

Decomposition Characteristics of Different Organic Materials and Their Effects on Soil Fertility

Qingwei Zhang¹, Xiaoli Wang^{1*}, Jianjun Duan², Fang Yang¹, Zhen Guo³, Xiucui Yang¹, Ling Chen¹

¹College of Agriculture, Guizhou University, Guiyang Guizhou

²Tobacco College, Guizhou University, Guiyang Guizhou

³Shaanxi Land Engineering Construction Group, Xi'an Shaanxi

Email: 957186479@qq.com, *112512178@qq.com

Received: Sep. 17th, 2018; accepted: Oct. 3rd, 2018; published: Oct. 10th, 2018

Abstract

This paper summarizes the characteristics of decomposition rate of organic nutrients and their effects on soil fertility after returning organic materials to soil. This paper summarized the decomposition characteristics of three organic materials, maize straw, rice straw and wheat straw, and their effects on soil fertility. The results showed that the decomposition rates of rice straw, wheat straw and maize straw were significantly different ($P > 0.05$), which showed that corn straw > rice straw > wheat straw, and dried straw > fresh straw; the release of organic nutrients was $K > P > N > C$; after adding maize straw, soil organic carbon, microbial biomass carbon, total nitrogen and the microbial biomass carbon increased significantly. The CO_2 release rate of corn straw was higher than that of rice straw and wheat straw, and the indexes of soil without corn straw were lower than those of soil with three kinds of straw. All of the three straws improved soil fertility, physical and chemical properties, microbial quantity and activity to some extent, and increased organic carbon and effective nutrient content. It provides a reliable basis for studying organic fertilizer and its effect on soil, promoting crop growth, increasing crop yield and improving soil physical and chemical properties.

Keywords

Organic Materials, Decomposition, Soil Fertility

不同有机物料的腐解特征及对土壤肥力的影响

张青伟¹, 王小利^{1*}, 段建军², 杨芳¹, 郭振³, 杨秀才¹, 陈领¹

¹贵州大学农学院, 贵州 贵阳

*通讯作者。

²贵州大学烟草学院, 贵州 贵阳

³陕西省土地工程建设集团, 陕西 西安

Email: 957186479@qq.com, 112512178@qq.com

收稿日期: 2018年9月17日; 录用日期: 2018年10月3日; 发布日期: 2018年10月10日

摘要

本文通过对有机物料埋土还田后, 有机养分的腐解速率特征及对土壤肥力的影响研究。主要总结了前人研究玉米秸秆、水稻秸秆和小麦秸秆三种有机物料埋土还田后的腐解特征及其对土壤肥力的影响。结果表明, 水稻秸秆、小麦秸秆和玉米秸秆腐解速率差异性显著($P < 0.05$), 表现为: 玉米秸秆 > 水稻秸秆 > 小麦秸秆, 且烘干秸秆 > 新鲜秸秆; 有机养分的释放规律为 $K > P > N > C$; 添加玉米秸秆后, 土壤有机碳、微生物量碳、全氮和微生物量氮均显著($P > 0.05$)增加; 添加玉米秸秆的 CO_2 释放率高于水稻秸秆和小麦秸秆, 未添加秸秆的土壤各指标均低于添加三种秸秆的土壤; 三者都不同程度的提高了土壤肥力, 增强了土壤的理化性状, 提高了微生物数量和活性以及提高了有机碳和有效养分含量。为研究有机肥及其对土壤的影响、促进作物生长、提高作物产量和改善土壤的理化性质提供了可靠的依据。

关键词

有机物料, 腐解, 土壤肥力

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

小麦、玉米等秸秆作为一种廉价的生物质资源, 却没有得到有效利用, 而是被无效燃烧, 但如果仔细研究秸秆的价值, 会发现其含有大量有机质和植物生长所必须的氮、磷、钾及其他微量元素[1]。据估算, 在约 6 至 7 亿吨的秸秆中, 氮、磷和钾的养分含量就相当于 300 万吨以上的尿素, 过磷酸钙和硫酸钾的含量也在 700 万 t 左右[2]。而且秸秆直接还田能够增加土壤中有机的含量, 使土壤的肥力状况得到有效改善[3]。秸秆还田腐解在土壤微生物的作用下进行腐解释放氮、磷、钾等养分可供作物吸收利用, 但秸秆还田腐解受到了温度、湿度、深埋、微生物、土壤质地等多种因素影响, 李举新[4]等人的研究证实了这一结论。此外, 有研究[5]表明秸秆腐解速度最快是在 5 cm 的壤深度, 深埋于 15 cm 处较 5 cm 稍慢, 而覆盖在地表面的腐解速率最慢。有的秸秆还田能够维持农田的肥力, 同时减少了化肥的施用, 提高陆地上土壤的碳汇能力, 且能促进土壤氮素的循环, 减少和避免了燃烧等造成的环境污染, 对解决环境问题提出了新的思路; 在农业方面能够进行农业的良性循环生产, 具有十分重要的生态环境意义。秸秆还田还与土壤肥力状况、作物品质以及农田的生态环境保护等息息相关, 可持续农业和生态农业的方针也正包含这一重要内容[6]。然而前人在研究这方面的问题时都只提到了单一秸秆的腐解, 或者是两种秸秆在不同模式下的培养。本文通过研究三种秸秆的腐解特征及其对土壤肥力的影响, 来阐述不同秸秆的腐解速率并且研究不同秸秆腐解速率对土壤肥力有何影响。目前, 我国正因为土地长期施用化肥和农作物秸秆被大量无效焚烧而造成土地贫瘠化, 土地质量较差, 土壤肥力每年都在下降。此外, 农田生态

系统遭到严重破坏, 环境污染也在加重。因此, 探索秸秆腐解的优化方式及对土壤产生的有利影响极为重要。

2. 研究现状

2.1. 还田秸秆的腐解特性

秸秆在土壤中的腐解是通过微生物的分解活动来完成的, 其腐解过程分为两部分, 第一, 是以白霉菌和无芽孢杆菌为主, 通过这些微生物分解水溶性物质和淀粉等这一类易分解的糖类化合物。第二, 通过芽孢杆菌和纤维分解菌来分解蛋白质、果胶类物质和纤维素等较为复杂的高分子糖类化合物。在后期主要是一部分难分解的复杂高分子糖类化合物[7]。在温度、光照等适宜的条件下(28℃~35℃), 初期分解强度大的可维持 12~45 d 左右, 之后迅速转为缓慢分解时期。

还田秸秆的腐解特性一般情况下包含三个阶段: 前期为快速腐解阶段, 中期缓慢腐解和停滞期。陈尚洪[7]等人研究发现作物秸秆在埋入土壤后, 秸秆的水溶性组分在次生代谢的作用下迅速分解; 在腐解过程中, 其碳与氮的比例渐渐发生了改变。较容易分解的有机物含量开始慢慢减少, 剩下的是一些较难分解的物质(比如有木质素、单宁和蜡质等物质), 因为有这些物质的存在, 作物秸秆腐解速率渐渐变慢直至几乎停下来。沈海军[8]等研究表明, 作物秸秆还田前四周的腐解率可达 40%; 但随着易分解的物质逐渐耗尽, 作物秸秆的腐解速率慢慢降低; 最后由于剩下的组分难以分解利用, 腐解过程难以继续, 基本停止。

雷达[9]等研究认为作物秸秆腐解过程中不同养分的释放速度也是存在明显差异的, 其表现为钾 > 磷 > 氮 > 碳; 然而王允青等对秸秆释放率的研究发现, 不同养分释放的情况为钾 > 磷 > 碳 > 氮, 碳与氮的比例呈下降的趋势。张静[10]等研究表明, 还田秸秆以微生物呼吸的形式释放养分的约占 70%~90% 之多, 在作物秸秆还田 90 天以后, 小麦和玉米的碳素释放率为 50%~55%; 二者养分的释放率表现为钾 > 磷 > 碳 > 氮, 张红等人的研究结果也验证了此观点。而其他学者得出的结论是钾 > 磷 > 氮 > 碳, 并且秸秆腐解的变化趋势为烘干秸秆 > 新鲜秸秆, 葡萄园土壤微生物活性最高, 稳定性较好, 其次为桃园和农田, 农田土壤微生物活性较低, 稳定性差。在武际等人的研究中, 小麦秸秆腐解特征、养分释放规律及对土壤微生物量、酶活性和养分状况的影响。得出的结论是秸秆还田后在 0~30 天这一阶段腐解最快, 后期腐解速率缓慢, 90 天之后累计腐解率达到了 48.9%~61.3% 左右。符合秸秆腐解的规律。为此, 得出了秸秆的腐解特征: 玉米秸秆 > 水稻秸秆 > 小麦秸秆; 养分释放情况为钾 > 磷 > 氮 > 碳; 秸秆前期腐解快, 中期缓慢, 后期几乎停滞。

2.2. 影响还田秸秆腐解的因素

2.2.1. 秸秆组分和 C/N

还田秸秆的腐解作为一个复杂的生物化学过程, 受到自身条件及诸多外界因素的影响。秸秆在土壤中的分解转化主要取决于作物秸秆自身组成和性质, 以及气候条件和土壤环境等外界因素。秸秆组分中含有的水溶性和醇溶性物质以及蛋白质物质的分解最快, 其次为纤维素和半纤维素, 木质素是最难分解的物质之一, 各类物质含量高低直接影响秸秆的分解速度。碳氮比大的秸秆施入农田后, 会使土壤微生物分解活动时碳源充足, 而氮素含量较少, 这时就需要从土壤中来争夺氮素, 然而这种情况影响作物和幼苗的生长发育。一般情况下碳氮比在 25~28 是最合适的, 有利于秸秆的分解。张静等研究认为影响作物秸秆腐解的自身因素包括: 还田量、还田时间、大小、深埋、种类、C/N、含水量等, 其中还田量、还田时间和大小(粉碎程度)通过影响土壤水分土壤温度、土壤微生物 C/N 等指标来影响还田秸秆的腐解。杨志谦[11]等人研究发现, 深埋 5 cm 的作物秸秆腐解最快, 深埋 15 cm 的秸秆稍慢, 而覆盖在表面的作

物秸秆最慢。玉米秸秆碳素的释放率比大豆秸秆快，同时当 C/N 升高时，玉米秸秆有机碳的腐解速率亦升高。张晓文[12]等的研究表明，作物秸秆 C/N 在一定的程度上影响到作物秸秆的腐解速度。一般情况下含氮量大于 1.5%~1.7%的有机物不需要外源氮源就能满足分解过程中微生物对氮素的需要。在还田的过程中如果适量施入氮肥，调节碳氮的平衡，可促进秸秆的分解。

2.2.2. 土壤水热状况

温度影响酶活性进而影响微生物外酶的产生和周转，从而间接地影响有机物分解。在一定范围内，酶活性随着温度的升高而升高，微生物会抑制酶的产生。微生物胞外酶对温度的敏感性受到季节的影响，随着季节的变化而发生改变。土壤水分知热量状况直接影响土壤微生物区系组成和活性，影响土壤酶活性，进而影响秸秆分解速度。土温在 7℃~37℃ 范围内，淀粉和纤维素分解迅速，木质素也开始被氧化。土温过高或者过低、土壤水分过多或过少都会抑制土壤微生物活动与土壤酶活性。通常情况下，土温在 25℃~30℃，土壤水分含量占田间持水量的 20% 时，分解几乎停止。此外，土壤质地、pH、土壤利用方式等对秸秆分解都有一定的影响。Hochachka [13] 等研究发现。当温度升高时，微生物会完善和权衡自身的进化来适应因温度变化而导致的呼吸变化还有研究也发现，降水影响土壤水分含量，而土壤水分含量对水溶性有机碳(SOC)的周转影响显著。此外，降水导致的干湿交替会影响微生物的活性，进而导致厌氧和好氧微生物群落的交替[14]。

2.2.3. 土壤条件

Ma [15] 等研究表明，土壤 pH 质地会影响还田作物秸秆的腐解以及微生物的群落结构。还田作物秸秆在土壤中的腐解速率与土壤微生物的含量呈负相关。此外，在适宜的温度范围内，土壤温度的升高致使降解还田作物秸秆的微生物数量增加、微生物活性和呼吸速率增强，进而加速还田秸秆的分解。

2.2.4. 秸秆处理与还田时期

影响秸秆分解的因素还有秸秆数量、细碎程度、耕埋深度等。秸秆细碎可增加与土壤的接触面积、增加吸水与保水能力，促进分解。反之，分解速率慢，不利于土壤保墒，降低整地质量，影响出苗[16]。秸秆量适中，比较细碎，全部埋入土中并分布均匀，均有利于分解，秸秆还田还要考虑合理的时期，要避开毒害物质分解高峰期以减少对作物的危害，还田时秸秆含水量应不少于 30%~40%，过干不易分解。

2.3. 还田秸秆的应用及研究进展

现代农业生产中，化肥肥料的频繁使用，而造成土壤环境的不断恶化及人类生态环境的破坏。就此，秸秆还田被民众所关注，秸秆还田可以提高土壤有机质含量，改善土壤结构，增加土壤有机质，平衡土壤酸碱度，增强土壤保肥保水能力，实现农作物高产稳产。此外，秸秆还田可以提高作物抗倒伏能力。就此，推广秸秆还田技术，正成为当前农业部门普遍关注的热点话题。还田秸秆的应用技术在当代社会推广应用广泛，尤其在玉米、小麦品质的研究极为广泛。我国还田已有 2000 多年历史，但是很长一段时间大部分秸秆用作燃料，少部分用于垫圈，喂养牲畜及还田。20 世纪 70 年代以来，煤炭及液化气在农村普及，秸秆还田得到研究，我国秸秆还田的研究主要是北方小麦和玉米，南方较少，仅有研究是在水稻、小麦上。

2.3.1. 秸秆还田对作物品质的影响

水稻作为我国一大粮食作物，其产量和品质与我们的生活密不可分。有研究表明，长期和短期秸秆还田能导致蛋白质含量呈上升的趋势，直链淀粉含量呈下降的趋势，在长期的定位实验下，垩百度随着

土壤全氮含量的增加呈增加的趋势,短期的秸秆还田则表现出先上升后降低的趋势[17]。陈新红等人[18]以华粳6号和两优培九为材料,通过小麦秸秆还田与秸秆不还田比较试验,研究小麦秸秆还田对不同水稻产量和稻米品质的影响。结果表明小麦秸秆还田后,明显提高了水稻的穗粒数、结实率、千粒重和稻米的出糙率、精米率和整精米率,降低了垩白粒率和垩白度,提高了长宽比,直链淀粉含量降低,胶稠度增大,表明稻米的加工品质、外观品质、食味品质和营养品质得到改善。小麦秸秆还田后对水稻产量和稻米品质有显著的影响。

2.3.2. 秸秆还田对土壤有机质的影响

土壤有机质来源于植物残体及土壤中,其含有的多种营养元素能够刺激植物的生长,改善土壤的理化性质,而秸秆是土壤有机质的重要来源之一。有研究表明:以同等数量的秸秆覆盖和翻压还田,3年后,覆盖还田的土壤有机质增加30.1%,翻压还田的增加19% [19]。由于增加的有机质主要是易氧化态有机质,从而使土壤有机质氧化稳定系数降低,有助于改善土壤质量,增强土壤养分供应。

3. 结论

秸秆还田在现代农业中扮演着重要角色,是提高土壤有机质、速效氮、磷、钾的主要途径之一[20]。本文通过对玉米、水稻及小麦三种秸秆的腐解特征及对土壤肥力的影响展开研究,得出了玉米秸腐解速率大于水稻秸秆,同时又大于小麦秸秆,而水稻秸秆腐解速率略高于小麦秸秆的这一结论。有机养分释放规律为:钾 > 磷 > 氮 > 碳,秸秆还田能改善土壤品质、提高土壤肥力、促进作物生长、提高作物产量、增强土壤理化性质;还能够提高微生物数量和活性、提高有机碳和养分含量。秸秆还田后,降低了土壤容重,改善了土壤的结构,形成有机质的覆盖,达到了抗旱保墒的目的[21]。其次,稻草还田配合有机肥的施用,还能够有利于稻草的分解,提高当年稻谷产量及稻草的综合应用。秸秆还田技术的推广,不仅能够提高土壤理化性状和改善作物品质,同时减少了秸秆燃烧对环境造成的污染,优化了农田生态系统[22]。

4. 展望

秸秆还田作为新时代一种新型的技术,其具有诸多优点,既能提高土壤微生物和酶的活性,又能调节土壤的氮素供应;既能提高作物品质,又能改善土壤肥力和减少化肥施用量等等。在环境日益恶化的当代,通过秸秆直接还田,可减少化肥施用,避免造成生态破坏和环境污染,形成良性的生态循环,促进农业可持续发展。此外,秸秆还田对新农村建设,环境保护等意义重大。在秸秆腐解机理和腐解物质的化学形态等方面还要继续努力深入研究。秸秆还田的力度要扩大,秸秆还田与耕作措施配合,作物可以产生较大的经济效益,现有模式必须完善,高效的秸秆还田模式也需要进一步开发。

基金项目

贵州省普通高等学校特色重点实验室建设项目(黔教合 KY 字[2016]001); 贵州大学研究生教育创新基地建设项目(贵大研 SJJJ[2015]004)。

参考文献

- [1] 武际,郭熙盛,鲁剑巍,完水霞,王允青,许征宇,张晓玲. 不同水稻栽培模式下小麦秸秆腐解特征及对土壤学特性和养分状况的影响[J]. 生态学报, 2015, 33(2): 565-575.
- [2] 杨文钰,王兰英. 作物秸秆还田的现状和展望[J]. 四川农业大学学报, 1999, 17(2): 211-216.
- [3] 张红,吕家珑,曹莹菲,徐温新. 不同植物秸秆腐解特性与土壤微生物功能多样性研究[J]. 土壤学报, 2014, 5(104): 743-752.

- [4] 李新举, 张志国, 李贻学. 土壤深度对还田秸秆腐解速度的影响[J]. 土壤学报, 2001, 38(1): 135-138.
- [5] 江永红, 宇振荣, 马永良. 秸秆还田对农田生态系统及作物生长的影响[J]. 土壤通报, 2001, 32(5): 209-213.
- [6] 张畅. 不同有机物料还田对土壤肥力及玉米生长发育的影响[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林农业大学, 2016.
- [7] 陈尚洪, 朱忠麟, 吴婕, 等. 紫色土丘陵区秸秆还田的腐解特征及对土壤肥力的影响[J]. 水土保持学报, 2006, 20(6): 141-144.
- [8] 沈海军, 祝飞华, 顾焜明, 等. 关中灌区秸秆还田条件下施氮量对冬小麦产量及氮素利用的影响[J]. 西北农业学报, 2012, 21(8): 72-76.
- [9] 雷达, 席来旺, 李文正, 等. 浅析国外秸秆的综合利用[J]. 现代农业装备, 2007(7): 67-68.
- [10] 张静, 温晓霞, 廖允成, 等. 不同玉米秸秆还田量对土壤肥力及冬小麦产量的影响[J]. 生态环境, 2006, 15(1): 80-83.
- [11] 杨志谦, 王维敏. 秸秆还田后碳、氮在土壤中的积累和释放[J]. 土壤肥料, 1991(5): 43-46.
- [12] 张晓文, 赵改宾, 杨仁全, 等. 农作物秸秆在循环经济中的循环利用[J]. 农业工程学报, 2006, 22(s1): 107-109.
- [13] Hochachka, T.M. and Breilaiml, T.A. (2002) Carbon Mineralization, Fungal and Bacterial Growth, and Enzyme Activities as Affected by Contact between Crop Residues and Soil. *Biology Fertility of Soils*, **35**, 41-48.
<https://doi.org/10.1007/s00374-001-0438-0>
- [14] Greorch, E.G., Monreal, C.M., Carter, M.R., Angers, D.A. and Ellert, B.H. (1994) Towards a Minimum Data Set to Assess Soil Organic Matter Quality in Agricultural Soils. *Journal of Soil Science*, **74**, 367-385.
- [15] Ma, L.W., Peterson, G.A., Ahuja, I.R., et al. (1999) Decomposition of Surface Crop Residues in Long-Term Studies of Dry Land Agroecosystems. *Agronomy Journal*, **91**, 401-409.
<https://doi.org/10.2134/agronj1999.00021962009100030008x>
- [16] 康国平. 秸秆还田研究进展[J]. 现代农业, 2018(1): 53-54.
- [17] 赵亮, 刘存寿. 不同有机物料对土壤肥力及团聚体稳定性的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2013, 41(2): 130-136+144.
- [18] 陈新红, 叶玉秀, 许仁良, 周青, 吴冬梅. 小麦秸秆还田量对水稻产量和品质的影响[J]. 淮江工学院生化学院农学系, 2009(1): 54-57.
- [19] 农传江, 王宇蕴, 徐智, 和金鸿, 刘雨萌, 洪杨, 汤利, 张发宝. 有机物料腐熟剂对玉米和水稻秸秆还田效应的影响[J]. 西北农业学报, 2016, 25(1): 34-41.
- [20] 王金洲. 秸秆还田的土壤有机碳周转特征[J]. 中国农业文摘-农业工程, 2016, 28(5).
- [21] 周淑霞, 于建光, 赵莉, 王丹丹, 常志州, 杨四军. 不同有机物料腐熟剂对麦秸的腐解效果[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(11): 347-350.
- [22] 陈尚洪. 还田秸秆腐解特征及其对稻田土壤碳库的影响研究[D]: [硕士学位论文]. 雅安: 四川农业大学, 2007.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2329-7255, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjss@hanspub.org