

农村废弃生物质资源开发获重要突破

李宗奉^{1,3}, 郑延海², 刘雪莉³, 冯素飞¹, Mario Lucas⁴, 吴光磊¹, 贺新华¹, 李 勇¹,
李彩虹¹, 刘 慧^{2,5}, 蒋高明^{1,2,*}, 李向东^{1,*}

(1. 山东农业大学农学院 生物学国家重点实验室, 山东泰安 271018; 2. 中国科学院植物研究所植被与环境变化国家重点实验室, 北京 100093;
3. 泰山科学技术研究院, 山东泰安 271000; 4. Rheinisch-Westfälisch Technische Hochschule, Aachen University, Aachen, Germany 52070;
5. Department of Animal and Plant Sciences, University of Sheffield, Sheffield S10, 2TN, UK)

能源危机是当今世界面临的严峻挑战之一^[1]。化石能源是地球亿万年间积累起来的光合产物,是不可再生的资源。大量化石能源开挖后,沉睡了数亿年的“碳库”最终又要变成“碳源”,这使人类本来任务艰巨的碳减排“雪上加霜”^[2,3]。为逃脱化石能源怪圈,全球能源与环境科学家们,把精力转移到用太阳能、风能、生物质能等清洁能源代替化石能源上来,取得了重要进展。但新能源开发仍存在着成本高,经济效益差的不足^[4~6]。作为全球最大的发展中国家,中国科学家正努力寻找能高效利用农村生物质资源的新方法。研究成果一旦获得推广,可大大缓解能源紧缺状况,对全球碳减排意义重大^[7,8]。

中国农村每年秸秆产量 6.3 亿 t,折合标准煤 29609 万 t,为同年全国生活用煤(8386 万 t)的 3.5 倍,占当年煤炭总产量(23.7 亿 t)的 12.5%^[3]。随着农民收入和生活水平的不断提高,能源消费需求逐年增加。如果按照目前的能源利用格局,过量依赖化石能源,忽视 8 亿农民的能源需求,则富裕起来的农民一样会和工业与城市争能源^[9]。事实上,许多富裕起来的农民已经开始消费压缩空调、冰箱、微波炉等高耗电产品,做饭取暖则大量使用煤炭、天然气、电炉等,而对他们家门口的传统能源——秸秆等生物质能不屑一顾,在田间地头一烧了之,既严重污染环境,又造成生物质资源的浪费。由于缺乏合理的利用渠道,尤其是经济效益低造成了大量农业生物质资源过剩,亟需为秸秆利用寻找合理的途径^[10]。

1 利用试验

自 2005 年以来,由中国科学院植物研究所、山东农业大学、德国亚申大学、法国巴黎农业科技大学人员组成的研究团队,选择以种植业为主的山东省平邑县蒋家庄村,开展了严格的秸秆等生物资源利用试验示范研究,以探索中国农区废弃秸秆利用新途径,为减少温室气体排放寻找农业新出路^[11]。按照生态学原理,研究人员设计并成功示范了“秸秆—肉牛—沼气—农田”生物质资源高效利用模式;采用“微储鲜秸草”技术青贮新鲜玉米秸,提高了秸秆养分利用效率和肉牛育肥速率。

“微储鲜秸草”是中国具有自主知识产权的秸秆变饲草加工技术,应用这一技术可以将废弃的农作物秸秆,加工成牛、羊喜食的优质饲料,变废为宝。具体操作规程是:先将作物鲜秸秆(如玉米、小麦等)用机器揉搓、轧切至 3~5 cm,然后压实、捆扎成 65~70 kg 的圆捆,再用专用拉伸薄膜密封,进行厌氧发酵。期间不添加市场上推销的发酵菌,因为使用的是鲜秸秆,可直接利用空气中分布的厌氧菌自然发酵,节省了原料成本和人工成本。30 d 后,即可替代花生秧、地瓜秧等传统草料饲喂牛羊。试验表明:“微储鲜秸草”喂养的肉牛,8 个月总增重 274 千克/头,平均月增重 34.25 千克/头;第 5 个月最高,达到 41 千克/头。“微储鲜秸草”日采食量随育肥时间延长而增加,日均为 6.87 千克/头;平均每增加 1 kg 体质量消耗的“微储鲜秸草”为 6.01 kg,第 4、5 个月最低,仅 5.23 kg。育肥至第 10 个月出售,平均每头售价 7924.5 元。总投入 6152.5 元,净收益 1772 元,年回报率高达 49.3%。育肥效果和经济效益都远远超过传统的饲喂方法。

基金项目:国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAD21B04-9);国家自然科学基金资助项目(30840056);山东省人民政府泰山学者专项基金资助项目(00523902)

收稿日期:200-00-00; 修订日期:200-00-00

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: jianggm@126.com; also lixdong@sdau.edu.cn

完成秸秆利用的第一步。第二步是将牛粪通过沼气技术提取沼气以满足农户日常生活能源需求。2007年,课题组选择蒋家庄3户代表性农户(每户4~5人),在其院落推广沼气应用技术,结果令人欣慰。在山东沂蒙山区,由于气候变暖影响,冬季也能够产生沼气,这样一年四季均能完全满足农户生活能源需求。沼气除供应做饭外,还可用来照明。每户每天大约生产沼气 1.5 m^3 ,按天然气价格每立方米2元计算,则每户每天可节约3元,每年节约810元(冬季产沼气体量小可忽略不计)。农村是巨大的“能源矿”^[12~14],夏季产生的沼气根本用不完,因无法储存,而排放到空气中。如能够通过一定的技术发电或压缩装罐,则可进行商品化经营。第三步是有机肥生产。沼渣、沼液是优质的有机肥,大量有机肥施用,可提高土壤物理结构和化学特性,在减少一半化肥施用量的情况下,增加有机肥至 75 t/hm^2 ,作物不但不减产,反而增产^[1]。这在一定程度上再次降低农民的种田成本,增加了农民收入。2008年,试验得到平邑县能源办公室支持,在蒋家庄实施了100户“一池三改”(建一个沼气池、改厕所、改厨房、改牲口棚圈)户用沼气工程;加上原来农民自发修建的沼气池,实际沼气户达到123户,占该村户数49.5%。

试验前,全村248家农户沿街堆放各类秸秆、柴草以及粪堆、垃圾堆526处,总体积 5671 m^3 ,占地 3339 m^2 ;粪堆和垃圾堆气味恶臭,成了污染源。试验3年后,该村肥牛年存栏量达105头,增长了51.5倍。养牛产业年消化玉米秸秆500t,相当于扩种饲草玉米 22 hm^2 ,有效缓解了人地矛盾,为畜牧业发展提供了新的饲草来源。共建沼气池的123户,年产沼气折合标准煤费6.6万元;沼渣、沼液可替代化肥施用量的 $1/3$,折合3万元;总节支104元/人,养殖增效190元/人,新模式带来纯经济效益294元/人,同时解决了作物秸秆满街乱堆乱放造成的浪费及火灾隐患,村容村貌大为改观。试验表明:在解决农民增收、粮食产量提高、农村能源开发、乡村环境改善等方面,生态学绝不是软道理,建设中国特色的现代化农业应充分考虑生态学这一硬道理。

2 国内外的影响

农村废弃生物质资源开发与利用研究引起了山东省人民政府和国内外媒体的广泛关注。全国人大副委员长、九三中央主席韩启德在北京听取了山东省进行的生态农业试验的汇报;全国人大副委员长许嘉璐亲切接见了项目负责人蒋高明教授;原环境保护部张坤民副部长约课题组撰写了中国生态农业发展的理论文章,蒋家庄案例被编入了张部长主编的《低碳经济论》^[1];原环境保护部副部长、中国工程院院士金鉴明等亲赴现场参观指导。国家、山东省、临沂市、平邑县各级领导十多次到现场进行考察指导,对项目给予了高度评价。项目试验成功后,平邑县开发办近期成功申报国家投资700万元,用于蒋家庄等6村的中低产田改造;国家环保部批准了90万元中央农村环保专项基金用于该村的畜禽便处理,并在科学家指导下,引领农民走有机农业生产之路。有了大量有机肥,才能发展真正的有机食品产业。

到目前为止,新华社、人民日报、中国日报、光明日报、中国环境报、第一财经日报、21世纪经济导报、文汇报(香港)、科技日报、科学时报、北京青年报、大众日报、齐鲁晚报、临沂日报等中央和地方各大媒体,对科学家在平邑县蒋家庄带动农民致富的试验进行了报道;SciDev, Chinadiologue(伦敦)、英国卫报等国际媒体也分别进行了报道或采访^[5,11,15,16]。美国畅销书作家、著名环保人士 Mark Hertsgaard 先生(中文译本《鹰的阴影:为什么美国人让世界又爱又恨》作者),近期专程到山东平邑采访,并将有关成果写进他关于《气候变化与中国农业的挑战》新书中。

3 存在问题与应用前景

“秸秆—肉牛—沼气—农田”生态循环模式,在实际运行中还存在许多问题需要完善,如:①冬季气温低,沼气池产气量不足。试验正在尝试沼气池上方建塑料棚增温,或用太阳能集热管给沼气池加热的方法,来提高沼气池的冬季产气量,以满足农民冬季的生活能源需求;②沼渣有机肥的加工。一般刚从沼气池里抽出来的沼渣,含水量比较大,不便于农田施肥,试验拟考虑建设有机肥加工厂,把沼渣加工成颗粒状缓释有机肥,让农民将来能像施化肥一样,把有机肥施入土壤,将更有利于该项目的推广普及。

全国有320万个村庄,如实现“村村通沼气”,仅此一项就可减少二氧化碳排放8.53亿 $\text{t}^{[15]}$ 。如再考虑节

约 50% 的化肥用量,以及有机肥还田固定的碳,则农村碳减排空间更大。因此,应充分重视农村碳减排的巨大潜力,农村是个巨大的能源工厂,应当引起国家有关部门高度重视。农村畜牧业和沼气工程的大力发展,可解决作物秸秆和垃圾乱堆放的问题,使村容村貌大大改观。“秸秆—肉牛—沼气—农田”生态循环模式是农村生物质资源利用模式,突破了单一技术效益低、推广难的瓶颈,为生物质能源的商业化、规模化开发利用提供了科学依据,是化解能源危机和建设清洁、高效新农村的科学发展新模式,具有广阔的应用前景。

References:

- [1] Jiang G M, Zheng Y H, Feng S F, Wu G L. New agricultural revolution and food security under ecological agriculture. *Low Carbon Economics*, Press of Chinese Environmental Science, 2008, 396—410.
- [2] Compiled by Department of Industry and Transport Statistics and National Bureau of Statistic, P R China. *Yearbook of Chinese energy statistic*. Beijing: 2007: 96—134.
- [3] Liu H, Jiang G M, Zhuang H Y, Wang K J. Distribution, utilization structure and potential of biomass resources in rural China: With special references of crop residues. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2008, 12: 1402—1418.
- [4] Demirbas A. The importance of biomass. *Energy Sources*, 2004, 26(4):361—366.
- [5] Gong Y D. Wasted Chinese straw could be food and energy source. *Science and development net work*, 2009; www.scidev.net/en/news/
- [6] Fischer G, Schrattenholzer L. Global bioenergy potentials through 2050. *Biomass and Bioenergy*, 2001, 20:151—159.
- [7] Ding W B, Wang Y P, Xu Y. Bioenergy material: Analysis of the main crop stalks yield potential. *Chinese Population Material and Environment*, 2007, 17(5):84—89.
- [8] Kim S, Dale B E. Global potential bioethanol production from wasted crops and crop residues. *Biomass and Bioenergy*, 2004, 26:361—375.
- [9] Li J F, Hu R Q. Sustainable biomass production for energy in China. *Biomass and Bioenergy*, 2003, 25: 483—499.
- [10] Berndes G, Hoogwijk M, van den Broek R. The contribution of biomass in the future global energy supply: A review of 17 studies. *Biomass and Bioenergy*, 2003, 25:1—28.
- [11] Jiang G M. Storing carbon in the fields. *Chinadialogue*, 2009; www.chinadialogue.net/
- [12] Chang J, Leung D Y C, Wu C Z, Yuan Z H. A review on the energy production, consumption, and prospect of renewable energy in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2003, 7: 453—468.
- [13] Gross R, Leach M, Bauen A. Progress in renewable energy. *Environment International*, 2003, 29:105—122.
- [14] Li J F, Hu R Q, Song Y Q, Shi J L, Bhattacharya S C, Salam P A. Assessment of sustainable energy potential of non-plantation biomass resources in China. *Biomass and Bioenergy*, 2005, 29:167—177.
- [15] Jiang G M. Cutting emissions in rural China. *Chinadialogue*, 2008; ww.chinadialogue.net/
- [16] Meng Xianhua Zhao Hua. 2009. That poultry in grassland and cattle in farmland provides new thinking towards the sustainable agriculture and husbandry. *Xinhua News Agency*, Jinan report on 5 April.

参考文献:

- [1] 蒋高明,郑延海,冯素飞,吴光磊. 生态学主导的新农业革命与大粮食安全. 见:张坤民主编. :低碳经济论. 北京:中国环境科学出版社, 2008. 396~408.
- [2] 国家统计局工业交通统计司编. 中国能源统计年鉴. 北京:中国统计出版社, 2007, 96~134.
- [7] 丁文斌,王雅鹏,徐勇. 生物质能源材料——主要农作物秸秆产量潜力分析. *中国人口. 资源与环境*, 2007,17(5): 84~89.
- [16] 孟宪华,赵华. “禽北上、畜南下”提供农牧业生态发展新思路. 新华社 2009 年 4 月 5 日电.