

南京市农业废弃物生物质能源发展现状分析

杜娟, 张永青 (南京市农业委员会, 江苏南京 210019)

摘要 通过对南京市农业废弃物产出情况、生物质能资源结构和产业发展现状的概述分析, 探讨了农业废弃物资源化利用过程中存在的主要问题, 并提出对策与建议, 以提高农业废弃物资源化产业发展速度和效益, 进而促进南京农业的可持续发展和生态文明建设。

关键词 农业废弃物; 生物质能; 资源化; 南京市

中图分类号 S21 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)28-218-04

Analysis on Development Status of Nanjing Agricultural Residues Biomass Energy

DU Juan, ZHANG Yong-qing (Nanjing Agriculture Committee, Nanjing, Jiangsu 210019)

Abstract Through analyzing agricultural residues output, biomass energy structure and industry development status of Nanjing City, the main existing problems in resource utilization process were discussed, and countermeasures were put forward. The aim is to improve the utilization efficiency and benefit of agricultural residues and then promote sustainable development of agriculture and construction of ecological civilization of Nanjing City.

Key words Agricultural residues; Biomass energy; Resource utilization; Nanjing City

随着资源约束趋紧, 环境污染严重, 生态系统退化, 节能减排 and 环境保护越来越倍受关注。由于蕴含量丰富、可再生和环境友好等特性, 生物质能受到前所未有的重视, 成为世界各国能源战略的重要组成部分和重点发展的替代能源之一。生物质资源按来源可分为农业生物质、林业生物质、能源植物、水生植物、禽畜粪便、生活垃圾六大类。其中, 来源最广、储量最大、利用前景最可观的是农业生物质和林业生物质^[1]。农业废弃物从广义上讲就是农业生产和再生产链中资源投入与产出在物质和能量上的差额, 是资源利用过程中产生的物质能量流失的份额。狭义的农业废弃物是指整个农业生产过程中被丢弃的有机类物质, 通常说的农业废弃物主要指以下 3 种类型: 一是农业生产废弃物, 如农作物秸秆、杂草、稻壳、废旧农膜、林木枯枝落叶、果壳等; 二是畜禽的排泄物, 即畜禽粪便和畜栏垫料等; 三是农副产品加工废弃物, 如菇渣、甘蔗渣、木屑、糟渣等^[2]。长期以来, 农村废弃物生物质能资源普遍采用直接燃烧的方式加以利用, 利用效率低, 污染严重。随着能源结构调整, 对生物质能产业的扶持力度不断加强, 南京市生物质能利用技术与产业得到了较快的发展。

1 南京市农业废弃物生物质能源发展现状

1.1 农作物秸秆生物质能利用现状 南京市地处北亚热带长江南北平原丘陵区, 全市土地总面积 65.87 万 hm^2 , 其中基本农田面积约 22.78 万 hm^2 , 2014 年年秸秆生成总量 123.78 万 t, 以水稻秸秆、小麦秸秆和油菜秸秆为主(表 1)。通过秸秆的肥料化、基料化、饲料化和资源化利用, 年秸秆利用总量 109.65 万 t。其中, 秸秆资源化利用量为 16.83 万 t, 占秸秆综合利用总量的 15.35%, 主要以炭化与固化成型燃料、秸秆气化集中供气利用为主(表 2), 增加了新的农村清洁能源利用途径, 减少了秸秆焚烧, 保护了农村生态环境。

表 1 2014 年南京市农作物秸秆生成总量

作物种类	播种面积 hm^2	秸秆产生量 万 t	产生量 比例//%
水稻	90 080.45	78.37	63.31
小麦	50 140.25	32.34	26.13
油菜	10 413.39	6.56	5.30
玉米	7 520.04	4.51	3.64
芦蒿	1 333.34	2.00	1.62
合计	159 487.46	123.78	100.00

表 2 2009~2014 年南京市农作物秸秆资源化利用情况

年份	秸秆热解气化集中供气			秸秆沼气工程			秸秆固化成型		秸秆炭化	
	累计个	运行个	供气万户	累计个	运行个	供气万户	累计个	产量 t	累计个	产量 t
2009	44	44	1.334 0	2	2	0.08	3	18 500	1	2 500
2010	52	52	1.576 3	5	5	0.20	6	37 000	1	2 500
2011	57	57	1.727 9	9	9	0.36	13	65 000	1	1 000
2012	55	54	1.621 5	12	9	0.23	16	46 001	1	1 000
2013	52	47	1.321 5	14	12	0.23	18	76 000	1	1 000
2014	51	45	1.220 0	15	13	0.23	10	76 000	1	1 000

注: 数据来源于《江苏省农村可再生能源统计表》。

1.2 畜禽粪便生物能利用现状

作者简介 杜娟(1979-), 女, 吉林吉林人, 中级畜牧师, 博士, 从事农业废弃物资源化利用与农村环境的研究与监督管理工作。

收稿日期 2015-08-06

量约 109.5 万 t, 在生物能利用上主要通过沼气厌氧发酵技术产生以甲烷为主的可燃混合气体, 用于民用燃料或发电。沼气工程不仅可将畜禽粪污转化为生物质能源, 同时沼渣、沼液也是一种优质的高温发酵的有机肥料, 对作物病虫害防治有一定的作用, 可减少农药用量, 为发展优质安全农产品

提供支持^[3],既解决了重点区域规模化禽畜养殖场的粪便污染问题,有效遏制农业面源污染,又实现畜禽场的生态良性循环,发展农业循环经济。自2004年国家实施“生态家园富民计划”,南京市就将农村清洁能源工程列为“农村八件实事工程”之一,迅速发展起来。截至2014年底,全市户用沼气池1.93万只,畜禽粪便沼气工程391处(表3),秸秆气化集

中供气工程51处,秸秆沼气集中供气工程15座。从农村清洁能源工程发展历程上看,随着城市化进程加快,户用池发展逐步萎缩,拆迁报废数量逐年增多,年存总量逐年减少;大中型沼气工程发展速度在2009~2011年达到顶峰后逐步放缓,能源利用上以单纯沼气燃料向沼气发电迅速转变。

表3 2009~2014年南京市沼气发展情况

年份	农村户用沼气池				农业废弃物沼气工程		
	用户万户	总产气量万m ³	数量个	池容万m ³	年产气量万m ³	发电容积kW	年发电量万kW·h
2009	2.558 0	617.40	142	6.320 0	442.720	223.0	40.700
2010	2.984 0	895.20	227	7.903 0	814.560	458.6	82.110
2011	2.981 0	894.30	305	8.257 0	915.200	483.0	85.910
2012	2.829 0	908.97	348	9.317 4	872.126	2 304.0	271.348
2013	2.727 0	868.76	378	10.182 4	969.676	2 434.0	288.658
2014	1.929 9	554.28	391	10.252 4	950.460	2 494.0	864.500

注:数据来源于《江苏省农村可再生能源统计表》。

1.3 农业生物质能产业能力 南京市的农业生物质产业起步虽然较晚,但具有良好的技术条件和经济条件,其中生物质沼气、生物质发电和生物质固化成型燃料产业发展较快,形成了以畜禽粪污沼气工程为主,气化集中供气、炭化与固化

成型燃料为补充的产业模式。截至2014年,南京市户用沼气池年产沼气554.28万m³,各类沼气工程年产沼气950.46万m³;秸秆集中供气工程年供气量421.72万m³。全市有农村能源施工资质的企业6家,年总产值880万元(表4)。

表4 南京市农业废弃物生物质能源企业发展情况

年份	产业发展			沼气产业			生物质能企业(不含沼气)		
	企业数量	从业人数	总产值万元	企业数量	从业人数	总产值万元	企业数量	从业人数	总产值万元
2010	8	189	1 531	5	67	1 051	3	22	480
2011	14	235	4 028	5	167	2 528	9	68	1 500
2012	10	271	2 202	3	144	952	7	127	1 250
2013	14	306	2 250	6	149	850	8	157	1 400
2014	14	306	2 250	6	146	880	9	182	1 550

注:数据来源于《江苏省农村可再生能源统计表》。

1.4 科技贡献力 南京市充分利用教育科技资源丰富优势,积极引导高等院校、科研院所和企业等各方面的科技力量,开展生物质能、沼气等新能源、农业废弃物利用、太阳能等再生能源技术的应用示范,实施了“农作物秸秆机械化还田及综合利用技术示范推广”、“果蔬废弃物(FVSW)厌氧发酵处理技术与示范”、“稻秸秆还田耕翻、施肥、播种、开沟复式作业机具开发应用”、“绿色低碳科技产品在美丽乡村中的应用”、“农作物秸秆气化固化干法式新技术”、“秸秆腐熟剂条垛式固体发酵技术与腐熟剂产品应用推广”、“种养结合模式下的废弃物无害化处理及资源化利用”、“城市园林废弃物的资源化利用与示范”、“秸秆还田与基料化技术研究、集成与示范”、“基于蚯蚓无害化处理废弃物与高值化循环养殖模式技术集成与示范”等项目,“十二五”期间用于农业生物质能以及农业废弃物方面的科技经费累计近700万元。

1.5 制度保障 实践证明,农业发展方式转变和农业生物质能经济转型升级,都离不开良好的制度保障。近年来,南京市相继出台《关于建立和完善生态补偿机制的通知》、《南京市农村清洁能源工程暂行管理办法》、《秸秆禁烧和综合利

用工作方案》、《南京市农作物秸秆禁烧及综合利用实施方案(试行)》等系列方案,加大了保护生态环境和提高资源利用效率等内容的综合考核,以江宁区、浦口区、六合区为试点,创新能源工程后续服务体系,建立“市级农村沼气服务体系建设项目”,2014年利用30万财政维修资金盘活因设备老化等原因停用的清洁能源工程10处、户用池500座,实现工程建设、运行、维修的良性循环,充分发挥项目生态效益。同时,提升智能监管手段,以江宁区10处气化站为试点,安装燃气智能计量与检测系统,实现清洁能源工程产品“质”和“量”的数字化和信息化远程无线监控,通过智能手机可实时在线监控,提升智能化工程运行监管能力。通过近年来一系列管理制度的保障,有效激活了生物质能源健康、有序、可持续发展。

1.6 资金保障 生物质能是与节能减排和环境保护紧密结合的新型能源。长期以来,政府高度重视农业废弃物生物质能源的发展与利用,安排专项资金支持生物质能源产业发展。从资金投入总量上看,随着种养殖生产总量的下滑(表5),以沼气工程建设为主的生物质能发展趋缓,其他利用途径发展势头良好。从资金投入比例来看,农业废弃物能源化

产业发展以各级财政补助资金为主,占总投资的78.6%,社会自筹资金占21.4%(表6)。从资金使用途径上看,财政资

金的扶持领域也由工程建设逐步向废弃物收集运输、工程运行服务保障、产品综合利用方面扩展(图1)。

表5 2009~2014年南京市农业废弃物产生总量

年份	农业废弃物			农作物秸秆			畜禽粪便		
	总量	利用量	利用率	总量	利用量	利用率	总量	利用量	利用率
	万t	万t	%	万t	万t	%	万t	万t	%
2009	356.58	281.88	78.13	144.62	111.61	77.18	197.24	165.02	85.50
2010	355.01	304.48	86.16	142.14	122.87	86.35	199.38	171.38	87.72
2011	298.46	278.46	93.10	137.42	128.74	92.94	147.16	136.79	93.18
2012	368.06	343.40	93.30	147.90	137.77	93.15	208.49	194.74	93.40
2013	257.55	243.67	94.07	143.67	134.34	93.51	113.88	107.92	94.77
2014	233.77	214.85	92.02	123.79	109.60	88.50	109.68	106.09	96.96

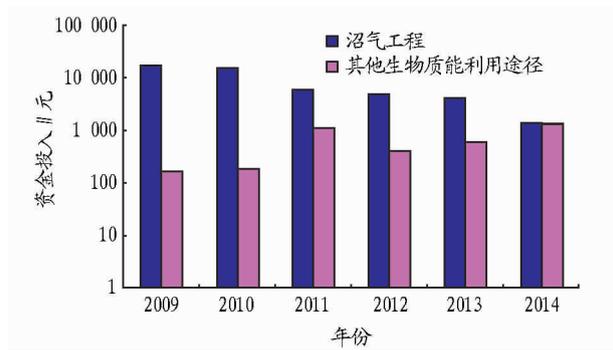


图1 2009~2014年南京市农业废弃物生物质能源产业资金投入情况

表6 2009~2014年南京市农业废弃物生物质能源产业资金来源 元

年份	中央	省级	市级	县级	乡级	自筹	合计
2009	1 073	5 899	1 687	3 654	200	3 499	16 012
2010	937	2 828	1 010	4 839	115	4 258	13 987
2011	368	3 294	880	858	264	781	6 444
2012	295	2 399	880	376	206	467	4 623
2013	0	1 890	876	726	0	730	4 222
2014	81	793	715	264	100	489	2 441

注:数据来源于《江苏省农村可再生能源统计表》。

1.7 社会与生态效益 农业废弃物生物质能源的开发和利用,有效利用了废弃的秸秆和畜禽粪便,减少了露天焚烧、直排等对供气、地表水、地下水的污染,缓解了农业废弃物对环境造成污染,促进了农村可再生能源的发展,改变了农村生活用能方式,降低了煤炭消耗,使供气农户由原先的“家家点火,户户冒烟”的情况,转变为“燃气多元化,户户受益”的良好局面,比起使用液化气,每户的燃料支出降低了50%以上,年节省300~500元/户,受到广大农村用户的欢迎。而且,通过生物质资源的收集、运输与加工处理等各个环节,增加了岗位设置,可直接或间接增加农民收入。同时,以“三沼”综合利用为特色的循环农业迅速发展起来,涌现了以新农村建设和农业废弃物资源化利用有机结合的浦口区永宁镇友联村秸秆沼气集中供气试点,以粪污深度净化利用与种养有机结合的浦口区龙霸专业合作社农庄试点,以设施农业、大田农业废弃物与生物能源循环再利用有机结合的溧水区华成蔬菜合作社试点。通过模式的宣传引导,以点带面,减少

了化肥的使用、降低生产成本,提高农产品的品质和产量,引导现代农业生产和生态保护的有机结合,促进循环农业的良性发展,提升农业可持续发展能力。

2 南京市农业废弃物生物质能源发展中存在的主要问题

近年来,南京市的生物质能产业发展较为迅速,以沼气工程建设为代表的产业已进入示范推广阶段,但是从未来发展形势上看,生物质能源产业发展还存在以下问题亟待解决。

2.1 原料短缺 南京农业属于都市型农业,在发展农业生物质能产业上,主要以农业废弃物的综合利用为目标,全年农业废弃物生成总量呈逐年递减的态势,畜禽粪便总量下降的最为明显(表5),农作物播种面积稳定在22.73万hm²,播种品种及产量以维系城市自给率为目标,主要以水稻、小麦和油菜籽为主,年总产量116.95万t,而副价值较高的能源类农作物原料(木薯、甜高粱、红薯等非粮作物作为原料)的播种及深加工不适宜南京地区。随着城市化进程加快,农业废弃物总量减少的压力逐年增大,农业废弃物收集的人力和设备运行成本、运输成本逐年升高,农业废弃物产品经济附加值低,运输半径短,是南京市发展农村生物质能产业的短板。

2.2 生物质能关键技术还未破解 虽然全市在利用农作物秸秆和畜禽粪便生产沼气、固化成型燃料等技术应用方面趋于成熟,但是在实际应用过程中沼气(秸秆气)普遍直接用作生活燃气或养殖场发电自用,脱硫提纯、沼气厌氧生物制剂开发、生物质气化成液体燃料技术、农作物废弃物生产热解油技术、高度浓度有机废水处理等方面的关键技术还不成熟,产品形式单一,能源贮存难、附加值低,向深加工高端制备相匹配的技术、标准、设备研发等方面还未成型,技术瓶颈仍未破除。

2.3 产业系统尚未形成 生物质能产业按环节可分为产前、产中和产后3个方面,包括生物质原料的收集、生产、加工转化、能源产品与应用等完整的产业链和技术服务体系。目前,南京农业废弃物生物能产业发展仍处于粗放收集、以工程基础建设和初级能源产品生产为主,在物料采集、运输、生物能转化、提纯深加工与贮存、副产品开发利用等诸多环节缺乏有效组织,损耗很大,局部生产高能耗、科技含量低、

产品附加值低,整个产业链较为分散,体系内缺乏整合。

2.4 市场竞争力弱 由于城乡一体化发展的推进,南京市农业种植面积和畜禽养殖规模受到制约,日沼气工程产量超过 5 000 m³ 以上的大型、超大型养殖场不适宜建设,很难形成规模效应。以一个中型 300 m³ 沼气工程为例,年处理存栏 2 000~5 000 头生猪的粪便量,年生产沼气 43.8 万 m³,沼液产生量 0.73 万 t,沼渣 146 t,沼气收益 7.7 万元,沼液和沼渣目前主要免费给周边农田施用,尚未产生效益。而一个中型 300 m³ 沼气工程 1 年的折旧费 7.67 万元,人工成本 1.5 万元,维修费用 2.0 万元,运行总成本 10.3 万元,累计年净投入 2.6 万元。由于农业废弃物未纳入排污许可管理,在农业高生产成本、低收益的背景下,目前很难形成社会化投入收益的良性市场机制,这是制约着农业废弃物生物质能源产业纵深发展的重要因素。

3 南京市农业废弃物生物质能源发展对策与建议

3.1 优化产业布局和发展规划 农业废弃物能源化产业发展,要紧紧围绕农业产业布局和发展规划,做到与区域特性相结合、与新农村城乡统筹发展相结合、与农业面源污染防治相结合、与生态环境保护相结合。在功能定位上因地制宜,因区施政,合力考虑资源承载能力、原料来源与特性、终端产品利用渠道,兼具公益性和经营性。在发展战略上突出科技和服务优势,加快生物质能产业的提档升级,引入新技术和新工艺,改造和提升传统方法,采用现代的生物发酵技术和酶技术等,开发新的高质化产品。引导农业废弃物能源化生产由分散的农业生产向产业化经营发展,推进专业化管理、市场化运营,提高市场竞争力。完善政府产业政策体系,探索完善终端产品补贴政策,逐步破除行业壁垒和机制体制障碍,更好地发挥市场机制作用,形成政府、企业和农业劳动者个人共同促进产业发展的有效机制。

3.2 树立循环农业发展理念 以生物能源利用为纽带的循环农业是未来农业发展的主要方向。发展能源型循环农业有助于建立能源、农村经济、环境之间的良性互动机制,促进农业与其他产业相互融合^[4]。我国利用沼气的出发点是环

境保护,而国外如德国更多视沼气为一种清洁能源,因此在补贴思路上有较大的不同。我国的补贴是一次性建设补贴,后端没有,而德国相反,建成后生产产品会得到国家补贴^[5]。借鉴国外多年来发展的经验,在农业废弃物能源开发和利用上,既要将其作为农村能源的有益补充,又要将农业生物质产业与循环农业紧密集合,协调发展,实现资源的减量化、再利用、再循环,将农业废弃物能源产品及附属产品纳入整个循环农业圈,将其作为循环农业经济的重要收益组成部分,探索二者发展的平衡点,在制定政策、生态补偿、税收信贷等方面,运用政策与经济杠杆激活市场活力,实效社会和生态双赢。

3.3 构建产业化体系 目前,在农业生物质能产业体系中,沼气工程建设已步入商业化应用阶段,而与之配套的科技创新体系和服务保障体系尚未成型。尤其在南京废弃物资源短缺的背景下,要引导农业废弃物生物质能源向规模化、专业化、产业化发展;要突出科技优势,鼓励当地农村能源化生产企业做大做强,促进生物质能工程建设和服务业的良性互动,在工程设计、生物发酵技术、设施设备生产、产品深加工等科技服务型产业发展上延伸,提高企业在关键领域核心技术研发与产品生产的市场竞争力,鼓励当地企业发展服务外包业务,提高推动农业废物生物质能的转型升级。此外,要积极利用网站、广场宣传、科技下乡、农民技术服务等契机,加强农业废弃物可再生循环及生物质能源综合利用的宣传,为农业生物质产业发展创造良好的氛围。

参考文献

- [1] 卢业飞,罗清,旁新华. 生物能源产业发展研究的现状[J]. 农业研究与应用,2015,156(1):52-55.
- [2] 刘涛,郭世荣,孙朋朋,等. 江苏省农业废弃物资源化高效利用现状及对策建议[J]. 安徽农业科学,2015,43(13):217-219.
- [3] 高文永,李景明. 中国农业生物质能产业发展现状及效应评价研究[J]. 中国沼气,2015,33(1):46-52.
- [4] 王厚全,刘巍,李辉,等. 生物能源与循环农业系统发展探析[J]. 江苏农业科学,2011,39(2):10-12.
- [5] 张肖阳. 中国农村生物能源服务保障体系建设[J]. 河北学刊,2012,32(3):202-204.

(上接第 80 页)

21 d 的防效达 98% 以上,显著高于 10% 吡虫啉 WP 稀释 2 000 倍的控制作用,建议在生产中应用螺虫乙酯 5 000 倍稀释液来防治苹果瘤蚜的危害。

螺虫乙酯的杀虫机理比较独特,与其他杀虫剂无交互抗性,且持效期长达 56 d 以上^[7],对刺吸式害虫的防治效果比较理想,但在使用过程中也要和其他不同种类的药剂混用,不仅可以保证对害虫防治的速效性和持久性,还可以减缓害虫对该类药剂抗药性的产生。

参考文献

- [1] 宋新元,李学军,郑国. 岫岩地区苹果瘤蚜及其天敌发生情况调查[J]. 辽宁农业科学,2005(2):51-52.
- [2] 林明极. 苹果瘤蚜防治研究[J]. 中国林副特产,2012(8):32-33.
- [3] 陈吉慧. 苹果瘤蚜的发生规律与综合防治技术[J]. 农技服务,2012,27(1):52.
- [4] SRIGIRIRAJU L, SEMTNER P J, BLOOMQUIST J R. Monitoring for imid-

acloprid resistance in the tobacco-adapted form of the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae), in the eastern United States[J]. Pest management science, 2010, 66(6):676-685.

- [5] 彭波,司树鼎,栾炳辉,等. 山东省主要苹果产区苹果黄蚜抗药性水平监测[J]. 中国果树 2010(5):48-51.
- [6] OUYANG Y, MONTEZ G H, LIU L, et al. Spirodiclofen and spirotrimer bioassays for monitoring resistance in citrus red mite, *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae)[J]. Pest management science, 2012, 68(5):781-787.
- [7] 叶莹. 具新颖作用机制杀虫杀螨剂:螺虫乙酯[J]. 世界农药,2011,33(5):54-55.
- [8] 官亚军,王泽华,康总江,等. 新型双向传导杀虫剂:螺虫乙酯对 Q 型烟粉虱的防治效果[J]. 植物保护,2012,38(6):157-160.
- [9] 谌有光. 24% 螺虫乙酯(亩旺特)防治梨木虱试验简报[J]. 西北园艺,2013(6):39-40.
- [10] 张洁,陈永对,吴阔,等. 6 种杀虫剂对烟田番茄斑萎病毒属病毒传毒蓟马的药效试验[J]. 江苏农业科学,2014,42(4):95-97.
- [11] 官亚军,魏书君,康总江,等. 七种农药对瓜蚜的田间药效试验[J]. 北方园艺,2012(9):138-140.
- [12] 张庆宽. 双向内吸性新杀虫剂螺虫乙酯的开发[J]. 农药,2009,48(6):445-447.