

储亮,陈井元,杜明军,等. 农作物秸秆资源化利用效益评价及推广条件分析——以江苏省海安市为例[J]. 江苏农业科学,2021,49(3):232-236.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.03.041

农作物秸秆资源化利用效益评价及推广条件分析 ——以江苏省海安市为例

储亮¹, 陈井元¹, 杜明军¹, 张小青¹, 阙海燕¹, 郑微微²

(1. 江苏省海安市农业农村局,江苏海安 226600;2. 江苏省农业科学院农业经济与发展研究所,江苏南京 210014)

摘要:推进秸秆资源化利用是实现农业绿色发展的重要举措。我国秸秆资源量多,且以机械化全量还田为主,连续多年秸秆全量还田不仅超出了土壤承载力,也增加了下茬作物生产中发生病虫害的风险,不利于秸秆资源化利用价值的提升。江苏省南通市海安市秸秆资源化利用率高、利用形式多样、产业链条成熟、可持续性强,具备良好的经济效益、社会效益和环境效益。借鉴海安模式,秸秆资源化利用模式推广须选择秸秆资源集中且丰富的区域,构建链条完整、机制完善的秸秆收储体系,并发挥好秸秆资源户利用企业的引领作用。建议政府完善地方政策保障,进一步推进秸秆资源化利用;完善秸秆全产业链扶持政策体系,引导社会资本形成专业化商业模式;合理布局、建设秸秆收储点和收储中心,构建秸秆收储体系;加强产学研合作,促进秸秆资源化利用关键技术创新等。

关键词:秸秆;资源化利用;效益评价;推广;海安市

中图分类号:F323.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)03-0232-05

秸秆本身就是重要的生物质资源,中国一直有秸秆用作薪柴的传统,但随着农业生产方式和农民生活方式的改变,秸秆用作薪柴的做法失去了经济可行性,不再为农民接受,大量秸秆在田间被焚烧,并随之带来一系列社会和环境问题。随着国家对生态文明建设的不断重视,推进秸秆综合利用成为实现农业绿色发展、推动乡村振兴的重要举措。秸秆机械化全量还田是全国广泛推广的综合利用模式之一,也是最经济的一种秸秆综合利用模式^[1]。但连续多年的秸秆全量还田不仅超出了土壤承载力,也增加了下茬作物生产中发生病虫害的风险,已有研究结果证明秸秆还田将提高水稻稻瘟病与小麦赤霉病等发病率^[2-8],尤其对于农作物种植茬口期紧的地区影响更明显。因此,单一的秸秆全量还田模式不仅影响秸秆资源的利用效率,也使其资源化利用的价值得不到有效提升^[9]。江苏省海安市是我国的重要粮仓,多次荣获“全国粮食生产先进县”称号,主要以稻麦轮作为主。多年来,海安市

一直有秸秆综合利用的传统,农户也都有收集秸秆的习惯,在政府的高度重视下,逐渐形成了能源化、肥料化、饲料化、基料化、原料化等多元化的秸秆综合利用模式,并取得了良好的效益。本研究对海安市除秸秆全量还田(肥料化)外的秸秆能源化、饲料化、基料化、原料化等资源化利用模式进行重点评价,并分析这些模式的推广条件,以期对江苏省更加高效合理地利用秸秆资源提供参考。

1 海安市农作物秸秆资源与综合利用情况

1.1 农作物秸秆资源现状

海安市农作物秸秆资源丰富,主要来源于稻、麦、玉米等粮食作物。2019 年海安市共种植水稻 3.72 万 hm²,小麦 3.65 万 hm²,油菜 0.30 万 hm²、玉米 0.24 万 hm²,豆类、薯类、油料等其他作物 0.60 万 hm²,年可收集秸秆量 56.78 万 t,其中稻秸秆量 28.43 万 t,占秸秆资源总量的 45.3%;麦秸秆量 22.24 万 t,占秸秆资源总量的 35.45%;玉米秸秆量 2.24 万 t,占秸秆资源总量的 3.58%;油菜秸秆量 1.82 万 t,占秸秆资源总量的 2.9%(表 1)。

1.2 农作物秸秆综合利用现状

海安市秸秆年综合利用量 1 000 t 以上的主体有 55 个,其中纯收储主体 20 个,资源化利用主体(不包含秸秆全量还田肥料化主体)35 个,已经形成

收稿日期:2020-06-16

基金项目:国家自然科学基金青年基金(编号:71803069)。

作者简介:储亮(1965—),男,江苏海安人,高级农艺师,从事农业生态环境保护和农产品质量安全监管研究。E-mail:hnkel@163.com。

通信作者:郑微微,博士,副研究员,从事农村环境经济研究。Tel:(025)84391165;E-mail:starxiaowei168@163.com。

表 1 2019 年海安秸秆资源总量估算

作物	种植面积 (万 hm ²)	秸秆可收集量 (万 t)	秸秆可收集量占比 (%)
水稻	3.72	28.43	45.30
小麦	3.65	22.24	35.45
玉米	0.24	2.24	3.58
油菜	0.30	1.82	2.90
其他	0.60	2.05	12.77
合计	8.51	56.78	100.00

注:秸秆草谷比和可搜集系数来源于农业农村部科技教育司《关于更新农作物草谷比和可搜集系数的函》(2019 年 11 月)。

以市场需求为导向、以利用企业为主体、以收储中心为纽带、以经纪人收集为支撑、以农户参与为基础、以政府推动为保障的“农户堆集、经纪人转运、企业运作、政府支持”的秸秆收储与利用模式。

海安市秸秆综合利用途径主要有以下几种:一是秸秆肥料化利用,主要通过秸秆机械化还田、堆沤还田、腐熟还田、秸秆过腹还田、秸秆生产有机肥技术等途径,将可收集利用的农作物秸秆以有机肥料形式施入农田。二是秸秆饲料化利用,农作物秸秆离田收集后,经青(黄)贮、氨化、压块、揉搓丝化等技术处理用作牲畜饲料。三是秸秆能源化利用,主要通过沼气、固化成型燃料、热解气化、直燃发电等新型能源化利用方式,将秸秆转化为清洁能源。四是秸秆基料化利用,主要将秸秆粉碎后添加相关菌剂制成食用菌等的栽培基质。五是秸秆原料化利用,主要利用秸秆原料编织草绳、草席等。

海安市全年综合利用秸秆 54.23 万 t,年利用率达 95.51%(表 2)。第一,利用方式主要以肥料化利用为主,年利用秸秆量达 36.16 万 t,主要为秸秆机械化还田,包括夏季机械化还田和秋季机械化还田,此外还有少量的腐熟还田。第二,是能源化利用,年收储利用秸秆量达 8.89 万 t,主要制成颗粒燃料用于本地锅炉燃烧。第三,是饲料化利用,通过秸秆氨化、碎化等用于饲养食草动物,年利用量达 4.44 万 t。第四,是基料化利用,主要制成食用菌基质,年利用量达 2.41 万 t。第五,是原料化利用,主要用于编制草绳和草帘,年利用量达 2.33 万 t。经过几年探索,除了秸秆全量还田,海安市已形成较完善的资源化利用产业循环链条与模式,资源化利用率达 31.82%(图 1)。

2 海安市秸秆资源化利用效益评价

除了全量还田,不管哪种利用方式都面临收集

表 2 海安市 2019 年秸秆“五化”利用情况

利用方式	秸秆利用量 (万 t)	秸秆利用率 (%)
肥料化	36.16	63.68
能源化	8.89	15.66
饲料化	4.44	7.82
基料化	2.41	4.24
原料化	2.33	4.10
合计	54.23	95.51

离田的问题。按照秸秆用作薪柴计算,收集 0.067 hm² 秸秆的成本够农户家庭近半年的生活燃气费用,而收集到的秸秆却只能供家庭 2 个月的薪柴使用,且燃气使用更具便捷性,进而大量秸秆被留在田里。因此,如何依靠市场手段构建秸秆综合利用产业链条,增加秸秆的利用价值,促进秸秆离田,将是推进秸秆可持续综合利用的关键。海安市秸秆综合利用率高、利用形式多样、产业链条成熟、可持续性强,具备良好的经济效益、社会效益和环境效益,对海安市秸秆资源化利用效益进行评价、进一步完善秸秆综合利用产业体系具有较大的借鉴意义。

2.1 经济效益评价

经济效益是秸秆资源化利用模式得以顺利推行的源动力。从产业环节来看,海安市秸秆资源化利用实现了从秸秆堆集、收储、转运到加工利用各环节市场主体受益,经济效益显著。海安市秸秆资源化利用产业链条完整,包含秸秆的供给、加工与利用,涉及的经营主体包括农户、秸秆经纪人、秸秆加工设备制造企业、秸秆加工企业及秸秆利用企业,形成了以市场需求为导向、以利用企业为主体、以收储中心为纽带、以经纪人收集为支撑、以农户参与为基础、以政府推动为保障的秸秆收储与利用模式,链条各环节主体经济效益显著。以能源化利用为例,农户秸秆收集量约 7.5 t/hm²,售价 350 元/t,利润约 250 元/t;经纪人收购农户的秸秆售予企业,售价 450 元/t,利润约 100 元/t;企业加工秸秆成固体燃料成本约 150 元/t,售价 700 元/t,再扣除其他成本,燃料利润约 80 元/t。如此显著的经济效益主要得益于企业对秸秆燃料利用设备的改造(生物质锅炉的改造)带动了秸秆产业链条的市场化运作。

首先从资源化利用模式推广效益来看,海安市秸秆资源化利用模式推广均产生了较大的经济效益。参考《全国农牧渔业丰收奖经济效益计算方

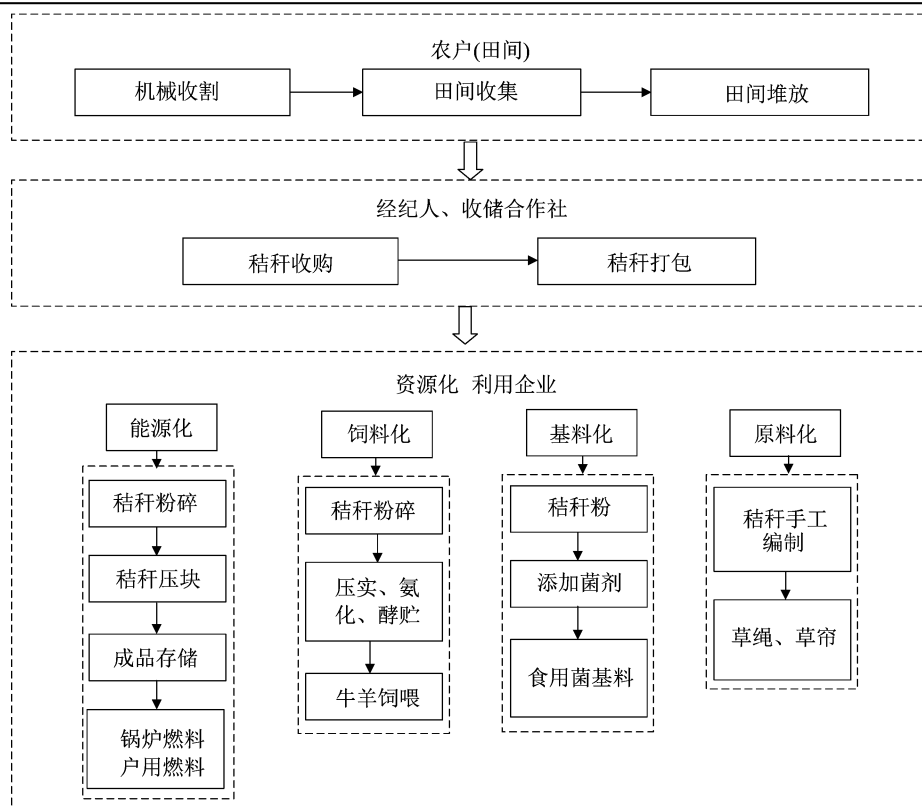


图1 海安秸秆资源化利用产业循环链条与模式

法》分别对海安市秸秆能源化、基料化、饲料化和原料化利用模式的推广效益进行总体评价^[10](表3)。秸秆能源化利用模式的推广效益为80元/t,秸秆基料化利用模式的推广效益为560元/t,秸秆饲料化利用模式的推广效益为105元/t,秸秆原料化利用模式的推广效益为210元/t。其中,政府推广部门作出的经济贡献如下:政府推广部门每投入1元推广秸秆能源化利用模式可为社会创造8.9元的经济效益,每投入1元推广秸秆基料化利用模式可为社会创造63.6元的经济效益,每投入1元推广秸秆饲料化利用模式可为社会创造11.8元的经济效益,每投入1元推广秸秆原料化利用模式可为社会创造23.7元的经济效益。秸秆基料化利用模式的推广效益最高,但受“秸秆-食用菌”产业链下游有限的食用菌消费市场的限制,一个地区不能无限量地推广秸秆基料化模式。其次是秸秆原料化利用模式,经济效益仅次于秸秆基料化利用,但该模式的推广受制于地区剩余劳动力的数量,应当因地制宜地进行推广。秸秆饲料化利用模式的推广主要受地区奶牛等养殖量的限制,也需要因地制宜制定推广计划。秸秆能源化利用是对煤炭等化石能源利用的替代,日常消耗量大,虽然其经济效益不是最高的,

但其适宜推广的规模相对较大,也是海安市首要推广的秸秆综合利用模式。

2.2 社会效益评价

海安市秸秆资源化利用模式的推广产生了良好的社会效益。一是随着秸秆市场化利用机制的建立完善,秸秆资源化利用价值得到充分体现,使秸秆禁烧令得到有效实施,农户堆集秸秆的自觉性大幅提高,节省了政府相关执行部门的人力、物力、财力,彻底解决了因秸秆焚烧带来的一系列社会问题。二是有效缓解了大量秸秆全量还田给土壤带来的承载压力,维护了农田生态系统的稳定性。三是为农村剩余劳动力创造了就业机会,增加了农民的就业收入,如海安澄鑫草制品专业合作社编制草绳和草帘,编制工艺简单,劳动强度小,对农村剩余老龄劳动力和贫困家庭就业帮扶最大。

2.3 环境效益评价

海安市秸秆资源化利用环境效益显著。以能源化为例,海安市秸秆能源化利用率达15.66%,是除秸秆全量还田外利用率最高的一种资源化利用模式,已经形成地方特色。其主要特点是将秸秆加工成固体颗粒燃料,再配套改造的生物质锅炉,提高生物质燃料的燃烧效率,实现生物质燃料对煤炭

表 3 秸秆资源化利用模式推广经济效益分析

变量类型	变量	能源化	基料化	饲料化	原料化
计算参数	单位规模新增纯收益缩值系数	0.7	0.7	0.7	0.7
	推广单位经济效益分计系数	0.2	0.2	0.2	0.2
	推广规模缩值系数	0.9	0.9	0.9	0.9
基础数据	推广年限	1.0	1.0	1.0	1.0
	推广规模(万 t)	8.89	2.41	4.44	2.33
	总推广费用(万元)	9.8	2.7	4.9	2.6
经济效益	单位规模新增纯收益(元/t)	80.0	560.0	105.0	210.0
	总经济效益(万元)	438.2	847.6	288.8	305.7
	年经济效益(万元)	438.2	847.6	288.8	305.7
	推广投资年均纯收益率(元/元)	8.9	63.6	11.8	23.7

注:单位规模新增纯收益 = 单位规模新增 - 单位规模新增成本;总经济效益 = 单位规模新增纯收益 × 单位规模新增纯收益缩值系数 × 推广规模 × 推广规模缩值系数 - 总推广费用;年经济效益 = 总经济效益/推广年限;推广投资年均纯收益率 = (年经济效益 × 推广单位经济效益分计系数)/总推广费用^[10]。

等化石燃料的市场化替代。调查如果显示,改造后的生物质锅炉燃烧 1 t 秸秆固体颗粒燃料产生的热量相当于燃烧 0.6 t 标准煤产生的热量,而 1 t 秸秆能加工成 0.83 t 秸秆固体颗粒燃料,即相当于 1 t 秸秆最终能替代 0.5 t 标准煤来供热,同时实现 0.99 t CO₂e(二氧化碳当量)的碳减排,年减排二氧化硫达到 1 053 t,不仅能节约资源,还能保护环境。

3 秸秆资源化利用模式推广的条件

海安市秸秆资源化利用模式具有良好的经济效益、社会效益和环境效益,具备一定的推广可行性,但还需要推广地区具备其他配备条件。

3.1 选择秸秆资源集中且丰富的区域

秸秆资源化利用模式推广的首要条件是区域的秸秆资源集中且丰富。一方面,秸秆是季节性产品,而秸秆资源化利用企业需要周年性运营,那么秸秆资源化利用企业必须要收集到足够多的秸秆资源来储备,以维持企业的持续性运营。因此,秸秆资源丰富的地区是秸秆全产业链资源化利用模式推广的首选区域。另一方面,秸秆资源必须相对集中。任何一种货物的运输都有一个最佳半径来保证企业的运营效益,超过该最佳半径的运输将影响到企业的持续性运营能力^[11]。因此,秸秆资源相对集中也是秸秆全产业链资源化利用模式推广须要考虑的重要因素。

3.2 构建链条完整、机制完善的秸秆收储体系

构建链条完善、机制完善的秸秆收储体系,是保障秸秆顺利“离田”进入资源化利用环节的根本

前提。取决于两大核心要素,一是秸秆经纪人队伍。秸秆资源具有量多、分散、体积大的特征,从生产者(农户)到利用者(企业)手中必须经过专业化的收集与运输。秸秆经纪人队伍配备专业的设施设备,能对秸秆资源进行专业化的收集与运输,保障挨家挨户的秸秆资源顺利进入收储中心(企业),是秸秆收储体系的重要组成部分。二是秸秆流通各方均有利可图。价值链是产业链的灵魂,保障秸秆流通链条中各方的利益,实现各方的价值,是秸秆收储产业链条有序运转的源动力。

3.3 发挥好秸秆资源户利用企业的引领作用

企业的示范引领是模式推广的重要手段。在秸秆资源化利用模式推广过程中,企业的引领作用也至关重要。一方面,企业以盈利为目的,有利于模式的市场化推行。另一方面,企业引领容易带动产业化形成,有利于模式的全面推广。南通绿源生物能源有限公司是当地秸秆全产业链能源化利用的龙头企业,该公司组建了自己的秸秆经纪人队伍,开发了自己的生物质能源锅炉产业,并形成供产销一体化的秸秆能源化利用产业链条。链条中各节点主体均有利可图,可以吸引更多趋利主体主动参与产业链条活动,进而形成地方特色鲜明的秸秆能源化利用产业。

4 政策保障

4.1 完善地方政府政策保障,进一步推进秸秆能源化利用

一方面,政府应落实环保要求,推进燃煤锅炉

改造成生物质能源锅炉。燃煤锅炉的燃烧效率不高,锅炉烟气中烟尘、二氧化硫和氮氧化物等有害物质含量高,容易造成大气污染。而生物质能源锅炉燃烧效率高,锅炉烟气中不含有害成分,且生物质燃烧后的粉尘很轻,利用除尘系统即可满足排放要求。同时,生物质能源替代燃煤的可行性高。燃煤与生物质能源的热值比是 1.5 : 1,即燃烧 1.5 t 的生物质能源就能替代 1 t 燃煤的燃烧。因此,生态环境部可积极推进锅炉改造或淘汰政策,鼓励燃煤锅炉改造成生物质能源锅炉。从产业链下游为秸秆资源化利用做好准备。另一方面,政府还应根据区域秸秆资源总量情况,明确生物质能源锅炉中秸秆的利用比例。市场中的生物质能源有秸秆生物质能源和木颗粒生物质能源 2 种。秸秆生物质能源的生产成本略低于木颗粒生物质能源,但在生物质锅炉燃烧过程中,秸秆生物质能源锅炉燃烧的问题较多,如灰尘多、易堵塞、结焦多等,使得生物质能源锅炉企业更倾向于利用木颗粒生物质能源。因此,政府在推进锅炉改造的过程中,还须根据区域秸秆资源总量,明确生物质能源锅炉中秸秆的利用比例,从而保障秸秆资源化利用比例。

4.2 完善秸秆全产业链扶持政策体系,引导社会资本形成专业化商业模式

大多数农作物秸秆资源化利用成本高、效益低,深度开发产品技术研究尚无重大突破,无法大规模纯粹依靠市场机制来运作。因此,收集、储存、运输、加工、利用各个环节都离不开政府的优惠扶持政策。如在储运环节,实施“谁收储、补贴谁”的收储补贴政策;在加工环节,实施“按量补贴”的资源化利用政策;在销售环节,落实即征即退的税收优惠政策等^[12]。打通秸秆收储、加工与利用的各个环节,实现产业链条循环,产业结构升级,产品价值提升,让更多的社会资本看到有利可图,最终形成农户收集、政府补贴、企业利用、市场化运作的专业化商业模式^[12],大力推进秸秆离田利用。

4.3 合理布局、建设秸秆收储点和收储中心,构建秸秆收储体系

促进农作物秸秆资源化利用的难点在于收集。作物秸秆产生面广、量大,让农民“一家一户”进行资源化利用是不现实的。因此,应根据秸秆产生量合理布局、建立秸秆收储点、收储中心,由村组织负责收集,乡级组织负责科学储存,秸秆资源化利用

企业负责收购并加工利用。形成政府推动、市场运作、企业牵头、农户参与的秸秆收储制度,实现秸秆资源化利用各个环节参与者均有利可图和产业可持续发展。

4.4 加强产学研合作,促进秸秆资源化利用关键技术创新

科技创新要围绕收、储、用各个环节,形成系统成果。要研发出适合江苏省以稻麦轮作制度和田间道路条件的秸秆收集、储运机械,在收割机、秸秆打捆机一体化上取得突破,保证秸秆及时收集、打捆、运离农田。开展高水分秸秆窖储、包裹等技术攻关,解决湿秸秆储存、防霉变难题,为秸秆制作牛羊饲料、养殖场发酵床垫、沼气发酵等全年利用提供优质的原料。以秸秆为原料的产品生产,除了要重视新产品的研发投入,更要重视产品的标准制定、生产规程研究及新产品利用配套设备改进等,从而保障农作物秸秆资源化产品合法、顺利地进入市场。

参考文献:

- [1] 冯伟,张利群,庞中伟,等. 中国秸秆废弃焚烧与资源化利用的经济与环境分析[J]. 中国农学通报,2011,27(6):350-354.
- [2] 李洪林,刘凤艳,龚振平,等. 秸秆还田对水稻主要病害发生的影响[J]. 作物研究,2012,26(1):7-10.
- [3] 刘凤艳,龚振平,马先树,等. 秸秆还田对水稻病虫害发生的影响[J]. 黑龙江农业科学,2010(8):75-78.
- [4] 宋福金. 黑龙江省水稻稻瘟病大发生的原因分析与对策[J]. 作物杂志,2006(1):69-70.
- [5] 乔玉强,曹承富,赵竹,等. 秸秆还田与施氮量对小麦产量和品质及赤霉病发生的影响[J]. 麦类作物学报,2013,33(4):727-731.
- [6] 赵永强,徐振,张成玲,等. 稻麦秸秆全量还田对小麦纹枯病发生的影响[J]. 西南农业学报,2017,30(5):1063-1067.
- [7] 马书芳,朱德慧,曹辉辉,等. 秸秆全量还田对农作物病虫害的影响及防控对策[J]. 中国植保导刊,2016,36(7):75-77.
- [8] 冯为成,冯怡,禹登凤. 水稻秸秆全量还田套播免耕小麦死苗原因探讨[J]. 现代农业科技,2013(20):63-64.
- [9] 王德建,常志州,王灿,等. 稻麦秸秆全量还田的产量与环境效应及其调控[J]. 中国生态农业学报,2015,23(9):1073-1082.
- [10] 王济民,刘春芳,陈琼. 全国农牧渔业丰收奖经济效益计算办法[EB/OL]. (2014-01-10)[2020-08-24]. <http://www.doc88.com/p-1146888141398.html>.
- [11] 郑微微,徐雪高. 资源化利用视角的秸秆市场交易研究:一个理论框架[J]. 江苏农业科学,2018,46(13):332-335.
- [12] 郑微微,沈贵银. 江苏省农业领域环境污染判断与治理对策研究[J]. 经济研究参考,2018(33):39-45.