

常志州, 靳红梅, 黄红英, 等. “十三五”江苏省秸秆综合利用策略与秸秆产业发展的思考[J]. 江苏农业学报, 2016, 32(3): 534-541.

doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2016.03.008

“十三五”江苏省秸秆综合利用策略与秸秆产业发展的思考

常志州^{1,2}, 靳红梅^{1,2}, 黄红英^{1,2}, 肖敏^{1,2}, 丁成龙³

(1. 江苏省农业科学院农业资源与环境研究所, 江苏 南京 210014; 2. 农业部长江下游平原农业环境重点实验室, 江苏 南京 210014; 3. 江苏省农业科学院畜牧研究所, 江苏 南京 210014)

摘要: 为了科学、持续推进秸秆禁烧与综合利用工作, 本文综述了近年来江苏省秸秆禁烧与综合利用工作在政策、技术等方面取得的重要进展。在此基础上, 提出“十三五”江苏省秸秆综合利用策略, 应着重考虑 7 个问题: (1) 精准估算秸秆产生与可收集量, 科学规划秸秆收集利用规模; (2) 继续坚持将秸秆还田作为秸秆禁烧与秸秆利用最重要的途径; (3) 加快构建高效完整的秸秆收、储、运体系, 突破稻、麦收割秸秆打捆一体化装备; (4) 科学合理地制订秸秆饲料化利用发展目标; (5) 坚持因地制宜原则, 开拓与充分挖掘秸秆就地消纳潜力; (6) 积极有序稳妥地推进秸秆工业化利用进程; (7) 确立“区域统筹、整体推进、全量利用、终端扶持”的工作思路。同时强调, 秸秆全面禁烧与全量利用还需要品种改良、种植制度调整以及社会各部门长期不懈努力和通力合作, 才能使江苏省秸秆综合利用真正走向市场化、工业化、规模化、标准化与常态化。

关键词: 秸秆; 综合利用; 策略

中图分类号: S141.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2016)03-0534-08

New thinking regarding integrated utilization strategy and industrial development of crop straws in Jiangsu province for the 13th Five Year Plan

CHANG Zhi-zhou^{1,2}, JIN Hong-mei^{1,2}, HUANG Hong-ying^{1,2}, XIAO Min^{1,2}, DING Cheng-long³

(1. Institute of Agricultural Resources and Environment, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China; 2. Key Laboratory of Agro-environment in Downstream of Yangtze Plain, Ministry of Agriculture, Nanjing 210014, China; 3. Institute of Animal Husbandry, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China)

Abstract: In order to carry forward the plan of straw utilization, the progress in respect of policies and technologies for inhibition of straw burning and its integrated utilization in Jiangsu province were reviewed in this paper. Based on the review, the strategy of straw utilization was proposed, in which seven issues should be emphasized: (1) Reasonable utilization scales should be considered and planned by accurate estimation of the total production and the collectable amount of straw; (2) Returning straws to the farm land should be persisted as a major way of straw utilization; (3) Efficient and

收稿日期: 2015-12-04

基金项目: 江苏省农业科技自主创新基金项目[CX(12)1002]

作者简介: 常志州(1957-), 男, 江苏句容人, 硕士, 研究员, 研究方向为农业废弃物资源化利用。(Tel)025-84390238; (E-mail) czhizhou@hotmail.com

complete collection and storage systems for straws should be built, and the integrated straw harvest and baling equipment should be made a breakthrough; (4) The development goal of straw fodder should be set; (5) Straw should be utilized locally; (6) Industrialized utilization of

straw should be pushed forward; (7) The working ideas of regional planning, whole advancement, and complete utilization should be established.

Key words: crop straw; integrated utilization; strategy

农作物秸秆作为粮食、油料、棉花纤维以及蔬菜等主导产业的副产品,其全国年资源量高达 8.4×10^8 t,是数量巨大、收集困难、利用经济价值偏低的可再生资源。近 10 多年来,随着农村城镇化推进,农村人口不断减少,劳动力成本提高等因素,秸秆呈现出区域性、季节性、结构性过剩,秸秆就地无序焚烧与随意遗弃现象十分严重,对环境、财产与人身安全已构成巨大的风险。当前,如何遏制秸秆无序露天焚烧、随意丢弃,以及加快推进秸秆综合利用,已成为各级政府高度重视且需要迫切解决的重大社会与环境问题。

江苏省作为一个经济发达、城市化水平高、人口密度大、农作物复种指数与单位面积产量高、收种季节矛盾十分突出的省份,秸秆产生量大、有效收集时间短,禁烧工作艰巨性更为突出;此外,生态环境与城市居民、农村村民对秸秆无序露天焚烧或随意抛弃现象的响应更为敏感。因此,历年来江苏省各级政府对秸秆禁烧与综合利用工作都十分重视。2009 年 5 月 20 日江苏省第十一届人民代表大会常务委员会第九次会议上通过了“江苏省人民代表大会常务委员会《关于促进农作物秸秆综合利用的决定》”(以下简称《决定》),此后,各级政府管理部门采取了十分严厉的行政手段,实施“严防死守”、“严惩第一把火”等秸秆禁烧措施。与此同时,政府还制订了一系列税收、用电优惠等激励措施,鼓励秸秆综合利用。各系统科研教学部门也围绕秸秆禁烧与综合利用开展了大量且卓有成效的研发工作,开发了一些秸秆利用新技术、新装备;秸秆禁烧与秸秆综合利用主管部门群策群力示范推广秸秆利用新技术、新装备。社会各界也投入了大量社会资本,进军秸秆综合利用行业,使江苏省秸秆禁烧与综合利用工作取得了长足进步。2014 年江苏省秸秆综合利用率已达 88%,远高于全国平均秸秆综合利用率 75% 的水平。但我们应该清醒地认识到,此成绩是在支付巨大行政成本下取得的。一方面,这种“运动式、项目式、严防死守式”的方式难以长期有效地维持秸秆禁烧与综合利用工作;另一方面,全省仍有 12% 左右秸秆(即约 5.0×10^6 t)去向不明,存在着潜在的

环境污染风险。

为了科学、可持续推进秸秆禁烧与综合利用工作,作者回顾了近 5 年来江苏省秸秆禁烧与综合利用取得的主要进展与成绩,同时对未来 5 年秸秆综合利用策略进行了展望,供大家讨论。

1 江苏省近 5 年秸秆禁烧与综合利用工作成绩斐然

1.1 法规政策在秸秆禁烧与综合利用工作中引领作用愈加突显

自 2009 年江苏省人大常委会颁布《决定》后,省政府办公厅发布了由省发改委、省农委联合制订的《江苏省农作物秸秆综合利用规划(2010–2015 年)》(苏政办发[2009]133 号)。此后,几乎每年省政府都出台相关文件,充分发挥了政策在秸秆禁烧与综合利用工作中的引领作用,突出表现在:(1)财政资金扶持力度加大,扶持方式更为合理高效,建立了目标管理、以奖代补机制;(2)财政资金支持重点更明确,即重点支持机械化全量还田、固化成型及收贮体系建设等;(3)政策优惠有了新突破,且惠及了秸秆利用的全流程,例如:在补贴秸秆发电上网同时,对秸秆加工企业给予用电与税收优惠,免收秸秆运输车辆通行费,用地优先给予支持,秸秆堆贮用地按设施农用地管理等。此外,秸秆禁烧工作分解落实到了部门、乡镇和村组,分工明确,形成了政府主导、部门联动、农民参与的工作格局,强化与保证了“以禁促疏”工作顺利进行。这些政策的制订与出台,不仅使有限财政资金更科学更合理用在秸秆禁烧与秸秆综合利用工作的刀刃上,且也极大地调动了社会资本投入秸秆利用企业的积极性,有力推进了全省秸秆禁烧与秸秆综合利用工作朝着科学、可持续方向发展。

1.2 秸秆还田技术与还田机械装备进展突出

江苏省自“十一五”期间开始逐步加大对机械化秸秆还田的投入,《江苏省“十二五”农业机械化发展规划》中更是特别提出,要“大力推广农作物秸秆还田及综合利用机械”的发展目标。在这一大背景下,近 5 年全省秸秆还田机械无论是数量还是质

量上都取得了长足的进步,同时秸秆还田的农机农艺间融合更加紧密。突出表现在:(1)还田机械动力增加显著。据统计,江苏省在“十一五”期末的大中型拖拉机数量为 9.68×10^4 台;而在“十二五”期间,仅2014年全省就新增大中型拖拉机 2.3×10^4 台,其中75马力以上达 1.95×10^4 台。拖拉机动力的提升和数量增加有力地保证了秸秆还田作业的质量和效率,也推动了江苏省稻麦秸秆还田规模的扩大,秸秆还田率由26.0% ($1.133 \times 10^6 \text{ hm}^2$) 提高到2014年的51.5% ($2.552 \times 10^6 \text{ hm}^2$),取得了显著的成效。(2)收割机秸秆切碎匀抛装置性能提升且应用普及。一方面,大力推进已有联合收割机加装秸秆切碎匀抛装置;另一方面,收割机生产企业也主动地调整设计,使新出厂收割机带有秸秆切碎匀抛功能。随着技术进步,秸秆切碎匀抛装置切碎与匀抛效果大大提高,这确保了秸秆旋耕还田作业效果,同时避免发生缠刀、架空土层等问题。(3)复式作业机械发展迅速。为应对因水稻产量高、稻草产生量大、一次旋耕作业难以保证还田质量的困难,农机企业成功研发集耕翻、施肥、播种、镇压、开沟等为一体的复式作业机械装备,不但可提高稻草还田效果,还可减少后续的机具下田次数,降低作业成本。随着拖拉机动力和数量提升,复式作业机械也逐步向大型化、集约化、智能化方向发展,这些都将大大促进秋季稻草还田及三麦播种作业效率的提升。(4)秸秆还田农机农艺技术更加融合。随着还田面积逐年增加,农机农艺部门不仅关注秸秆还田作业效果,还十分关注还田后茬作物的高产稳产及秸秆还田环境效应,为此开发了一系列集秸秆还田机械与农艺相适应的装备与技术,确保了秸秆还田与粮食增产、环境效应的统一与协调。

1.3 秸秆收储利用体系逐步完善

针对制约秸秆综合利用产业化的现状和秸秆收储“最初一公里”的难题,江苏省启动了秸秆收储体系项目建设,鼓励发展规模化和中小规模收储利用主体,鼓励发展“企业+村委会+农户”、“企业+合作社+农户”、“企业+经纪人+农户”等灵活多样的收储利用模式,建立“自然村有堆放点,行政村有收储站,乡镇有收储中心和利用企业,县有规模化利用龙头企业”的较完善收储利用体系。据不完全统计,全省已有各类秸秆收储堆放点 2×10^4 处,年收储利用1 000 t 以上的企业2 500多家。与此同时,秸秆

捡拾打捆机得到了推广应用,打捆机数量逐年增加,大大提升了秸秆收储效率。此外,为适应江苏省收种季节矛盾突出的特点,集收割与秸秆收集打捆于一体的装备研发与试制定型、规模化生产正在加快推进。

1.4 秸秆综合利用能力显著提升,产业化格局初步形成

截止2014年,全年秸秆收储利用量达 $1.900 \times 10^7 \text{ t}$ 以上,稻麦秸秆机械化还田达 $2.533 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 以上,实现综合利用率88%的目标任务,其中肥料化利用(含机械化还田)占45.37%,能源化利用占21.87%,基料化利用占3.28%,饲料化利用占5.18%,工业原料化利用占6.48%,其他途径利用占5.82%。全省秸秆综合利用已逐步从秸秆“去路难”转变为秸秆“去向多”。在保持传统的秸秆压块制粒、秸秆饲料、秸秆编织、生产有机肥料、制作栽培基料等利用途径基础上,各地通过积极探索创新,开拓出多种附加值更高的利用渠道,例如秸秆制作板材、工业托盘、绿化草毯、纸浆、热解制备生物炭、热解气电油联产、包装材料、人造革填充剂、稻草包裹青贮饲料、秸秆块日光温室墙体材料、秸秆发电等,初步形成布局合理、多元利用的产业化发展格局,大大提高了秸秆综合利用的利润空间和市场的适应能力。秸秆综合利用形式也逐步从附加值较低的燃料化、肥料化利用等途径向工业原料化等高附加值的利用方式转变,产业链得到进一步拓展延伸。

以上取得的成绩,为江苏省“十三五”秸秆禁烧与秸秆综合利用工作打下了良好基础。但应该看到,秸秆综合利用涉及农村千家万户,面广量大,当前仍存在“大量、快捷、经济”秸秆利用途径不多,技术不配套,收贮运输服务体系不完善,秸秆利用扶持政策法规不系统等问题,要真正实现秸秆全量综合利用,杜绝秸秆露天焚烧或随意抛弃的任务还很艰巨。

2 江苏省未来5年秸秆综合利用策略

为厘清秸秆综合利用思路,科学与前瞻性布局秸秆产业发展,有序、合理、经济地推进秸秆禁烧与全量利用工作,作者依据近年研究结果及工作实践,对江苏省秸秆全量利用策略,提出几点想法,以期对江苏省编制“十三五”秸秆综合利用规划以及秸秆产业发展布局提供参考。

2.1 准确估算秸秆产生与可收集量,科学规划秸秆收集利用规模

根据江苏省 2014 年农业统计年鉴^[1],水稻、小麦(含大麦与元麦)、玉米(含青贮玉米)、油菜及棉花等主要农作物播种面积分别为 $2\,265.67 \times 10^3 \text{ hm}^2$ 、 $22\,936.36 \times 10^3 \text{ hm}^2$ 、 $456.38 \times 10^3 \text{ hm}^2$ 、 $413.87 \times 10^3 \text{ hm}^2$ 、 $155.22 \times 10^3 \text{ hm}^2$ 。依据江苏省农业科学院资源与环境研究所对水稻和小麦不同品种、不同播种方式、不同产量等条件下作物产量与秸秆产生量统计获得的小麦、水稻平均草谷比(分别为 1.11~1.77 和 0.80~1.11),估算江苏省水稻秸秆产生量为 $1.792\,1 \times 10^7 \sim 1.922\,2 \times 10^7 \text{ t}$,麦秸秆产生量为 $1.400\,1 \times 10^7 \sim 1.525\,6 \times 10^7 \text{ t}$ 。此外,依据作者团队田间调查的玉米、油菜籽粒与秸秆比例,参考毕于运等^[2]和王亚静等^[3]的文献获得的棉花籽粒与秸秆比例,估算出江苏省玉米、油菜、棉花秸秆产生量分别为 $0.298\,1 \times 10^7$ 、 $0.305\,8 \times 10^7$ 、 $0.104\,7 \times 10^7 \text{ t}$ 。合计江苏省稻秸、麦秸、玉米、油菜及棉花等主要农作物秸秆产生量为 $3.840\,7 \times 10^7 \sim 4.156\,4 \times 10^7 \text{ t}$ 。

依据江苏省农业科学院资源与环境研究所对水稻、小麦等作物田间人工与收割机实际收割田间称量试验获得的不同留茬高度秸秆理论收集率^[4-5](表 1、2),以及油菜、玉米田间测定数据和其他文献数据,在机械收获平均留茬 15 cm 条件下,江苏省水稻、小麦、玉米、油菜及棉花等主要农作物秸秆最大理论可收集量约 $2.623\,7 \times 10^7 \sim 2.786\,7 \times 10^7 \text{ t}$ 。而实际上,受季节、道路、收集装备条件以及客观需要(如培肥地力、农民自留柴薪或其他用途等)等因素影响,实际秸秆可收集量应远低于理论可收集量的 80%,即不足 $2.200\,0 \times 10^7 \text{ t}$ 。因此,在规划秸秆收集利用与产业布局时,应充分考虑秸秆实际可收集量这关键数据。

2.2 继续坚持将秸秆还田作为秸秆禁烧与秸秆利用的最重要途径

秸秆还田是解决秸秆出路与实现秸秆资源利用有效途径之一。江苏省人民政府通过的《江苏省农作物秸秆综合利用规划(2010-2015 年)》中,明确提出“2010-2012 年,大力推广秸秆机械化全量还田,确保到 2012 年全省稻麦秸秆机械化全量还田面积达到总面积的 35% 以上;2012-2015 年,全省稻麦秸秆机械化全量还田面积基本保持稳定”。此后,江苏省人民政府 126 号文件(苏政发[2014]),则提出将全省秸秆机械化还田面积稳定在稻麦种植面积的 50% 左右。

可以预见,未来 5 年秸秆还田仍然是秸秆禁烧与秸秆利用最主要且最重要的技术途径。

表 1 不同留茬高度下水稻机收秸秆可收集率

Table 1 Mechanical collection rate of rice straws with different stubble heights

种植方式	秸秆可收集率(%)			
	留茬 5 cm	留茬 15 cm	留茬 20 cm	留茬 25 cm
机插秧	86.8	72.2	65.7	59.6
人工栽插	84.8	72.3	66.5	61.1
直播	86.8	73.2	66.6	60.4
抛秧	81.5	66.8	60.0	53.3

表 2 不同留茬高度小麦机收秸秆可收集率

Table 2 Mechanical collection rate of wheat straws with different stubble heights

秸秆还田方式	秸秆可收集率(%)			
	留茬 5 cm	留茬 10 cm	留茬 15 cm	留茬 20 cm
稻麦秸秆不还田	67.0	60.0	52.0	45.0
稻秸秆还田	67.0	60.0	54.0	47.0
麦秸秆还田	67.0	60.0	54.0	47.0
稻麦秸秆均还田	67.0	60.0	53.0	47.0

但在规划秸秆还田面积时,还应统筹考虑以下问题:

(1) 秸秆还田面积比例如何确立? 这既需要了解秸秆最小还田量、最大还田量以及适宜还田量,还需要统筹秸秆还田面积与秸秆禁烧、全量处理利用间的关系。最小秸秆还田量是指为维持土地持续生产力及固碳所必需的秸秆还田数量。虽然国内缺少系统研究,但参考国外的研究结果以及国内大量田间试验研究数据,目前,江苏省秸秆还田量应不少于秸秆产生量的 30%,但它应包括通过间接还田方式获得的秸秆归还量,如过腹还田、堆沤还田、食用菌渣及沼渣等还田途径。最大秸秆还田量是指单位面积年允许最大秸秆还田量。综合相关文献、借鉴国营农场秸秆还田实践,就提高产量、提升土地生产力^[6-8]以及增加土壤固碳而言,只要还田方法与技术措施得当,稻麦两季秸秆均可以全量长期还田,虽然秸秆还田可能会增加田间杂草密度或改变杂草优势种群结构^[9]或增加植物病虫害暴发等风险,但均可以通过适当措施,有效避免因秸秆还田对作物产量产生的负面影响。但对稻麦两季秸秆还田带来的温室气体增排与机械

动力消耗增加、土壤结构扰动等问题,还应予以一定重视^[10]。秸秆适宜还田量,是指综合平衡土地肥力可持续提升、土壤固碳、还田作业成本等因素,获得的适宜秸秆还田量。目前缺少适宜秸秆还田量相关数据,但适宜还田量应高于最小秸秆还田量。

(2) 稻麦秸秆哪一季秸秆还田更好? 从稻麦秸秆全量还田农学、环境效应与以维持土地持续生产所需最小秸秆还田量分析,稻麦秸秆无论哪一季秸秆还田,只要方式适当,长期还田对作物都有一定的增产作用。但从环境影响的角度分析,麦秸还田会大大增加稻田温室气体排放^[11],从长远利益与国家减排需求视角出发,需要平衡秸秆还田对解决禁烧、作物增产正效应与温室气体增排负效应之间的矛盾。为最大限度地避免秸秆还田可能产生的环境负面影响,在条件允许时,选择秋季水稻秸秆还田比麦秸还田更合理、更科学。

(3) 统筹好秸秆还田与秸秆全面禁烧关系。经过近 30 年的努力,在引进消化与自主创新基础上,无论是配套于联合收割机的秸秆粉碎抛撒装置或开沟装置及秸秆粉碎、灭茬、耕整、施肥、播种一体机的研发与制造,还是配套于秸秆机械还田的农艺技术,都取得长足的进步,这为部分缺少秸秆离地利用途径或技术或资金的区域,提供了一种秸秆全面禁烧的有效手段。考虑大量持续的秸秆还田带来的成本增加与潜在环境影响,在秸秆离地利用技术逐步成熟后,应逐步调整秸秆还田量到最适宜还田量,以确保农业可持续发展与生态环境持续改善^[12]。

2.3 加快构建高效完整的收、储、运体系,突破稻麦收割秸秆收集打捆一体化装备技术难题

随着工业化、城镇化进程的不断推进,大量农村劳动力向城镇转移,在稻麦收获与播种季节,依靠人工完成秸秆收集显然不可能且不可靠,秸秆机械收集将成为必然的选择。目前,国内生产的秸秆捡拾打捆机均由国外牵引式秸秆捡拾打捆机改进而来,需要机械二次下田进行秸秆捡拾打捆。在江苏省以稻麦轮作为主的生产条件下,稻麦轮作换茬时间极短,难以有足够的时间允许机械二次下田作业或秸秆田间晾晒,特别是小麦收获时抢收抢种时间矛盾更突出,这严重制约了小麦秸秆收集利用^[13]。

为缓解秸秆收集与下一茬作物播种间的季节矛盾以及避免机械多次下田,美国学者曾提出水稻整株收获,即先收获整株水稻,移到田外后再进行分离。

江苏省赵爱东等于 2006 年提出了稻麦联合收获打捆机专利申请,将稻麦机械收获与稻麦秸秆打捆联合,实现稻麦收获和秸秆打捆同步完成,目前正在连云港投资办厂,以实现商业化生产。此外,江苏省农业科学院与泰州常发、上海苜邦等企业合作,以收割机为平台,通过加装圆捆打捆机,开发了稻麦收割秸秆打捆一体机;江苏大学与南通棉机厂联合以丹阳沃得与山东福田收割机为平台,通过加装方形打捆机来实现稻麦收割打捆一体化。但由于稻麦收获秸秆打捆一体机问世时间短,技术难度大,实际运行中仍存在着稳定性差、效率不高等问题。为解决稻麦秸秆收集与茬口衔接矛盾,减少机械多次下田可能导致的土壤结构破坏,应加大稻麦收获秸秆打捆一体化装备的研发力度,以解秸秆收集的燃眉之急。同时,还应研制具有田间捡拾成捆秸秆功能的运输车辆,以实现秸秆打捆收集与运输的全程机械化。

此外,还应十分重视花生、油菜、甘薯、豆类等作物秸秆的收集机械装备,超前谋划稻麦秸秆分时、分段收获与秸秆收集打捆机械装备,以适应未来秸秆分段利用的技术需求。虽然近年江苏省在秸秆收、储、运系统建设上取得了一定的成效,但仔细分析发现,现有收、储、运体系基本上是建立在人工收集、行政参与、项目化等基础之上,难以适应秸秆利用企业化运营机制,应在三级秸秆物流设施选址评价指标体系基础上,科学合理地选择秸秆收储点布局,同时,构建系统化、智能化、信息化的秸秆物流网络^[14],有效降低秸秆物流网络成本和供应链风险,提高秸秆收、储、运效率和市场竞争力。

2.4 更科学合理地制订秸秆饲料化利用发展目标

食草类动物(如牛、羊、马兔等)是秸秆消耗最主要的家畜品种。目前,江苏省食草大型动物存栏量 3.453×10^5 头(其中奶牛存栏 2.041×10^5 头),羊存栏 4.0307×10^6 头。按国际标准,中国或江苏省无论是牛羊肉人均年消费量还是奶制品消费量远达不到世界平均水平,据农业部牛、羊等产业体系年度报告,2000 年中国羊肉产量占肉类产量的比重为 4.39%,中国牛肉人均占有量为 3.3 kg,羊肉人均占有量仅 1.7 kg,两者相加仅达到国际平均水平的 30%,而其中优质牛肉更少。中国奶产品生产消费滞后,奶类产量仅占世界总产量的不到 2%,人均占有量仅为世界平均水平的 1/16,为 6.3 kg(表 3)。发达国家肉、蛋、奶消费的比例为 0.40 : 0.06 : 1.00,而中国则是 6.6 :

2.7 : 1.0。2008 年,中国乳品消费主体城镇居民的人均年消费量才达到 22.7 kg,仅为发展中国家平均水平的 1/3。预测未来中国奶类消费量将以较快速度增长,2015 年全国城乡居民人均奶类年消费量将达到 31 kg,2020 年为 38 kg,2030 年达到 52 kg^[15]。

表 3 世界不同发达水平国家奶类消费比较

Table 3 Comparison of milk consumption in developed countries

国家或地区	人均年消费量(kg)	国家或地区	人均年消费量(kg)
世界平均	103.1	英国	127.1
发达国家	246.9	瑞士	139.7
发展中国家	65.5	美国	273.0
丹麦	141.3	加拿大	110.0
德国	121.1	阿根廷	77.2
法国	123.4	新西兰	103.4
爱尔兰	162.0	日本	41.2
荷兰	146.6	韩国	46.3
西班牙	129.7	中国	18.3

中国为 2008 年鲜奶、酸奶、奶粉(折原奶等值)消费数据之和,其余国家或地区均为 2006 年液态奶、奶油、干酪的消费数据之和。资料来源:国际粮农组织(FAO)、中国奶业年鉴。

表 4 秸秆营养成分及消化率

Table 4 Nutrients and digestible potential of straws

秸秆种类	消化能(MJ/kg)		可消化蛋白(g/kg)	其他成分含量(%)				
	牛	猪		粗纤维	灰分	钙	磷	木质素
水稻秸秆	8.318	5.058	2.0	35.1	17.0	0.21	0.08	—
小麦秸秆	8.897	—	5.0	43.6	7.0	0.16	0.08	12.8
玉米秸秆	10.620	2.161	23.0	34.0	6.0	0.60	0.10	—
豆秸秆	7.774	3.912	14.0	44.3	6.4	1.59	0.06	—
蚕豆秸秆	8.151	2.305	55.0	41.5	8.7	—	—	—
花生秸秆	—	6.900	68.0	21.8	—	2.80	0.10	—
甘薯藤	—	5.980	38.0	25.7	—	2.44	0.16	—
油菜秸秆	—	负值	负值	48.2	—	0.83	0.04	—

数据来源:中国畜牧业信息网(www.caaa.cn)。—为未搜集到相关数据。

2.5 坚持因地制宜原则,开拓与充分挖掘秸秆就地消纳潜力

农作物秸秆具有产生量大、分散、体积蓬松且收获季节性强等特点,不仅收集困难,且储存时占地面积大、火灾风险大、长途运输成本高;此外,农作物秸秆(稻、麦、玉米、油菜、棉花等秸秆)主要富含木质纤维类碳水化合物(含量大于 50%),直接利用价值不高。因此,坚持因地制宜原则,充分开拓与挖掘秸

据上述预测数据,按江苏省人口 7.866×10^7 测算,如果按达到人均奶消费量 38 kg 计算,则全省泌乳牛(平均每头奶牛年产乳量 8 t)存栏量应在 3.7×10^5 头以上,奶牛存栏量应为 6.4×10^5 头。如果牛羊肉消费水平达世界平均水平的 50%,即由 5.0 kg 增加到 8.5 kg 左右(其中牛肉占 2/3,羊肉占 1/3),则肉牛及羊存栏应分别达到 1.675×10^6 头、 1.000×10^7 头(分别是现在存栏量的 16.7 倍、2.5 倍)。依据奶牛、肉牛与羊粗饲料消耗量(因其他食草动物消耗粗饲料少,在此忽略不计),则粗略估计年最大可消耗秸秆量不超过 6.20×10^6 t。

根据对江苏省主要农作物秸秆饲料营养价值测定结果(表 4),不同秸秆饲料的综合营养价值优先次序为:玉米秸、豆类秸秆、花生藤、甘薯藤、稻草与麦秸。根据江苏省 2014 年统计年鉴,江苏省玉米秸秆、甘薯藤、花生藤与豆秸秆产生量分别为 2.981×10^6 t、 0.238×10^6 t、 0.529×10^6 t、 1.100×10^6 t,合计为 4.848×10^6 t。由此可见,在布局秸秆饲料化时,应优先收集利用营养价值更丰富、消化率更高的花生、甘薯、大豆、玉米等作物秸秆用于饲料生产。

秆就地消纳潜力,可避免秸秆长途运输增加成本,且受市场波动影响小,易操作和控制,起到事半功倍的效果。

经过不断技术改进,近 5 年有众多秸秆就地消化技术日趋成熟,例如:

(1) 秸秆异地覆盖还田技术。它主要包括秸秆反应堆技术、秸秆覆盖种植土豆技术、果园苗圃等覆盖技术,该项技术将随着秸秆机械打捆收集技术进

步及打捆装备推广应用,其成本会大大降低,操作程序更加简化。秸秆覆盖还田还具有保温保湿、抑制杂草、改良土壤、减少化肥农药使用等功能。未来5年应该将其作为秸秆利用的一条重要技术途径。

(2)利用秸秆吸收与消纳养殖污水技术。这是近年来发展的一种养殖污水处理与秸秆利用相统一的技术途径,它不仅使养殖场污水固化,减轻养殖场污水排放,且吸收污水后的秸秆用作堆肥基质或肥料利用价值更高。

(3)秸秆基料化技术。秸秆制作基料不仅可作为草腐性食用菌栽培基料、作物育苗基质,还可以用于防止土传病害设施蔬菜栽培基质、动物饲养养殖舍垫料、固体微生物制剂生产所用的吸附物料以及逆境环境条件下用于阻断障碍因子或保水、保肥等功能的秸秆物料等,开拓秸秆基质化利用潜力,可大大提高秸秆就地消化量。

(4)秸秆块墙体日光温室技术。这是江苏省农业科学院近年开发的一种秸秆利用新途径,将秸秆压缩成块状,替代砖块或泥土作为日光温室墙体材料,不仅可克服土墙占地多、砖墙成本高与保温效果差等缺点,还可降低大棚内相对湿度,减少设施栽培蔬菜病害发生与适当扩大温差,促进作物生长等,且每个标准大棚可消耗近40 t或5.3 hm²以上秸秆,使用数年后秸秆经简单堆腐后即可作为肥料,大大增加了秸秆利用潜力^[16]。

2.6 积极有序稳妥地推进秸秆产业工业化利用进程

秸秆规模化、标准化与工业化的高价值利用,是秸秆禁烧与全量利用工作的终极目标,也是秸秆禁烧禁抛与利用工作长效运行的基础与保障,更是建设资源节约型国家与生态文明社会所追寻的重要目标。江苏省人民政府126号文件(苏政发[2014])中指出,要“加快推进秸秆工业化利用,按照区域布局要求,坚持以市场为导向,鼓励发展以秸秆为主要原料的板材、造纸、装饰材料产业,重点扶持上规模、上水平的秸秆原料化利用骨干企业,鼓励支持有条件的企业开展秸秆提取乙醇、秸秆酶制剂等产品研发”。

经过数十年世界各国科学家及企业家共同努力,在秸秆工业化利用技术方面已取得了长足进步,例如:秸秆直燃发电、秸秆热裂解气电(油)炭联产、秸秆纤维板材、秸塑材料、秸秆成型制粒直燃供热、

秸秆制浆造纸、秸秆生物气化等技术已逐步成熟,并实现了工业化生产。以秸秆为原料,经物理化学及生物联合作用,生产液体燃料乙醇技术也开始建立规模化商业生产线。这些工艺与装备技术的进步,都为秸秆原料工业化利用奠定坚实的基础。但以市场标准来衡量,现有的很多技术并未完全成熟或原料转化效率不高或经济效益偏低,它需要在国家政策扶持下,才能独立地进行商业化运行。一方面,需要政府对秸秆工业化利用新技术、新装备予以政策上扶持,使新技术新装备在不断运行中逐步提高技术水平,增加市场竞争力;另一方面,政府需要依据财力水平,合理有序选择技术成熟、原料转换效率高、环境友好以及市场竞争力强的工业化利用项目,进行科学布局,以防“短寿型”、“中试型”、“花瓶型”等项目一哄而上,既浪费国家有限的财政、土地等资源,也会挫伤地方政府、企业与农民的积极性。

2.7 确立“区域统筹、整体推进、全量利用、终端扶持”工作思路

作者前期分析了现有秸秆禁烧、综合利用各项政策及管理现状^[17],认为存在着以下几方面主要问题:法规-规划-财政资金不配套、法规-规划-技术支撑不到位、环保-农机-农业不协调、农民-干部-政府责任界线不清、关键技术未突破以及技术单一、不配套、不系统等问题。针对以上问题,为全面推进秸秆全量利用,实现秸秆禁烧与利用的可持续发展,提出“区域统筹、乡为基础、收还结合、政策引导、市场运行”的观点,认为在技术上,应着重围绕“区域控制、收还统筹、突破收集、开拓用途、创新机制”等方面开展技术攻关,实现关键技术突破,为秸秆全面禁烧与全量利用提供技术支撑。

区域统筹、整体推进,要以乡(镇)域与县域尺度为重点,对区域内秸秆产生量及时空分布,秸秆收集、还田数量及空间布局,秸秆还田时序等进行统筹;依据秸秆利用不同技术成熟度、市场化程度、当地社会经济发展水平、秸秆利用项目或工程的可操作性等,统筹农作物秸秆饲料化、基料化、原料化与能源化秸秆用量比例与时序。着眼运行机制建立,还应统筹农民利益及责任、政府责任、企业运行利润三者之间的关系。

确立区域秸秆“收还结合”的利用策略,就是要统筹好区域内秸秆还田面积与秸秆收集面积、秸秆还田田块与收集田块、一年两季与多年之间等相互

关系,统筹好秸秆综合利用与土地生产能力持续提升之间的关系,更科学合理地平衡秸秆收集与还田的相互关系。

构建基于政策引导下的秸秆利用市场运行机制。一是引导农民提高责任意识,使农民明白秸秆焚烧或遗弃会对环境产生负面影响,即焚烧秸秆让他人和社会受损,造成环境污染,影响交通等,让农民在秸秆禁烧与综合利用中,树立起应有的责任意识。二是引导科技管理部门更多更持续地将公共财政资金投入秸秆还田和收集利用关键技术攻关、关键设备研制等公众利益领域。三是引导环境受益者,从道义、资金、人才、技术等方面支持秸秆禁烧与秸秆综合利用的各项工作。四是引导各种有限的公共财政资金集中投向有利于秸秆终端利用市场化运作的企业,即以技术效率与市场价格为基准,建立起扶持或补贴秸秆终端利用企业的政策架构,以促进秸秆利用常态化体制与机制建立。

3 结语

农作物秸秆禁烧与综合利用工作,也许需要几代人的不懈努力,才能实现真正的商业化长效运行,这就需要我们抱着科学的态度,客观理性地理解秸秆禁烧与综合利用阶段性工作,制订科学合理、可持续发展的阶段性目标。同时,在持续推进秸秆禁烧与综合利用工作时,不仅需要围绕秸秆收集利用和还田利用开展技术攻关与装备研发,努力提高秸秆利用效率与效益,还需要育种、栽培等领域科学家的共同努力,以提高农作物谷草比、减少秸秆产生量、增加秸秆生物可降解性,更需要制订合理种植、轮作制度,以减少秸秆产生量,延长秸秆可利用时间,增加整体秸秆可利用价值等。总之,通过全社会的共同努力,秸秆作为一种资源必将会得到充分与高价值利用,真正实现它应有的社会、生态与经济价值。

致谢:江苏省农委环能处、江苏省农机局农机推广中心为本文提供了大量基础资料与数据,深表谢意!

参考文献:

- [1] 江苏省统计局,国家统计局江苏调查总队,江苏省农业委员会,江苏省海洋与渔业局. 2014 江苏省农村统计年鉴[M]. 南京:[江苏省统计局], 2015.
- [2] 毕于运,高春雨,王亚静,等. 中国秸秆资源数量估算[J]. 农业工程学报,2009,25(12):211-217.
- [3] 王亚静,毕于运,高春雨. 中国秸秆资源可收集利用量及其适宜性评价[J]. 中国农业科学,2010,43(9):1852-1859.
- [4] 顾克军,杨四军,张斯梅,等. 不同生产条件下留茬高度对水稻秸秆可收集量的影响[J]. 中国农业生态学报,2011,19(4):831-835.
- [5] 顾克军,顾东祥,张斯梅,等. 耕作与秸秆还田方式对稻茬麦草谷比及麦秸可收集系数的影响[J]. 江西农业学报,2014,26(4):6-9.
- [6] 金亚征,忻龙祚,王建民,等. 华北平原小麦、玉米一年两作区长期秸秆全量还田对夏玉米产量的影响[J]. 江苏农业学报,2014,30(3):527-533.
- [7] 刘冲,王茂文,刘兴华,等. 苏北沿海滩涂秸秆还田对大麦生长及土壤质量的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(7):414-415,425.
- [8] 王丽学,王晓禹. 不同秸秆翻土还田量对土壤养分及玉米产量的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(4):312-315.
- [9] 孙华尊,李友军,黄明,等. 豆麦轮作模式下保护性耕作对冬小麦田杂草群落的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(1):155-157.
- [10] 常志州,王德建,杨四军,等. 对稻麦秸秆还田问题的思考[J]. 江苏农业学报,2014,30(2):304-309.
- [11] 常志州,陈新华,杨四军,等. 稻麦秸秆直接还田技术发展现状及展望[J]. 江苏农业学报,2014,30(4):909-914.
- [12] 张岳芳,陈留根,朱普平,等. 秸秆还田对稻麦两熟高产农田净增温潜势影响的初步[J]. 农业环境科学学报,2012,31(8):1647-1653.
- [13] 张斯梅,杨四军,石祖梁,等. 江苏稻麦秸秆收集难点问题的调查研究[J]. 生态与农村环境学报,2014,30(6):706-710.
- [14] 王雪,常志州,王效华. 秸秆供应链物流网络系统研究概况及几点思考[J]. 农业资源与环境学报,2016,33(1):10-16.
- [15] 许世卫. 中国奶业消费特征与消费量预测[J]. 中国食物与营养,2009(12):4-7.
- [16] 黄红英,武国峰,孙恩惠,等. 秸秆块墙体日光温室的构建及其在苏北地区的应用[J]. 农业工程学报,2014,30(14):170-178.
- [17] 常志州,石祖梁,张斯梅,等. “区域统筹、整体推进、终端扶持”是破解秸秆禁烧与全量利用的根本出路[J]. 农业资源与环境学报,2015,32(4):321-326.

(责任编辑:张震林)