

刘红江,郑建初,沈明星,等. 规模农场低碳循环生产技术体系的构建[J]. 江苏农业科学,2015,43(2):427-429.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.02.136

规模农场低碳循环生产技术体系的构建

刘红江^{1,2}, 郑建初^{1,2}, 沈明星³, 陈留根^{1,2}

(1. 江苏省农业科学院, 江苏南京 210014; 2. 江苏省农业科学院循环农业研究中心, 江苏南京 210014;

3. 江苏太湖地区农业科学研究所, 江苏苏州 215155)

摘要:分析概括了低碳循环农业的概念、规模农场发展低碳循环生产的可能性和意义,提出了规模农业低碳循环生产的 4 项主体技术及具体技术措施,并构建了规模农场低碳循环生产技术体系,最后评估了低碳循环生产下规模农场的经济效益、社会效益和生态效益,以便规模农场低碳循环生产技术体系能够得到大面积推广应用,为国家粮食安全和农业生态环境健康提供技术支撑。

关键词:规模农场;低碳循环生产;技术体系;粮食安全;生态环境

中图分类号: F324.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)02-0427-03

太湖流域经济发展快,农业生产水平高,农田化肥和农药投入量大,部分高产稻田的施氮量为 270~300 kg/hm²,高的已达 350 kg/hm²^[1],稻季农药喷施一般都在 10 次以上。过高的化学品投入不仅使得其利用率过低,而且直接或间接地导致了一系列不良的环境反应^[2-3]。投入农田的化肥很大一部分会通过地表径流等方式流向农田周围的水体,使水体污染,呈富营养化状态^[4-6]。据调查,我国湖泊富营养化程度日趋严重,已有 65% 呈现加剧富营养化趋势,29% 正在转向富营养化状态。因此,有必要改变目前单个农户为经营主体注重作物产量,在生产中过度使用化肥、农药造成土壤板结、农产品品质较差,不能维持农业资源可持续利用的生产方式。近年来,江苏等经济发达地区实行土地流转,发展规模农业,实施农田化学品减投减排、有机肥替代化肥、农作物秸秆还田、农田流失养分循环利用等技术,为减少农田化肥投入量、培肥地力、提高土壤供肥能力、保证稻麦获得稳产高产提供了有利条件。在此基础上,笔者对规模农场低碳循环生产技术体系构建进行了研究,以期缓解太湖地区水体富营养化和大气污染严重等问题,以及实现农作物优质高产和农业生态环境安全提供科学依据。

1 低碳循环农业的概念

低碳循环农业以保护农业生态环境为前提,实现农业的可持续发展为目的,利用先进的技术,协调和优化农业生态系统内部结构,使物质和能量在循环系统中多级利用,严格控制外部有害物质的投入和农业废弃物的产生,最大程度减轻环境污染,使农业生产经济活动真正纳入到农业生态系统循环中。循环农业是以资源的高效利用和循环利用为核心,运用

循环经济学和生态学理论,以“4R”即减量化、再循环、再利用、可控制化为基本原则^[7-8],通过现代农业科技技术耦合、循环生产工程以及机械配套,使农业生态系统中物质和能量实现多层次、系统化循环利用,达到购买性物质投入产出比的最大化、可再生资源利用高效循环化、有害物质排放最小化的目标,最终实现农业生产节能减排、环境友好、农民增收,促进现代农业生产和农村生态可持续发展^[9]。循环农业是低碳农业经济的载体,是农业由高碳经济向低碳经济转变发展的一个重要方向。低碳农业,就其实质来说是一种低能耗、低排放、低污染和高效益的农业,即所谓的“三高一低”农业^[10-11]。

探索规模生产条件下的现代低碳循环农业模式与技术,对于经济发达、农业集约化和现代化程度高的地区实现农业生产无害化、污染物排放最小化、废弃物利用最大化以及建设资源节约型、环境友好型社会具有现实意义。

2 规模农场发展低碳循环生产的可能性

随着产业结构的调整以及农村劳动力的大量转移,传统的以一家一户为主体的农业生产方式,已经不能适应新形势下的农业生产要求。长三角等经济发达地区的农业生产经营方式正在发生历史性的变革,许多地区的农村土地实行了流转,土地经营权逐步向种田大户和农业合作社集中,使农业生产向产业化方向进一步发展。在产业化生产的条件下,经营者必将重视产品品质和经济效益,而低碳循环生产减少了生产过程中化学品的投入量,使生产成本降低、效益提高。同时,通过实施低碳循环生产,减低农产品的农药残留和重金属含量,提高了农产品品质,增加了其附加值,会进一步提高农业生产的经济效益。这些有助于提高农业生产主体实施低碳循环生产的积极性。

此外,随着经济的快速发展、人们生活水平的提高和消费观念的转变激发了人们对优质安全高档农产品的需求。同时,在人们的物质生活水平提高后,人们对于保护和改善居住生态环境的意愿更为强烈。这些为实施低碳循环农业生产提供了基础条件。

2014 年中央农村工作会议提出“要提高种地集约经营、

收稿日期:2014-04-21

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2012BAD14B12);江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(13)5045]。

作者简介:刘红江(1979—),男,江苏建湖人,博士,副研究员,主要从事农业生态和水稻栽培生理生态研究。E-mail: liuhongjiang2004@sohu.com。

规模经营、社会化服务水平,增加农民务农收入,鼓励发展、大力扶持家庭农场、专业大户、农民专业合作社、产业化龙头企业等新型主体”。2014 年中央一号文件进一步指出“鼓励有条件的农户流转承包土地的经营权,加快健全土地经营权流转市场,完善县乡村三级服务和管理网络”。党和政府的高度重视,为规模农场低碳循环农业生产提供了政策保障。

3 规模农场发展低碳循环生产的意义

实施规模农场低碳循环生产技术集成与示范,通过农田化学投入品的减量,特别是农药的减量,能够减少农产品的农药残留,提高农产品质量安全。同时,有机肥料的施用有利于进一步提高农产品的品质。这和不久前召开的中央农村工作会议提出的“要把农产品质量安全作为转变农业发展方式、加快现代农业建设关键环节”的要求相一致。项目的实施有利于规模农场低碳循环生产集成技术进一步熟化,以便其他类似规模农场可以学习、借鉴和复制这方面的经验做法,在规模农业提高经济效益的同时,使农业生态环境得到进一步改善,对推进社会主义新农村建设,以及引领未来规模农业的发展方向具有指导意义。

4 规模农场低碳循环生产主要技术措施

通过化学投入品减量与高效利用、N、P 等风险性资源减排,秸秆等可再生资源高效利用,农田径流水体养分再利用技术的示范推广,完善规模农场低碳循环生产模式和技术体系,实现农田系统生产力、资源利用效率和生态环境健康协同提升。需要研究与示范推广的主体技术如下所示。

4.1 化学农药减量与高效利用技术示范

4.1.1 农药润湿展布技术 利用能提高对靶有效沉积率的功能性助剂,使农药和作物植株附着力提高,减少药液的流失,增加其在植物叶片的滞留时间,通过这项技术的推广,可以减少农药的施用量^[12]。

4.1.2 农药精准施药技术 结合不同施药器械及喷雾方式下农药雾滴在稻(麦)群体内的沉积分布规律,采用弥雾机下倾式气流辅助喷雾,并借助气流遇到茎叶阻挡后的偏流作用沉积到茎叶背面,雾滴沉积率达 70% 左右,分布较其他器械及喷雾方法均匀。将药剂直接均匀喷洒到病虫害危害的部位。通过这项技术的推广,可以减少农药的施用量。

4.1.3 混用农药配方施药技术 针对稻田的主要病虫害及需要兼治的病虫害组合,明确农药单剂的混配组合及混配组合对防治对象的综合互作效应和综合毒力,筛选出针对不同病虫害发生组合的农药混配的配方,充分发挥对各兼治对象的综合毒力,可有效减少田间农药用量。研究不同农药的混配配方及田间“桶混”技术^[13]。

通过化学农药减量与高效利用技术示范推广,可以减少农药施用量 30% 以上。

4.2 化肥减量与有机肥替代利用技术示范

4.2.1 沼液增压栓管输用技术 将规模化养猪场生产的沼液,从沼气发酵装置通过管道工程输送到农田,先将沼液进行增压处理,用消防栓输送到田头,根据作物的养分需求规律以及水肥耦合技术,用软管进行农田浇灌,实现种养业之间沼液到农田的便捷输送^[14]。沼液部分替代化肥,培肥地力,减少

农田化肥的施用量。

4.2.2 有机颗粒肥机抛匀施技术 根据颗粒有机肥的大小和质量,选择适宜的机械将有机肥定量、均匀地撒入农田,为作物生长提供养分,减少农田化肥的投入量。为了减少由于有机肥过量施用带来的农田磷素大量流失以及施用有机肥农田的重金属污染风险,一般以有机肥 50% 以下替代化学氮肥的施用量为宜^[15-17]。

4.2.3 化肥减氮降磷施用技术 结合不同的栽培耕作措施、肥料运筹、水浆管理、秸秆还田方式以及沼液农田施用、水生植物还田、有机肥替代化肥等技术,在满足作物生长和作物高产水平的条件下,减少农田化学肥料的投入量,减少农田地表径流 N、P 流失量^[18-19]。

4.3 秸秆等可再生资源高效利用技术示范

4.3.1 机械碎草匀铺秸秆时空轮还技术 采用收割机加载切碎、匀撒装置,边收割边将全田秸秆切成 10 cm 左右的碎草,秸秆匀铺田面宽度接近割幅范围 90%^[20]。针对项目区农作物产量水平高、秸秆量大的特点,将规模农场 50% 的田块在年度(季节)与空间上进行秸秆全量还田,其余半数田块的秸秆进行饲料化处理,作为合作社配套养殖场的饲料。

4.3.2 秸秆捡拾打捆包装运输技术 引进秸秆收集成套装备,在作物机械收获后,将秸秆通过机械捡拾,并打捆包装,再用机械将秸秆运输到发酵场,为秸秆饲料化作好准备^[21]。秸秆的机械捡收率在 90% 左右。

4.3.3 秸秆发酵饲料化技术 作物收获后,将秸秆经过氨化处理或盐酸处理后,采用有益微生物菌剂进行发酵制备饲料,通过秸秆的饲料化,可以降低其木质素含量,提高蛋白质含量,用来饲喂猪、牛、羊等牲畜^[22],再将畜禽粪便等有机肥农田回用。

4.4 农田径流水体养分再利用工程与技术

4.4.1 农田养分流失规律与拦截植物配置耦合技术 根据植物的养分富集能力和景观效果,在农田周边的河道种植养分富集植物,富集稻麦两熟农田地表径流流失养分,并使水稻移栽到分蘖期、小麦返青期出现的农田养分流失高峰与水生植物的生长高峰相吻合,减少农田流失养分对周围环境的影响。使农田地表径流水质达到地表Ⅳ类水的标准,总氮浓度 ≤ 1.5 mg/L,总磷浓度 ≤ 0.3 mg/L,实现达标排放。

4.4.2 水生植物网拖带传打捞机碎技术 一季作物结束,将养分富集植物用网拖的形式集中到一起,通过输送带运输上岸^[23],再使用机械切割成 8~10 cm 的段状,以便直接还田,或与秸秆混合后,好氧堆肥制取有机肥^[24]。

4.4.3 水生植物好氧堆制成肥技术 将水葫芦等水生植物和稻草按照碳氮比 25 的比例混合堆制成有机肥后^[25],于农田施用,实现农田养分的循环利用,减少农田化肥的投入量,实现养分富集植物 100% 农田利用。

5 构建规模农场低碳循环生产技术体系

规模农场在生产过程中,通过化学农药减量与高效利用技术、化肥减量与有机肥替代利用技术、秸秆等可再生资源高效利用技术运用,实现农田化学投入品的减量。通过在农田周围水体种植水生植物,有效拦截农田水体流失养分,将它们富集于水生植物的体内,以减少农业生产对周围环境的污染。

在一季作物收获以后,将水生植物打捞收获还田,实现农田流失养分的循环利用。水生植物农田施用,不但能够减少农田化肥的投入量,还有利于培肥地力,提高土壤速效养分含量,保证稻麦获得稳产高产。由于水生植物农田施用,减少了农田化肥的投入量,可为农业生产带来直接经济效益;同时化肥投入量的减少,可进一步减轻农田对周围水体的影响,提高农业生产的生态效益。将上述各项技术措施进行衔接沟通,构建规模农场低碳循环生产技术体系,为长江三角洲地区规模农田循环生产提供技术支持,对该地区减少农田化肥的过量投入、保证农田养分的高效利用、缓解水体富营养化对环境的影响具有现实意义,能够为国家粮食安全和农业生态环境健康提供科技支撑。

6 规模农场低碳循环生产的效益评价

6.1 经济效益

通过规模稻麦农场低碳循环生产技术集成示范的应用,每 667 m² 可省肥 20 元左右、省农药 50 元左右、农产品优质增产增效 180 元左右,平均增效 250 元左右。规模农场面积按照 133.3 hm²/个计算,可增加经济效益约 50 万元,规模农场预计年经济效益增加 30% 左右。

6.2 社会效益

通过规模农田循环生产集成技术的研究与示范推广,可以加强对农民的科学技术培训,提高农村干部和群众的生态环境保护意识,提高农民科技素质;推进发达地区的农产品安全生产,确保农产品质量安全;推进农业增长方式的转变,加快现代农业的建设;推动社会主义新农村建设,促进农村物质文明、精神文明、政治文明和生态文明的协调发展。

6.3 环境效益

通过规模稻麦农场低碳循环生产集成技术的推广应用,单位农田化肥施用量下降 30%,133.3 hm² 面积的规模农场每年可以减少化肥施用量 60 t;按照每 667 m² 农田每年总氮流失量 2.5 kg、总磷流失量 0.1 kg 计算^[26],规模农场农田通过循环利用每年可减少氮流失量 5 t、磷流失量 0.2 t,有效减轻了太湖流域水体富营养化的压力。秸秆综合利用率 100%,减少了温室气体排放和秸秆燃烧带来的污染问题,减轻大气污染所形成的大面积雾霾天气。

7 结论与展望

在规模农场生产过程中,减少农田化学品的投入量,将农作物秸秆综合利用,通过原位减量减排技术以及农田流失养分水生植物的富集再利用技术,实现农业低碳循环生产。构建规模农场低碳循环生产技术体系,在农业生产中进行大面积的示范推广,一方面能够改进农产品的品质,提高农业生产的经济效益;另一方面能够减少农业生产对周围环境的影响,减轻农业面源污染,有利于实现农业生产增效和农业生态环境提升的协调发展,能够为新形势下我国建设“美丽乡村”提供有力技术支持。

参考文献:

[1] 成芳,凌去非,徐海军,等.太湖水质现状与主要污染物分析[J].上海海洋大学学报,2010,19(1):105-110.

- [2] 刘立军,桑大志,刘翠莲,等.实时实地氮肥管理对水稻产量和氮素利用率的影响[J].中国农业科学,2003,36(12):1456-1461.
- [3] 徐国伟,吴长付,刘辉,等.秸秆还田与实地氮肥管理对水稻产量及品质的影响[J].中国农学通报,2006,22(10):209-215.
- [4] 张维理,武淑霞,冀宏杰,等.中国农业面源污染形势估计及控制对策 I. 21 世纪初期中国农业面源污染的形势估计[J].中国农业科学,2004,37(7):1008-1017.
- [5] Yan W J, Huang M X, Zhang S, et al. Phosphorus export by runoff from agricultural field plots with different crop cover in Lake Taihu watershed[J].环境科学学报:英文版,2001,13(4):502-507.
- [6] 李瑞玲,张永春,曾远,等.太湖流域丘陵地区暴雨条件下农田氮素随地表径流迁移特征[J].农业环境科学学报,2009,28(6):1185-1190.
- [7] 郑建初,陈留根,甄若宏,等.江苏省现代循环农业发展研究[J].江苏农业学报,2010,26(1):5-8.
- [8] 高旺盛,陈源泉,梁龙.论发展循环农业的基本原理与技术体系[J].农业现代化研究,2007,28(6):731-734.
- [9] 林久军,季国军,赵荷娟,等.固城湖生态区低碳循环农业发展模式的研究[J].现代农业科技,2013,20(2):258-259.
- [10] 白金明.我国循环农业理论与发展模式研究[D].北京:中国农业科学院,2008.
- [11] 黄国勤.推进鄱阳湖生态经济区低碳农业的发展[J].江西农业学报,2010,22(6):178-180.
- [12] 顾中言,许小龙,徐德进,等.用等效线评判稻田“桶混”农药联合作用方式的研究[J].江苏农业学报,2013,29(5):1025-1033.
- [13] 顾中言,徐广春,徐德进,等.稻田农药科学减量的技术体系及其原理[J].江苏农业学报,2012,28(5):1016-1024.
- [14] 余薇薇,张智,罗苏蓉,等.沼液灌溉对紫色土菜地土壤特性的影响[J].农业工程学报,2012,28(16):178-184.
- [15] 孙国峰,郑建初,陈留根,等.配施猪粪对麦季 CH₄ 和 N₂O 排放及温室效应的影响[J].生态与农村环境学报,2012,28(4):349-354.
- [16] 孙国峰,郑建初,陈留根,等.猪粪沼液施用后土壤理化性状及水稻产量初步研究[J].中国稻米,2013,19(4):74-76,79.
- [17] 郭智,周炜,陈留根,等.施用猪粪有机肥对稻麦两熟农田稻季养分径流流失的影响[J].水土保持学报,2013,27(6):21-25,61.
- [18] 刘红江,陈留根,周炜,等.麦秸还田对水稻产量及地表径流 NPK 流失的影响[J].农业环境科学学报,2011,30(7):1337-1345.
- [19] 郭智,肖敏,陈留根,等.稻麦两熟农田稻季养分径流流失特征[J].生态环境学报,2010,19(7):1622-1627.
- [20] 罗建勤.秸秆还田机械耕作技术应用[J].中国农机化,2011(5):87-89.
- [21] 王国权,余群,卜云龙,等.秸秆捡拾打捆机设计及捡拾器的动力学仿真[J].农业机械学报,2001,32(5):59-61,68.
- [22] 韩鲁佳,刘向阳,李道娥,等.我国秸秆饲料资源开发利用的研究[J].农业工程学报,1997,13(S1):127-131.
- [23] 吴世铭.“水陆联动机械快速打捞法”在水口库区水葫芦集中整治中的应用[J].中国科技成果,2007,22(16):44-45.
- [24] 刘红江,陈留根,朱普平,等.稻田流失养分循环利用系统构建研究初探[J].生态环境学报,2010,19(10):2275-2279.
- [25] 施林林,沈明星,常志州,等.水分含量对水葫芦渣堆肥进程及温室气体排放的影响[J].中国生态农业学报,2012,20(3):337-342.
- [26] 刘红江,郑建初,陈留根,等.秸秆还田对农田周年地表径流氮、磷、钾流失的影响[J].生态环境学报,2012,21(6):1031-1036.