

文章编号:1003-8701(2011)01-0026-04

江西土壤质量与低碳农业发展

金姝兰, 杨光灶, 朱子明

(上饶师范学院, 江西 上饶 334001)

摘要: 土壤既是碳汇, 又是碳源。因此, 根据江西土壤质量现状, 运用保护性耕作、灌溉节水技术、合理施肥和生物固碳等措施加强农业土壤固碳减排功能, 促进农业低碳发展, 保护气候和环境, 是实现江西农业可持续发展的科学决策。

关键词: 江西; 土壤质量; 低碳农业

中图分类号: F062.2

文献标识码: A

Studies on Soil Quality and Development of Low Carbon Agriculture in Jiangxi Province

JIN Shu-lan, YANG Guang-zao, ZHU Zi-ming

(Shangrao Normal University, Shangrao 334000, China)

Abstract: Soil is both carbon sink and carbon sources. Therefore, according to the soil quality status, it is scientific decision to realize the sustainable development of agricultural in Jiangxi Province using the conservation tillage, rational fertilization, water-saving irrigation technology and biological measures to reducing the greenhouse gas emission from agricultural soil and increasing carbon sequestration, to promote low carbon agricultural development, and protect climate and environment.

Keywords: Jiangxi Province; Soil quality; Low carbon agriculture

温室气体的排放已成为生态恶化的罪魁祸首。农业作为国民经济的基础产业, 是温室气体的第二大重要来源^[1], 同时又受到气候变化的严重影响。江西是我国重要的商品粮油基地和农业大省, 要实现农业的可持续发展, 必须使目前的高碳经济向生态经济转变, 过渡就是低碳农业。低碳农业是指在生产、经营中排放最少的温室气体, 同时获得整个社会最大效益的产业。它具有低能耗、低污染、低排放、节水、节肥、节药、节种、高产、高效、高安全等特点。土壤碳库作为地表生态系统中最活跃的碳库之一, 是 CH₄、CO₂、N₂O 等温室气体重要释放源, 也是重要的吸收汇。因此, 根据江西土壤质量现状, 加强农业土壤固碳措施的多角度研究, 是促进江西低碳农业发展的重要科学问题。

土壤质量是指土壤肥力质量、土壤环境质量

及土壤健康质量 3 方面的综合量度, 即土壤在生态系统的范围内, 维持生物的生产能力、保护环境质量及促进动植物健康能力, 主要取决于土壤的自然组成部分, 也与由人类利用和管理导致的变化有关^[2]。土壤环境质量的好坏取决于土地利用方式、生态系统类型、地理位置、土壤类型、以及土壤内部各种特征的相互作用。

1 研究区概况

江西位于北纬 24°29'~30°05', 东经 113°35'~118°29' 之间。气候为中亚热带季风气候。地形以中山、低山、丘陵、平原、阶地为主, 东南西三面环山, 北枕长江, 形成南高北低, 四周高中间低的特点。区内植被类型多样, 包括常绿阔叶林、针叶林、竹林、针阔混交林、常绿和落叶阔叶混交林、落叶阔叶林、山地夏绿矮林、山地丘陵草灌、沙地植物、草甸、水生植物、沼泽。江西土壤资源丰富, 主要有红壤(占全省土壤面积的 70.69%)、黄壤、黄棕

收稿日期: 2010-09-19

作者简介: 金姝兰(1966-), 女, 副教授, 硕士, 从事生态农业研究。

壤、山地草甸土、紫色土、石灰土、黄褐土、火山灰土、新积土、粗骨土、石质土、潮土、水稻土(占全省土壤面积的20.36%)等13个土类。全省一等水田137.57万hm²、二等136.49万hm²、三等20.82万hm²、四等7.33万hm²;全省旱作土壤一等13.02万hm²、二等19.95万hm²、三等6.55万hm²、四等7.01万hm²;全省自然土壤中多宜性893.88万hm²、双宜性217.49万hm²、单宜性24.46万hm²、不宜性3.93万hm²[3]。

2 研究区土壤质量现状

土壤质量评价应由土壤质量指标来确定,一般包括土壤物理、化学、生物学及土壤污染物等指标。江西土壤质量指标见表1和表2。其中,表1数据来源于近年来江西省农业科学院土壤肥料与资源环境研究所魏林根^[4]等的监测调查结果;表2中1997年的数据来源于叶厚专^[5]等人1997年冬至1998年春的调查结果,2004年的数据来源于曾凯^[6]等人2004年的调查结果。

从前文和表1可知,江西省自然条件优越、土壤种类丰富、土壤环境质量大都可以达到《土壤环

境质量标准》Ⅱ类区的要求,土壤环境质量良好,为发展低污染、高安全的低碳农业提供了基本保障。从表2可知,1997~2004年江西土壤有机质、全氮、速效钾、磷有所下降,pH值上升,土壤质量有所下降。土壤有机质含量的变化是评价土壤质量的重要指标。土壤有机质稳定性由有机质的化学结构和粗微团聚体形成情况决定。不同的耕作制度、施肥、灌溉等农田管理措施对土壤碳的固定及温室气体排放有显著影响。江西部分农民重用轻养,投入化肥多有机肥少,缺少保护性耕作理念和灌溉节水技术,土壤团粒结构破坏严重,土壤有机质含量下降。Tracy^[7]、Unger^[8]、白大鹏^[9]认为由于有机质对土壤氮、磷、钾的吸附作用,土壤有机质含量减少,自然有机质吸附的氮、磷、钾也会随着减少,土壤肥力下降,土壤pH值上升,而土壤pH值的上升又会导致土壤中有机质含量的下降^[10-11]。所以,江西目前仍存在着相当面积的农田“缺素”^[12],如有26%的耕地土壤缺乏有机质,5.2%缺乏全氮,57.32%缺乏碱解氮,59.4%缺乏全磷,32.75%缺乏速效磷,26.6%缺乏全钾,37.76%缺乏速效钾,还有相当耕地面积的土壤缺乏微量元素。

表1 江西省部分地区的农田及山地土壤环境质量的监测调查结果

mg/kg

| 县(市) | pH值 | Hg | Cd | Pb | As | Cr | Cu |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|
| 上犹县 | 4.01~4.88 | 0.06~0.71 | 0.11~0.16 | 7.6~24.6 | 1.4~4.8 | 15.8~54.1 | 4.5~20.5 |
| 临川区 | 4.57~4.86 | 0.04~0.09 | 0.12~0.14 | 10.4~12.8 | 3.0~5.8 | 32.6~41.4 | 10.4~20.2 |
| 广丰县 | 5.00~5.76 | 0.03~0.06 | 0.23~0.29 | 12.2~19.1 | 4.1~6.3 | 62.8~101.0 | 26.9~49.4 |
| 贵溪市 | 4.94~5.04 | 0.06~0.11 | 0.28~0.29 | 31.2~44.6 | 17.1~19.2 | 35.1~39.4 | 15.4~25.0 |
| 南丰县 | 4.24~5.04 | 0.09~0.12 | 0.19~0.21 | 34.5~38.0 | 8.5~15.9 | 6.0~25.7 | 26.6~45.9 |
| 九江县 | 7.18~7.78 | 0.10~0.13 | 0.27~0.28 | 33.2~36.2 | 3.4~5.0 | 50.0~68.0 | 32.3~49.8 |
| 永修县 | 4.20~4.82 | 0.04~0.15 | 0.28~0.29 | 40.2~47.9 | 16.5~18.9 | 65.1~101.8 | 15.4~30.7 |
| 乐平市 | 4.86~5.54 | 0.08~0.11 | 0.22~0.27 | 20.5~32.1 | 11.5~12.4 | 33.0~52.5 | 18.3~31.7 |
| 南昌县 | 4.83~5.06 | 0.08~0.10 | 0.12~0.16 | 42.9~43.7 | 2.9~4.5 | 49.6~80.7 | 10.1~22.5 |
| 永新县 | 5.34~5.66 | 0.07~0.14 | 0.11~0.21 | 23.7~39.7 | 8.4~19.6 | 61.3~101.0 | 23.4~25.8 |
| 鄱阳县 | 4.81~5.74 | 0.03~0.14 | 0.17~0.28 | 4.2~44.5 | 0.2~10.9 | 31.9~92.7 | 23.1~46.7 |
| 进贤县 | 5.07~6.67 | 0.03~0.16 | 0.10~0.14 | 10.9~15.3 | 3.0~7.4 | 48.0~86.2 | 13.4~30.5 |
| 泰和县 | 5.22~5.64 | 0.04~0.06 | 0.15~0.28 | 17.1~20.5 | 9.3~11.5 | 34.3~43.2 | 21.4~28.5 |
| 信丰县 | 4.34~6.16 | 0.03~0.18 | 0.02~0.29 | 21.4~40.6 | 0.4~8.5 | 26.7~106.0 | 13.9~34.3 |
| 袁州区 | 4.22~6.05 | 0.05~0.14 | 0.05~0.29 | 3.1~40.3 | 0.5~15.9 | 4.1~97.1 | 18.6~37.5 |
| 兴国县 | 4.84~4.88 | 0.03~0.04 | 0.13~0.20 | 20.9~25.9 | 11.2~13.1 | 59.0~64.9 | 22.0~29.3 |
| 新余市 | 5.08~5.36 | 0.05~0.06 | 0.19~0.22 | 21.8~30.9 | 15.6~18.7 | 49.4~57.0 | 23.7~34.4 |
| 莲花县 | 5.18~5.49 | 0.06~0.09 | 0.13~0.18 | 4.7~9.3 | 7.0~9.2 | 38.3~78.9 | 21.9~28.1 |

表2 1997年与2004年江西土壤质量主要指标

| 时间 | 有机质(%) | 全氮(%) | 速效K(mg/kg) | 速效P(mg/kg) | pH值 |
|-------|--------|-------|------------|------------|------|
| 1997年 | 3.17 | 0.16 | 87.00 | 33.41 | 5.37 |
| 2004年 | 2.71 | 1.58 | 67.45 | 26.91 | 5.75 |

3 研究区土壤质量提高与低碳农业发展措施

土壤有机碳的微小变化将对全球温室效应和气候变化产生重要影响。土壤碳库和地上部植物之间有密切关系,土壤有机碳固存的减少不仅影响植被生长及微生物活动,影响土壤的物理结构,

同时增加大气中CO₂等温室气体含量。土壤有机碳含量的提高部分,就是大气CO₂被土壤固定部分。为了增加土壤对大气碳汇的贡献,减小大气的温室效应,应该选择有利于土壤碳含量不断增加的农田管理措施和土地利用方式,以期不断增加土壤有机质含量,增加土壤对碳的固定,促进农业低碳发展,从而保护气候和环境。

3.1 保护性耕作

过度耕作使土壤中的碳素释放,是农业排放碳的主要途径^[7]。垄作免耕、覆盖免耕等保护性耕作可以减少地表径流(surfaceflow)量、减少土壤侵蚀、减少土壤水分蒸发、提高土壤水分的有效性(soilwaterefficiency)、增加土壤团聚体(aggregates)数量、保存土壤中的碳含量、提高土壤有机质(organicmatter)含量^[13]、减少农业机械的使用、减少化石燃料的燃烧和CO₂的排放;作物轮作、间混套作可以改善土壤理化和生物学性状,消除土壤有毒、有害物质,减少作物病虫草害,对实现作物高产、稳产和提高农田经济效益具有重要作用。但由于受劳动力、技术、理念的影响,江西农田免耕、轮作、间混套作不多。免耕稻草覆盖种植红薯、油菜、棉花、无公害蔬菜,水稻免耕直播抛秧,早稻+晚稻/紫云英、玉米+大豆、花生+玉米、棉花+蔬菜、紫云英x油菜x肥田萝卜、油菜/棉花,等等(注:“+”表示间作,“x”表示混作,“/”表示套作)能有效的提高江西土壤固碳能力和土壤质量,促进低排放、低能耗、节肥、节药、高产、高效的低碳农业发展。

3.2 灌溉节水技术的运用

节水灌溉技术的运用不但可提高灌溉效率,更影响作物生长机理、田间灌溉微环境。杨久廷^[14]研究认为,滴灌能很好地保持土壤疏松状态,土壤孔隙度高,通气性能好,厌氧环境被破坏,厌氧细菌繁殖受抑制,因此甲烷排放减少,不破坏土壤团粒结构,滴灌土层中的土壤持水量、土壤有机质及氮磷钾的含量、作物产量都较高。康跃虎^[14]研究认为,喷灌节约灌溉水25%以上,可减少硝态氮对地下水的潜在污染,能够促进种子的出苗及植物生长。大量研究认为保水材料通过自身的吸水供水增加土壤团粒结构,降低土壤容重,增加孔隙度,抑制蒸发,达到保水效果,减小降雨对土壤的侵蚀^[15];通过减少养分淋失达到提高肥料利用效率和减少肥料污染的作用。研究区7月中旬后进入伏旱,炎热干旱,降水量小,蒸发量大,而作物生长旺盛,需水量大,灌溉用水十分紧缺。因此,应改变长期以来形成的见水便灌溉,灌水越多越好的传统思想,运用滴灌、喷灌技术和保水材料,改善土壤环境质量,促进江西节水、节肥、高产低碳农业的可持续发展。

3.3 发展环境友好型施肥体系

合理的养分投入不仅是提高作物产量,改善作物品质的重要因素,更是影响土壤生产力提高

与生态环境可持续发展的重要措施。无机肥和有机肥都是农业生产不可或缺的资源。但过量使用有机肥可促进土壤中CO₂和CH₄的排放,有机肥和畜禽粪肥堆放场地有大量氨气污染,有机物的焚烧可直接向大气排放大量的CO₂、CH₄及固体微粒,使城乡空气严重污染;过量使用呈现出碳成本高于碳收益的形势^[16]即:生产化学氮肥所消耗的化石燃料造成碳排放、氮肥的挥发及使用导致的N₂O排放增加所造成的温室效应足以完全抵消施用氮肥的土壤固碳潜力。江西农村秸秆焚烧、有机肥和畜禽粪肥露天堆放、过度单一使用化肥的现象较多,导致土壤有机质下降,环境污染。向艳文等^[17]认为,化肥和有机肥(稻草)长期配合施用能显著提高大团聚体内有机碳、氮的含量和储量,是改善土壤团粒结构,提升红壤水稻土肥力的有效措施。红壤水稻土是研究区主要的土壤,具有酸、贫、粘等特点。因此,通过测土配方,根据研究区土壤及作物需求,坚持有机-无机肥配施,能提高土壤结合态有机质含量,培肥土壤,提高土壤固碳量和生产力,更能保护环境,促进低污染、低排放、节肥、高产、高效的低碳农业发展。

3.4 利用生物固碳解毒

江西水土流失严重,据2000年遥感调查,全省水土流失面积仍有335万hm²,占土地总面积的20.1%,占山地总面积的33.3%。近年的研究表明^[12],江西省土地沙化面积已达13.33万hm²,占全省国土面积的0.78%。工业三废、污水灌溉使江西少数农田土壤遭受污染。生物固碳解毒可实现经济效益、社会效益和生态环境效益的最大化。

首先,研究区农路、农田边缘、农田空地及荒地种植豆科作物(紫云英、蚕豆、豌豆、绿豆、大豆、花生等)进行生物固氮,在农田坡度较陡或地势较高的地方布局高碳汇的经济果林或生态水土保持林,充分发挥其生物固碳的作用与潜力,减少土地沙化和水土流失;其次,对宜园、宜林土壤资源,可根据地形、土壤等特点,围绕全省森林覆盖率达到63%的目标,充分发挥次生常绿阔叶林和杉阔混交林的最佳生态效应,王华^[18]等研究表明,次生常绿阔叶林碳、氮储存功能最强,杉阔混交林位居第二,大力种植香樟树、杉木、花卉、中药材、柑橘、茶叶、茶树;对草洲、草山和草坡等牧地,统筹考虑畜牧养殖业的经济效益、社会效益和生态环境效益,根据区域生态环境特点进行草地资源生态监测,严格控制养殖数量和规模,合理放牧,孔玉华^[19]等研究认为,合理放牧有助于土壤碳的积

累,减少碳释放,过度放牧不仅使草地植物固定碳素的能力降低,大大减少了草地植被对土壤碳库的碳输入,而且促进了土壤的呼吸作用,加速了碳素从土壤向大气中的释放,加强农业土壤固碳潜力和土壤碳库稳定性,有助于防风固沙,保护气候;再次,我省有全国最大的淡水湖泊,湿地是有机质的堆积场所,湿地中植物种类丰富,主要有湿生植物,浮叶生植物,沉水植物。这些植物通过光合作用使无机碳转为有机碳,使湿地成为碳库。同时,湿地植物群落含有能与重金属链接的物质,参与重金属的解毒过程,有效地吸收有毒物质,降低湿地土壤重金属含量。所以,严禁围湖造田,健全水域环境监测网络,加强湿地生态系统多样性保护,充分发挥生物固碳解毒功能,有利于低碳农业发展和保护环境。

土壤既会固碳,也会排碳。江西应因地制宜,运用保护性耕作、灌溉节水技术、合理施肥和生物措施固碳于土,改善土壤环境质量,保护气候和环境,促进江西农业的可持续发展。

参考文献:

- [1] 李晓兵. 国际土地利用 - 土地覆盖变化的环境影响研究[J]. 地球科学进展, 1999, 14(4): 82-87.
- [2] 刘占锋, 傅伯杰, 刘国华, 等. 土壤质量与土壤质量指标及其评价[J]. 生态学报, 2006, 26(3): 901-913.
- [3] 杨巧言. 江西省自然地理志[M]. 北京: 方志出版社, 2003: 167-170.
- [4] 魏林根, 李建国, 刘光荣, 等. 江西土壤环境质量与绿色食品可持续发展[J]. 江西农业学报, 2008, 20(1): 159-162.
- [5] 叶厚专, 范业成, 申琪凤. 江西近年农田肥力状况分析与节本施肥对策[J]. 江西农业学报, 2001, 13(4): 1-7.
- [6] 曾 凯, 万和平, 张崇华, 等. 江西稻田生态土壤肥力监测试验设计与结果分析[J]. 江西气象科技, 2005, 28(3): 27-29.
- [7] Tracy, P.W. Carbon, nitrogen, phosphorus and sulfur mineralization in plow and no-till artilration [J]. Soil Sci Soc Am J, 1990, 54(2): 457-461.
- [8] Unger, P.W. Organic matter, nutrient and pH distribution in no and conventonal-tillage semiarial soil[J]. A-gron J, 1991, 83(1): 186-189.
- [9] Dick, W.A. Surface hydr ologicre sponse of soil stono-tillage [J]. Soil Sci Soc Am J, 1989, 53(5): 1520-1526.
- [10] JENKINSON P.S. Studies on the decomposition of plant material in soil[J]. Journal of Soil Science, 1977, 28: 424-434.
- [11] 李淑芬, 俞无春, 何 晟. 土壤溶解有机碳的研究进展[J]. 土壤与环境, 2002, 11(4): 422-429.
- [12] 黄国勤. 江西省生态安全面临的问题和生态建设对策 [J]. 安全与环境学报, 2006, 6(2): 67-74.
- [13] Balesdent, J. Effects of tillage on soil organic carbon mineralization estimated from ^{13}C abundance in Maize fields [J]. J Soil Sci. Oxford. Blackwell Scientific publications. 1990, 41(4): 587-598.
- [14] 李新举, 张志国. 免耕对土壤生态环境的影响[J]. 山东农业大学学报, 1998, 29(4): 250-256.
- [15] 孙宏义, 李 芳. 保水剂处理土壤的抗风蚀性能研究[J]. 中国沙漠, 2005, 25(4): 618-622.
- [16] 逯 非, 王效科, 韩 冰, 等. 中国农田施用化学氮肥的固碳潜力及其有效性评价[J]. 应用生态学报, 2008, 19(10): 145-156.
- [17] 向艳文, 郑圣先, 廖育林, 等. 长期施肥对红壤水稻土水稳性团聚体有机碳、氮分布与储量的影响[J]. 中国农业科学, 2009, 42(7): 2415-2424.
- [18] 孔玉华, 姚风军, 鹏 爽, 等. 不同利用方式下草地土壤碳积累及汇 / 源功能转换特征研究[J]. 草业科学, 2010, 27(4): 40-45.
- [19] 王 华, 黄 宇, 汪思龙, 等. 中亚热带几种典型森林生态系统碳、氮储存功能研究[J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(3): 576-580.