 2303.
- [4] 黄 艺, 姜学艳, 梁振春, 等. 盐胁迫下外生菌根真菌对油松生长及生理的影响[J]. 农业环境科学学报, 2006, 25(6): 1475 - 1480.
- [5] 刘雯雯, 姚 拓, 孙丽娜, 等. 菌糠作为微生物肥料载体的研究[J]. 农业环境科学学报, 2008, 27(2): 787 - 791.
- [6] 谢修鸿, 梁运江, 王晓红, 等. 菌糠等物料施入风沙土对其溶解性有机质组分的动态变化影响[J]. 水土保持学报, 2012, 26(3): 149 - 153.