

秸秆还田对黑土亚表层微生物群落结构的影响特征及原因分析

丛 萍^{1,2}, 王 婧¹, 董建新², 李玉义¹, 刘 娜¹, 逢焕成^{1*}

(1. 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京 100081; 2. 中国农业科学院烟草研究所, 青岛 266100)

摘 要: 为明确切碎秸秆与秸秆颗粒对黑土亚表层土壤微生物群落结构的影响效应, 从而评价不同秸秆还田方式对亚表层的培肥效果, 该研究于 2016—2018 年在东北黑土区进行一次性玉米秸秆深埋还田试验, 设置切碎秸秆低量(QS1)、切碎秸秆高量(QS5)、秸秆颗粒低量(KL1)与秸秆颗粒高量(KL5)4种秸秆还田处理, 并与秸秆不还田(CK)进行对比, 于每年玉米收获季对土壤理化指标及微生物菌群结构进行监测。结果表明, 1) 秸秆还田第1年, 切碎秸秆处理显著提高土壤总磷脂脂肪酸含量及真菌摩尔百分数, 其高量处理较CK最高增加71.0%和120.5%, 而秸秆颗粒处理对细菌、革兰氏阳性菌和革兰氏阴性菌的摩尔百分数增幅更显著, 其高量处理最高增加41.6%、29.7%和26.3%; 还田第2年高量处理显著提高各菌群磷脂脂肪酸含量, 且切碎高量处理的真菌摩尔百分数含量显著高于颗粒高量处理21.0%; 还田第3年仅高量处理下的菌群结构有显著分异。2) 还田初期切碎秸秆处理显著提高真菌: 细菌比值, 而低量还田则对革兰氏阳性菌和革兰氏阴性菌比有提高, 随还田时间的增加, 高量还田比值提高更显著, 利于长期维持生态系统稳定性。3) 秸秆高量还田可显著改变土壤理化因子水平, 这是导致微生物群落结构分异的重要原因, 其显著影响因子随还田年限而更替: 第1年, 土壤容重、酸碱度、全氮和碳氮比为显著($P<0.05$)影响因素; 第2年, 土壤含水量、有机碳、碳氮比和土壤容重为极显著影响因素($P<0.01$); 第3年仅有有机碳为显著因素($P<0.05$)。切碎秸秆高量还田处理微生物群落结构分布与CK区分最为明显, 对土壤真菌群落的调控能力更强, 更适宜于东北黑土亚表层肥力的提升。

关键词: 土壤; 秸秆; 微生物群落结构; 深还田; 亚表层

doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2020.01.013

中图分类号: S154.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2020)-01-0109-10

丛 萍, 王 婧, 董建新, 李玉义, 刘 娜, 逢焕成. 秸秆还田对黑土亚表层微生物群落结构的影响特征及原因分析[J]. 农业工程学报, 2020, 36(1): 109-118. doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2020.01.013 http://www.tcsae.org
Cong Ping, Wang Jing, Dong Jianxin, Li Yuyi, Liu Na, Pang Huancheng. Effects and analysis of straw returning on subsoil microbial community structure in black soil[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2020, 36(1): 109-118. (in Chinese with English abstract) doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2020.01.013 http://www.tcsae.org

0 引 言

土壤微生物是土壤生态系统中最活跃的具有生命特征的重要组成成分, 参与生态系统中的各个养分生化循环过程^[1-2], 土壤微生物多样性以及结构变化已成为衡量土壤肥力质量的重要指标^[3-4]。秸秆还田是当前增加农地有机物料投入的重要手段之一, 可以培肥土壤、提升地力。秸秆施入到土壤中对微生物群落结构及多样性有重要影响, 一方面作为高碳源有机物质为土壤微生物生命活动提供能量, 另一方面, 秸秆还田后改变了土壤的孔隙结构及水分状况等, 影响了微生物的生存环境^[5-6]。可见, 秸秆还田易于影响微生物生境中的敏感性因子, 研究土壤中的微生物变化有利于更好地评价秸秆还田的培肥效果。

亚表层是位于心土层(20~50 cm)范围内的重要耕

作层以及作物根系分布层, 位于约20~40 cm, 对土壤固定以及作物产量提高有重要作用^[7]。然而当前东北黑土犁底层增厚变硬(增厚至7~11 cm)^[8]、亚表层有机碳含量锐减(较垦前降低40%~60%)^[9]、黑土层变薄(近40%已小于30 cm)^[10-11]等问题严峻, 亟需有效措施进行培肥改良。秸秆深还田是培肥亚表层的重要措施^[12-14], 它直接将秸秆施入30~40 cm土层, 使土壤容重降低9.9%~6.2%^[13], 有机碳增加10%~20%, 并且改善效果在一定程度上随着秸秆用量的增加而增大^[14]。然而, 当前有关秸秆还田对亚表层微生物群落结构影响的研究甚少, 土壤生物学肥力的改善效果未知。

研究表明, 秸秆用量、秸秆形态以及还田年限等对土壤微生物均有不同影响。秸秆用量因耕作方式以及气候类型而异, 东北玉米大豆轮作区免耕条件下60%的秸秆还田量更有利于提高微生物活性^[15], 而在南方水稻产区耕翻条件下2/3还田量处理的土壤微生物活度最高, 少免耕条件下1/3还田量处理最高^[16]。秸秆形态越细小, 粉碎化程度越高, 越有利于加快微生物的腐解进程^[17], 并且能够影响细菌及真菌的群落组成^[18]。在中国北方地区, 长期玉米秸秆还田能够显著提高真菌生物量, 而对细菌无显著影响^[19], 但是短期的秸秆还田则能够增加土壤总

收稿日期: 2019-09-02 修订日期: 2019-12-23

基金项目: 国家重点研发计划2016YFD0300804, 旱地保护性耕作及其农艺机械化作业技术(2016-2020)

作者简介: 丛 萍, 助理研究员, 博士, 从事土壤耕作与培肥技术研究。

Email: cpqjz@126.com

*通信作者: 逢焕成, 研究员, 博士, 从事合理耕层构建以及盐碱地改良利用。Email: panghuancheng@caas.ac.cn