

秸秆还田对土壤理化及生物性状影响的研究进展

蒙 静¹, 曹云娥², 姚 英³, 王 佳³

(1. 宁夏回族自治区农业综合开发办公室, 宁夏 银川 750003; 2. 宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021;

3. 永宁县农业综合开发办公室, 宁夏 银川 750100)

摘 要:在提倡低碳、高效和生态农业的需求下, 秸秆还田作为一项有效的生态农业措施得以大力推广。现对国内外秸秆还田的研究进展进行阐述, 分析了秸秆还田对土壤团聚体形成、土壤养分释放的影响; 重点分析了秸秆还田对土壤酶活性、土壤微生物量、土壤微生物群落结构等的影响, 指出了秸秆还田在生理、生物、生态效应方面的广泛应用。强调了秸秆还田不仅能够改善土壤理化性状, 其更大的意义在于能够增强土壤生物肥力, 改善土壤生物性状, 增强土壤生态系统的稳定性和生物缓冲性, 在农业生态中具有极其重要意义。

关键词:秸秆还田; 土壤理化性状; 土壤生物效应

中图分类号:S 141.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)11-0184-03

生态环境不断劣变已成为世界性公认的难题。现代农业发展过程中, 人类片面追求化学农用品所带来的巨大经济效益和劳动力成本的不断攀升, 农业生产者对有机废弃物(农作物秸秆、动物粪便、林余物等)循环利用的认识逐渐淡漠, 造成了农业废弃物的大量浪费和严重的环境问题^[1-2]。2009年, 全国农作物秸秆理论资源量为 8.20 亿 t (风干, 含水量为 15%), 这意味着我国秸秆资源利用潜力巨大^[1]。合理的秸秆还田方式对土壤理化、生物性状的改良潜力较大, 更能够增强土壤生态系统的稳定性和生物缓冲性, 在农业生态中具有重要意义。

1 秸秆还田对土壤理化性状的影响

1.1 秸秆还田对土壤团聚体结构形成及其它物理性状的影响

合理增施有机肥可以提高土壤生物活性, 并增加土壤养分库, 特别是碳库, 对改善土壤生态功能具有促进作用^[3]。土壤团聚体结构与土壤有机碳、微生物量碳存在显著正相关关系, 增施有机肥可提高土壤团聚体的数量, 对土壤有机碳的稳定性和储备具有现实意义。土壤团聚体的形成和稳定, 很大程度上取决于土壤中的有机质, 施用秸秆可提高土壤总碳含量并维持在一定水平,

但不同组分的有机碳也会出现协同变化趋势, 不管是哪一种有机碳都决定着土壤团聚体的形成与稳定, 施用秸秆则必然促进土壤的团聚程度和团聚体的稳定性^[3-4]。

刘京等^[5]研究表明, 土壤有机质含量、各级团聚体及微团聚体数量、组成与施肥种类和数量有极密切的相关性, 合理增施有机肥更有利于土壤中较大粒径团聚体的形成和土壤结构的改善。这意味着只要合理施用秸秆等有机物料, 增加土壤有机胶结物质在团聚过程中的作用, 土壤团聚体水稳性既能得到恢复和提高, 这可能与增施秸秆等有机物料可提高重组有机质的含量有关, 还可一定程度上改善重组有机质中的腐殖质的结合形态。

解媛媛^[6]研究表明, 施用秸秆及微生物菌剂的各个处理土壤容重下降了 13.21%~20.25%, 土壤田间持水量增加了 0.48%~3.19%, 土壤总孔隙度增加了 19.20%~29.72%。

1.2 秸秆还田对土壤养分释放的影响

秸秆腐解过程中除了对土壤有机碳有重要的补充作用外, 对土壤氮也有一定的影响。秸秆腐解后对土壤全氮含量增加并不显著, 却显著降低了土壤硝态氮的含量, 土壤铵态氮含量仍有一定的升高趋势。这可能是由于在腐解过程中, 秸秆为微生物活动提供了充分的碳源作为能量源, 而微生物要完成自身的生长繁殖则相应地要消耗更多的有效氮来满足合成自身蛋白质和氨基酸的需求, 而其中硝态氮更容易被利用^[7,27]。

王慧等^[8]试验结果表明, 添加适量的微生物和氮肥能促进秸秆腐解过程中有机态磷的矿化, 提高土壤速效磷含量, 并且可加速有机态钾的矿化分解, 增加土壤速

第一作者简介:蒙静(1961-), 女, 本科, 正高职高级工程师, 现主要从事农业综合开发土地治理项目的实施和管理及农业科技研究和示范及推广等工作。E-mail: mjnn@263.net.cn.

责任作者:曹云娥(1977-), 女, 在读博士, 讲师, 现主要从事设施蔬菜栽培与生理研究工作。E-mail: caohua3221@163.com.

基金项目:宁夏农业综合开发办资助项目(NTKJ-2012-09); 宁夏回族自治区自然科学基金资助项目(NZ1034)。

收稿日期:2013-01-25

效钾含量。范丙全等^[9]研究秸秆还田对土壤微生物及其溶 P 特性结果表明,秸秆还田对土壤麦角固醇的增加、溶 P 微生物群体和高效溶 P 菌生长均有促进作用。

2 秸秆还田对土壤生物性状的影响

2.1 秸秆还田对土壤微生物量 C、N 的影响

土壤微生物量是反馈土壤肥力和环境质量状况的有效途径^[10-11]。微生物量作为土壤有效养分的源和库对外界环境条件变化较为敏感,土壤条件适宜的情况下,微生物通过利用土壤中的能源和养分呈几何倍数的繁殖和扩增,使微生物量很快达到顶峰;相反,若土壤中可利用能源和养分减少,土壤微生物量则相应地下降,并最终趋于稳定,可有效、及时地反映土壤管理状况^[10]。土壤中的微生物条件随土壤微生物量 C、N 的变化而发生相应的改变,而土壤微生物量 C、N 是土壤碳氮形态中最易受环境和农作措施影响而发生改变的组分^[12-14]。Shaukat 等^[7]研究发现,在施入秸秆的条件下,土壤微生物量碳、氮含量明显高于未添加秸秆的处理。张电学等^[15]研究在不同促腐条件下,玉米秸秆配施化肥直接还田均可明显提高作物各生育期内土壤微生物量 C、N、P 含量。在调节秸秆 C/N 的基础上施用促腐剂,则使秸秆转化过程中微生物量 C 的第 2 跃升高峰期以及微生物量 N、P 达到最高峰的时间提前,并使土壤微生物量 C、N、P 在作物各生育期均表现出高于未施用处理的趋势,施用促腐剂利于玉米秸秆的快速腐解和土壤有效养分的调控,从而有助于作物生长发育和产量形成。刘恩科等^[16]研究认为,土壤微生物的生物量可以作为评价长期土壤培肥过程中土壤质量变化的生物学指标。

2.2 秸秆还田对土壤酶活性的影响

土壤中的生物化学反应全部依赖于土壤酶的催化,土壤酶体现了土壤中各种生物化学过程的强度和方向,在土壤生态系统的物质循环和能量转化中起着至关重要的作用。研究表明,秸秆还田后土壤脲酶、过氧化氢酶、纤维素酶、转化酶和多酚氧化酶活性提高^[17-18]。与单施秸秆相比,秸秆还田配施 N、P、K 及微生物菌剂后,土壤过氧化氢酶、转化酶和脲酶活性分别提高了 37.5%~68.8%、32.3%~61.5%和 48.8%~102%^[18]。土壤微生物数量与酶活性息息相关,细菌数量影响脲酶活性,真菌数量主要影响转化酶的活性,氨化细菌和硝化细菌数量主控土壤过氧化氢酶活性^[17-18]。

2.3 秸秆还田对土壤微生物区系的影响

2.3.1 秸秆还田对土壤微生物数量的影响 秸秆还田可显著提高土壤微生物数量总量^[19,28]。由于真菌主要分解的是纤维素,所以秸秆还田后,先分泌纤维素酶进行分解,使得真菌的生长略有延迟,随后真菌生物量大量增加,并且真菌扩增的同时,细菌也开始跟着增

长^[9-14]。以秸秆、林余废弃物等纤维素较多的材料为底物时产生的呼吸量没有以动物粪便等易分解底物时产生的呼吸量高^[9,15]。当小麦秸秆还田 3 个月后,耕层土壤细菌和真菌数量加倍^[9]。施用玉米秸秆后细菌、真菌和放线菌数量也都显著增加^[7]。吴翔等^[20]研究表明,添加秸秆催腐复合菌剂的处理比不添加秸秆催腐复合菌剂的对照更有利于小麦秸秆还田过程中各类微生物的生长并且各类微生物数量峰值的时间要比对照提前 5~11 d 左右。宋尚成等^[21]通过对西瓜大棚内连作 8 a 的土壤连续 2 a 使用秸秆生物反应堆试验表明,土壤细菌、放线菌、真菌、丛枝菌根(AM)、真菌孢子密度分别是对照的 2.2、5.1、4.4、1.36 和 3.2 倍。

2.3.2 秸秆还田对土壤微生物群落结构的影响 近年来,秸秆生物反应堆技术在设施生产中应用较为广泛,此类秸秆还田模式应用在蔬菜生产中对土壤微生物结构的影响表现为由易发病的真菌型向有利于蔬菜生长的细菌型转变,即真菌数量几乎维持不变,但细菌和放线菌数量增加较快,后期则变化不大^[22]。刘佳斌等^[23]研究也表现出同样的规律,在玉米土壤微生物中,细菌表现为优势菌,放线菌数量居中,真菌数量最少。在秸秆还田过程中,施用腐熟剂对土壤微生物群落组成能够产生一定的影响^[15,26]。于建光等^[17]研究结果表明,混施秸秆的土壤中同时施用腐熟剂经 30 d 后,土壤中的细菌和真菌数量较对照显著增多,说明腐熟剂中微生物具有较强的定殖与扩繁能力,然而由于土壤中的大多数微生物是未培养的或不可培养的,在第 60 天与第 90 天时,上述现象消失或变化不规则,体现了微生物菌剂接种作用的消失或土壤微生物群落变化的复杂性。由于腐熟剂含有大量可降解秸秆的微生物,施入土壤后经历不同时间仍能不同程度地保持其特有微生物种群的活力,体现在相应处理土壤的 AWCD 值均高于对照,与 Gaind 等^[24]发现秸秆混施时接种真菌利于土壤微生物群落活性提高类似,由于接种大量腐熟菌也使土壤微生物群落的 Shannon 多样性指数增大^[17]。

3 结论

随着低碳农业的大力推行,秸秆还田在现代持续农业和生态农业的发展中具有举足轻重的作用^[25]。秸秆还田在腐解期间,大部分秸秆碳进入土壤而补充到土壤碳库中,改善了土壤有效碳库的质量,而土壤微生物量的增加又进一步促进了有机质的循环与转化,使农田生态系统中的土壤有机碳氮保持平衡。秸秆还田不仅是改善土壤理化性质和提高作物产量的一项有效措施,更大的意义在于秸秆还田后土壤生物活性得到明显提高,有效改善了土壤微生物群落结构,这对降低农用化学品的施用,改变当今农业生产模式,实现农业可持续发展具有重要意义。

参考文献

- [1] 彭靖. 对我国农业废弃物资源化利用的思考[J]. 生态环境学报, 2009, 18(2): 794-798.
- [2] 杜艳艳, 赵蕴华. 农业废弃物资源化利用技术研究进展与发展趋势[J]. 广东农业科学, 2012(2): 191-196.
- [3] 刘恩科. 不同施肥制度土壤团聚体微生物学特性及其与土壤肥力的关系[D]. 北京: 中国农业科学院, 2007.
- [4] 李小刚, 崔志军, 王玲英. 施用秸秆对土壤有机碳组成和结构稳定性的影响[J]. 土壤学报, 2002, 39(3): 421-428.
- [5] 刘京, 常庆瑞, 李岗, 等. 连续不同施肥对土壤团聚体影响的研究[J]. 水土保持通报, 2000, 20(4): 24-26.
- [6] 解媛媛. 微生物菌剂与化肥不同配比对秸秆还田后土壤酶活性和土壤微生物群落影响的研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2010.
- [7] Shaukat A A, 把余玲, 田霄鸿, 等. 温度与微生物制剂对小麦秸秆腐解及土壤碳氮的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2012, 40(1): 115-122.
- [8] 王慧, 王宜伦, 王瑾, 等. 多因素交互作用下玉米秸秆腐解对土壤速效养分的影响[J]. 中国农学通报, 2008, 24(12): 298-300.
- [9] 范丙全, 刘巧玲. 保护性耕作与秸秆还田对土壤微生物及其溶磷特性的影响[J]. 中国生态农业学报, 2005, 13(3): 130-132.
- [10] Nsabimana D, Haynes R J, Wallis F M. Size, activity and catabolic diversity of the soil microbial biomass as affected by land use [J]. Applied soil Ecology, 2004, 26(2): 81-92.
- [11] Spedding T A, Hamel C, Mehuys G, et al. Soil microbial dynamics in maize growing soil under different tillage and residue management systems [J]. Soil Biol Biochem, 2004, 36(3): 499-512.
- [12] 李东坡, 陈利军, 武志杰, 等. 不同施肥黑土微生物量氮变化特征及相关因素[J]. 应用生态学报, 2004, 15(10): 1891-1896.
- [13] Marumoto T, Anderson J P E, Domsch K H. Mineralization of nutrients from soil microbial biomass[J]. Soil Biology and Biochem, 1982(14): 469-475.
- [14] Roberto A, Raul A D, Nidia B, et al. Soil organic carbon, microbial biomass and CO₂-C production from three tillage system[J]. Soil and Tillage Research, 1995, 33: 17-28.
- [15] 张电学, 韩志卿, 李东坡, 等. 不同促腐条件下秸秆还田对土壤微生物量碳氮磷动态变化的影响[J]. 应用生态学报, 2005, 16(10): 1903-1908.
- [16] 刘恩科, 梅旭荣, 赵秉强, 等. 长期不同施肥制度对土壤微生物生物量碳、氮、磷的影响[J]. 中国农业大学学报, 2009, 14(3): 63-68.
- [17] 于建光, 常志州, 黄红英, 等. 秸秆腐熟剂对土壤微生物及养分的影响[J]. 农业环境科学学报, 2010, 29(3): 563-570.
- [18] 金海洋, 姚政, 徐四新, 等. 秸秆还田对土壤生物特性的影响研究[J]. 上海农业学报, 2006, 22(1): 39-41.
- [19] 钱海燕, 杨滨娟, 黄国勤, 等. 秸秆还田配施化肥及微生物菌剂对水田土壤酶活性和微生物数量的影响[J]. 生态环境学报, 2012, 21(3): 440-445.
- [20] 吴翔, 甘炳成, 刘本洪. 不同载体催腐剂应用于秸秆还田的微生物区系效果研究[J]. 西南农业学报, 2010, 23(1): 287-289.
- [21] 宋尚成, 朱凤霞, 刘润进, 等. 秸秆生物反应堆对西瓜连作土壤微生物数量和土壤酶活性的影响[J]. 微生物学通报, 2010, 37(5): 696-700.
- [22] 马建华, 张丽荣, 康萍芝, 等. 秸秆生物反应堆技术的应用对设施黄瓜土壤微生物的影响[J]. 西北农业学报, 2010, 19(12): 161-165.
- [23] 刘佳斌, 李传宝, 王宏燕. 秸秆还田不同处理方式对黑土微生物数量和土壤酶活性的影响[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(9): 5285-5287.
- [24] Gaind S, Nain L. Chemical and biological properties of wheat soil in response to paddy straw incorporation and its biodegradation by fungalinoculants[J]. Biodegradation, 2007, 18: 495-503.
- [25] 杨滨娟, 钱海燕, 黄国勤. 秸秆还田及其研究进展[J]. 农学学报, 2012, 2(5): 1-4.
- [26] 朱日清. 固液废弃物资源化功能微生物制剂研发及外源固氮菌与土壤特性关系研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2007.
- [27] Shaukat A A. 培养条件下小麦及玉米秸秆在土壤中的腐解特性研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2011.
- [28] 李晓磊, 李井会, 宋述尧. 秸秆有机肥改善设施黄瓜连作土壤微生物区系[J]. 长春大学学报, 2006, 16(6): 119-121.

Research Process of Physicochemical and Biological Properties of Returning Straw into Field

MENG Jing¹, CAO Yun-e², YAO Ying³, WANG Jia³

(1. Comprehensive Agricultural Development Office of Ningxia, Yinchuan, Ningxia 750003; 2. College of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021; 3. Comprehensive Agricultural Development Office of Yongning, Yinchuan, Ningxia 750100)

Abstract: In promoting low carbon, high efficiency and eco-agricultural demand, straw as a matter of effective measure to promote ecological agriculture was put forward. Research progress of straw on domestic and overseas were analyzed, and straw returning on soil aggregate formation, the effect of soil nutrient release were discussed; straw returning on soil enzyme activities, soil microbial biomass, soil microbial community structure were analyzed. The physical, biological, and ecological effects of returning straw were widely used. Stressed the straw can not only improve the physical and chemical properties of soil, the greater significance was the ability to enhance biological fertility of soil, improve the soil biological properties, enhance soil stability of the ecosystem and biological buffer capacity, which was of extremely important significance in agro-ecosystems.

Key words: returning straw; physical and chemical properties of soil; biological effect of soil