

秸秆还田对西藏中部退化农田土壤微生物的影响*

陈芝兰 张涪平 蔡晓布 何建清 彭岳林

(西藏农牧学院农学系, 西藏林芝 860000)

EFFECT OF RETURNING STRAWS TO FIELD ON MICROBES OF DEGENERATED SOIL IN CENTRAL TIBET

Chen Zhilan Zhang Fuping Cai Xiaobu He Jianqing Peng Yuelin

(Dept. of Agric., Tibet Agric. and Animal Husbandry College, Lirzhi, Tibet 860000, China)

关键词 秸秆还田; 微生物; 西藏; 麦田

中图分类号 S154.3 文献标识码 A

农作物的秸秆既含有相当数量的作物必需的碳、氮、磷、钾等营养元素, 又具有改善土壤的理化性状和生物学性状、提高土壤肥力等作用^[1]。土壤微生物是土壤的重要成分, 通过它们的代谢活动, 转化土壤中各种物质的形态, 是构成土壤肥力的重要因素。土壤微生物控制着土壤生态系统的许多过程, 行使的功能包括: 有机物料的分解, 土壤化学循环, 土壤结构的形成, 污染物的脱毒等。土壤微生物群体的改变可以作为预示土壤变化的指标^[2]。近年来, 在各种自然、人为因素的影响下, 西藏中部地区农田土壤退化严重, 农业可持续发展面临严重挑战。本实验研究了西藏中部春播麦类作物不同秸秆还田方式下麦田土壤微生物数量及种类的变化, 为了解西藏中部不同秸秆还田方式下土壤微生物指标与土壤质量状况、可持续发展潜力的关系提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地基本情况

试验地设于年楚河下游日喀则县境内, 谷地海拔 3 836 m, 具有雨热同季、干风同期的气候。年平均气温 6.3℃, 无霜期 127 d; 多年平均降雨量、蒸发

量分别为 430.6 mm 和 2 353 mm, 干季(10月~5月)分别占 4% 和 72%; 年 ≥8 级大风日数 60 d, 并主要集中在干季。

1.2 试验设计与方法

供试土壤为该地区分布较广的耕种山地灌丛草原土, 质地为砂壤。试验前耕层土壤养分含量见表 1。为定量分析秸秆还田的微生物效应, 于 2001 年 4 月按行距 15 cm、播量 225 kg hm⁻²、播深 3 cm 的标准播种春青稞(喜马拉雅 19 号), 小区面积 10 m², 每小区 33 行, 试验 3 次重复, 共计 21 小区。

各小区 N(尿素)、P₂O₅(磷酸二铵)施用量均为 120 kg hm⁻², N、P₂O₅ 比为 1:0.5。同年 8 月 14 日于青稞穗部单独收获后即行秸秆还田(不再施用任何肥料)。所设 3 种秸秆还田方式均为半量还田(隔行收割还田)和全量还田(全部还田) 2 个水平(表 2)。具体方法为: ①秸秆翻埋: 将秸秆铡至 5 cm, 分半量或全量翻入耕层, 并与土壤充分混合。其中, 秸秆全量直接还田时 N、P₂O₅、K₂O、有机碳归还量分别为 32.1 kg hm⁻²、14.1 kg hm⁻²、52.1 kg hm⁻² 和 2 497.0 kg hm⁻², 秸秆 C/N 为 80.2; ②秸秆覆盖: 将秸秆自地表割下分半量或全量分别均匀覆盖于土壤表面; ③高茬: 全量还田处理保留小区全部秸秆留高茬, 半

* 国家自然科学基金项目(40061004)资助

作者简介: 陈芝兰(1965~), 女, 四川绵阳人, 副教授, 研究方向为土壤微生物学、食用菌栽培学。发表论文 20 篇

收稿日期: 2004-06-17; 收到修改稿日期: 2004-10-09

量还田即将小区秸秆隔行自地表割去并移出农田, 半量留高茬。

表 1 供试土壤理化性质

pH	全氮 (N, g kg ⁻¹)	全磷 (P ₂ O ₅ , g kg ⁻¹)	全钾 (K ₂ O, g kg ⁻¹)	碱解氮 (N, mg kg ⁻¹)	速效磷 (P ₂ O ₅ , mg kg ⁻¹)	速效钾 (K ₂ O, mg kg ⁻¹)	有机质 (g kg ⁻¹)
8.42	0.931	1.744	3.083	82.18	19.05	133.0	19.42

表 2 试验设计

处理编号	还田数量	还田方式
①	全量	秸秆翻埋
②	半量	秸秆翻埋
③	全量	秸秆覆盖
④	半量	秸秆覆盖
⑤	全量	秸秆高茬
⑥	半量	秸秆高茬
⑦(CK)		

1.3 测定方法

1.3.1 土壤养分测定 土壤样品采集于 2002 年 4 月春播前进行, 秸秆实际还田为 244 d。土壤水分、有机质、碱解氮、速效磷、速效钾及 pH 值的测定均采用土壤农化常规分析法^[3]。

1.3.2 土壤微生物测定 参照中国科学院南京土壤研究所微生物室编著的《土壤微生物研究法》进行测定^[4]。用牛肉蛋白胨培养基培养细菌; 用马丁氏培养基, 临用时每 100 ml 培养基加 1% 链霉素液 0.3 ml 培养真菌; 用改良高氏 1 号培养基, 临用时在已融化的培养基中每 300 ml 培养基加 3% 重铬酸钾 1 ml 培养放线菌; 用阿须贝氏培养基培养固氮菌; 用

郝奇逊氏培养基培养纤维素分解菌。采用稀释倾注平板法分离, 考虑到西藏长年温度较低, 故将培养温度选择 23℃ 恒温培养、计数、镜检鉴定类别。全过程无菌操作。纤维素分解强度采用埋片法^[4]。

2 结果与分析

2.1 不同秸秆还田方式对土壤微生物的影响

青稞秸秆还田后, 为微生物的活动提供了丰富的碳源和氮源, 使土壤微生物区系、数量发生很大变化。从土壤微生物组成来看, 不同秸秆还田方式下, 土壤中三大微生物类群的组成比例大体上一致, 数量上仍以细菌为主, 放线菌次之, 真菌居第三, 可见细菌在土壤微生物组成中占绝对优势。从土壤微生物总数来看, 不同秸秆还田方式下, 微生物数量存在着一定差异, 具体表现为: ③>①>⑤>④>⑦>⑥>②, 以秸秆覆盖、秸秆翻埋处理细菌及放线菌增加明显, 分别比对照增加 88.63%~259.74%、140.92%~119.35%, 秸秆还田处理随用量增加细菌、放线菌增加, 而对真菌、固氮菌、纤维素分解菌则影响不一(见表 3), 这种变化趋势主要是由于土壤肥力以及土壤环境状况的差异所决定的。

表 3 不同秸秆还田条件下土壤微生物数量

处理编号	细菌 (× 10 ⁶ 个 g ⁻¹)	放线菌 (× 10 ⁴ 个 g ⁻¹)	真菌 (× 10 ³ 个 g ⁻¹)	固氮菌 (× 10 ² 个 g ⁻¹)	纤维素分解菌 (× 10 ² 个 g ⁻¹)
①	95.8	158	17.0	19.3	34.6
②	19.7	28.5	6.49	83.5	10.2
③	183	148	18.7	19.0	30.3
④	65.6	61.9	21.7	0.371	30.7
⑤	74.2	63.1	7.99	9.13	9.13
⑥	21.4	33.2	63.9	10.3	10.3
⑦(CK)	50.8	72.1	21.0	0.00	22.4

不同秸秆还田方式引起土壤微生物数量差异的主要原因可能是不同的还田方式、还田数量、肥源投入的营养组成不同。由于秸秆覆盖、翻埋给土壤带来大量的碳源,给土壤微生物的繁殖提供了适宜的营养条件,从而使土壤微生物数量增大。而各微生物类群对营养、环境的要求不一,导致其数量差异较大,因此,培肥管理措施影响了微生物的繁殖,改变了微生物的数量,预示着培肥管理措施可能影响微生物的区系结构。土壤微生物的数量、类群和分布是环境条件的综合反应,它与土壤类型、气候、植被、农业利用以及人类的生产活动密切相关,直接受土壤结构层次、温度、有机质含量、水分、通气性、耕作、灌溉和施肥等因素的影响^[5]。

2.2 水分对微生物的影响

田间试验表明(见表4),秸秆还田区土壤较对照保墒性能好,含水量较CK增加5.5%~32.1%,

不同秸秆还田方式对提高耕层土壤含水量作用的强弱依次为:高茬全量、高茬半量、覆盖全量、覆盖半量、翻埋半量、翻埋全量。为进一步说明土壤含水量与土壤微生物的关系,对含水量与微生物数量进行回归分析得方程: $y = -0.110x^3 + 104x^2 - 2.149x + 13.25$, $r = 0.7599$ 。回归分析说明土壤水分与微生物呈正相关。水分是微生物生活的一重要因素,适于微生物生活的土壤水分条件为土壤含水量的15%~20%。西藏中部春播作物收获后,土壤面临7~8个月的裸露期,而此时也是一年中降水最少、最为干旱、蒸发量最大、风沙频繁的时期,采用农田留高茬、覆盖的方式一方面可以抵御干季大风,另一方面可以减少直达地表的太阳辐射,降低土壤温度,减少土壤水分蒸发,同时地表的秸秆还可吸收一定数量的水分,土壤含水量的提高无疑对微生物的生长有益,数量得以提高。

表4 秸秆还田的土壤(0~30 cm)基本理化性质

处理编号	含水量(%)	pH	有机质(g kg ⁻¹)	碱解氮(N, mg kg ⁻¹)	速效磷(P ₂ O ₅ , mg kg ⁻¹)	速效钾(K ₂ O, mg kg ⁻¹)
①	11.91	8.25	23.0	105	17.7	198.8
②	12.24	8.65	24.0	93.4	24.0	187.5
③	14.13	8.68	27.8	85.2	23.2	223.8
④	13.01	8.18	27.8	102	18.3	207.5
⑤	14.91	8.84	25.6	102	14.9	256.2
⑥	14.79	8.80	25.6	93.4	25.0	153.8
⑦(CK)	11.29	8.47	18.8	77.1	22.0	178.8

2.3 秸秆还田对土壤养分与微生物数量的影响

由表4可以看出,秸秆还田后,土壤有机质、碱解氮含量得到提高,分别较CK增加22.1%~48.6%、10.5%~35.8%,土壤有机质含量提高幅度最大的是秸秆覆盖方式,其次是高茬区、翻埋区的土样,而全量翻埋区的土样则相对较小,而碱解氮含量则以全量秸秆翻埋最高,全量秸秆覆盖最少。统计分析表明,试验条件下不同秸秆还田处理有机质含量、碱解氮、速效磷、速效钾与土壤微生物数量的相关系数分别为0.8268、0.8780、0.3063、0.3252,直线回归方程为 $y = 0.09x^3 - 1.86x^2 + 8.84x + 15.06$ 、 $y = -1.24x^3 + 14.14x^2 - 47.46x + 139.47$ 、 $y = 0.33x^3 - 3.86x^2 + 12.94x + 9.03$ 、 $y = -0.52x^3 + 1.70x^2 + 11.68x + 178.57$ 。从土壤主要养分指标与土壤微生物数量的关系来看,土壤微生物总数与土

壤养分含量(除速效钾含量和速效磷含量外)之间存在着一定的正相关关系,即养分含量高的土壤中微生物数量也高,这是土壤肥力、土壤环境状况与土壤微生物协同发展的结果。高有机质含量、高肥力水平的健康土壤可促进微生物的大量生长。同时,大量的土壤微生物又反过来会对土壤结构的改善,以及养分积累、转化和维持起促进作用。

在自然土壤中生存着大量的微生物群,它们进行着一系列复杂的生物化学反应,对土壤肥力的作用举足轻重,微生物一方面分解有机物质形成腐殖质并释放养分,另一方面又同化土壤碳素和固定无机营养形成微生物生物量,土壤有机质的积累有赖于微生物主导下的土壤各类有机残体的分解,取决于土壤有机残体分解过程中的矿质化与腐殖化的相对强度。青稞秸秆含有相当数量的碳、氮、磷、钾等营养元素,但C/N比高达80.2,在秸秆还田时未配

施化学氮肥, 秸秆是否粉碎、与土壤的接触程度、作用时间的长短都对微生物的活动有影响。在本试验的几种还田方式中, 以秸秆粉碎翻埋处理养分外溢、与微生物的接触最充分, 有机物质的分解转化过程较早进行, 在还田 224d 后, 部分腐殖质已矿化, 故有机质含量低, 这从碱解氮含量、纤维素分解菌数量提高已可得到说明。

2.4 不同秸秆还田方式对土壤微生物群落结构的影响

在测定微生物数量之外, 还分析各秸秆还田区土样中优势微生物的种类。作物的茎秆及根系中的主要成分是纤维素, 纤维素的分解实质上是有机残体分解的中心环节。纤维分解强度是土壤微生物活性的重要标志, 反映了土壤中微生物对有机残体分解的强度和速度^[5]。秸秆还田后, 纤维素分解微生物数量提高, 处理 ① ③ ④较 CK 提高 35.19%~54.42%(见表 3)。分解纤维素的微生物在土壤中分布极为广泛, 不同土壤中的优势菌类不一。在对各处理土样分析过程中发现, 滤纸上各类群出现的先后顺序为食纤维细菌、真菌类、链霉菌属白孢类群放线菌; 以食纤维细菌数量多、分解能力最强, 其次为链霉菌属白孢类群放线菌^[6]; 在该土壤条件下, 分解纤维素的真菌较土壤 pH 偏酸的土壤大大下降, 其中以葡萄穗霉属、腐霉属、葡萄孢属^[7]真菌最常见, 秸秆还田土壤轮枝霉属真菌增加。

自生固氮菌具有固定大气中氮气, 丰富土壤氮素的能力, 其数量的多少也可作为土壤肥力的一个指标。秸秆还田后, 调节了 C/N, 增加了土壤有机物质, 固氮菌数量由对照的 0 升至最高为 83.5×10^2 个 g^{-1} , 其类群为圆褐固氮菌。

3 小 结

1) 不同秸秆还田方式对提高土壤含水量、有机

质、碱解氮含量均有明显作用; 全量秸秆覆盖、秸秆翻埋处理微生物总数、各生理类群大幅度提高, 综合各因素, 在西藏中部特殊生态环境下, 以秸秆全量覆盖对提高土壤肥力、微生物数量、改善土壤结构均有重要作用。

2) 从土壤微生物组成来看, 不同秸秆还田方式下, 土壤中三大微生物类群的组成仍以细菌为主, 放线菌次之, 真菌居第三, 可见细菌在土壤微生物组成中占绝对优势。

3) 从土壤主要养分指标与土壤微生物数量的关系来看, 土壤微生物总数与土壤养分含量(除速效钾含量和速效磷含量外)之间存在着一定的正相关关系, 土壤微生物数量和多样性的大小可以作为表征土壤肥力状况的重要生物学指标。

4) 随土壤微生物数量增加, 个别土样土壤 pH 值上升; 土壤 pH 降低而速效磷含量下降等原因有待进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 周鸣铮. 土壤肥力概论. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1985 118~154
- [2] 张茺帮, 等. 天台山不同林型土壤微生物区系及其商值 (qMB, qCO₂). 生态学杂志, 2003, 22(2): 28~31
- [3] 中国土壤学会农业化学专业委员会编. 土壤农化常规分析方法. 北京: 科学出版社, 1983
- [4] 中国科学院南京土壤研究所微生物室. 土壤微生物研究法. 北京: 科学出版社, 1985. 43~250
- [5] 李卓棣主编. 微生物学. 北京: 中国农业出版社, 2001
- [6] 中国科学院微生物研究所放线菌分类小组. 链霉菌鉴定手册. 北京: 科学出版社, 1975
- [7] 唐姆茨 K H. 农业土壤真菌. 北京: 科学出版社, 1979