

1990~2008 年福建省农业废弃物产生量估算

李艳春, 黄毅斌

(福建省农业科学院农业生态研究所/福建省山地草业工程技术研究中心, 福建 福州 350013)

摘要: 利用福建统计年鉴数据对福建省农业废弃物产生量进行估算。结果显示: 1990~2008 年, 福建省秸秆资源总量呈下降的趋势, 产生量为 805.09~1 077.41 万 t, 其中粮食作物(谷类)秸秆产量下降幅度最大, 稻秸产量下降了 30.42%, 麦秸下降了 95%, 经济作物(除甘蔗外)的秸秆产量呈上升趋势, 从 1990 年到 2005 年上升了 59.99%; 畜禽粪便资源总量呈上升的趋势, 产生量为 2 166.30~3 272.25 万 t, 其中肉猪粪尿产生量从 1990 年到 2005 年增长了 1.46 倍, 肉羊粪尿量增长了 2.04 倍, 牛的粪尿量下降了 32.43%。

关键词: 农作物秸秆; 畜禽粪便; 资源化利用

中图分类号: S 181

文献标识码: A

Quantity of Agricultural Wastes in Fujian from 1990 to 2008

LI Yan-chun, HUANG Yi-bin

(Agricultural Ecology Institute, Fujian Academy of Agricultural Science/Fujian Engineering and Technology Research Center for Hilly Prataculture, Fuzhou, Fujian 350013, China)

Abstract: Based on the data published in Fujian Statistical Yearbook, the amounts of various agricultural wastes produced in Fujian from 1990 to 2008 were obtained. The total waste of the crop straw was 8.05—10.77 million tons. It declined gradually from 1990 through 2008. The straw from the food crops (i. e., cereals) decreased most greatly; the rice straw by 30.42% and wheat straw by 95%. On the other hand, the straw from the cash crops (except sugarcane) increased by 59.99% from 1990 to 2005. The livestock manure increased gradually from 21.66 to 32.72 million tons over the years. Pig manure increased 1.46 times from 1990 to 2005. Sheep manure increased 1.46 times, but the cow manure declined by 32.43%, from 1990 to 2008.

Key words: crop straw; livestock manure; resource utilization

农业废弃物是指在整个农业生产过程中被丢弃的有机类物质, 主要包括农林生产过程中产生的植物残余类废弃物、牧渔业生产过程中产生的动物类残余废弃物、农业加工过程中产生的加工类残余废弃物和农村生活垃圾等^[1]。我国是一个农业大国, 农业废弃物产生量极其巨大, 其主要来自于种植业和养殖业。据估算, 每年我国农作物秸秆总产量为 6.5×10^8 t 左右, 其中稻草 2.3×10^8 t, 玉米秸秆 2.2×10^8 t, 豆类和秋杂粮作物秸秆 1.0×10^8 t, 花生、薯类藤蔓和甜菜叶等 1.0×10^8 t。中国常年燃烧的秸秆量为 $5 \times 10^7 \sim 7 \times 10^7$ t, 占秸秆产生总量的 10%~15%^[2]。农作物秸秆作为燃料只能利用其热能的 10% 左右, 大多数的能量、矿物盐类、脂肪和粗蛋白等物质均被浪费, 同时产生大量氮氧

化物、二氧化硫、碳氢化合物及烟尘, 直接污染大气。我国每年畜禽粪便产生量约为 17.3×10^8 t, 其中牛粪 10.7×10^8 t, 猪粪 2.7×10^8 t, 羊粪 3.4×10^8 t, 家禽粪 1.8×10^8 t。畜禽粪便中含有的氮磷分别是 1.60×10^7 t 和 3.63×10^6 t, 相当于中国同期使用化肥量的 78.9% 和 57.4%^[3]。由于受经济效益不高和技术普及不到位的限制, 许多养殖场并未对畜禽废物进行合理处理而直接外排, 造成资源浪费和环境污染。数以几十亿吨计的农业废弃物已经成为中国最大的污染源。

福建省位于我国东南沿海, 地跨中亚热带和南亚热带 2 个自然地理带, 形成物种资源的生物多样性, 农作物秸秆资源种类较多。据统计, 2000 年福建省主要农作物秸秆总量约为 954.10 万 t, 绝大

收稿日期: 2011-04-02 初稿; 2011-06-19 修改稿

作者简介: 李艳春 (1980—), 女, 硕士, 助理研究员, 研究方向: 生态农业 (E-mail: lyc7758@163.com)

通讯作者: 黄毅斌 (1964—), 男, 博士, 研究员, 研究方向: 生态农业 (E-mail: ecohyb@163.com)

基金项目: 福建省科技计划重大专项 (2005YZ1004); 福建省财政专项——福建省农业科学院科技创新团队建设项目 (STIF-Y01)

部分秸秆作为燃料和牲畜垫圈沤肥，或直接还田做低效肥料用^[4]。此外，随着农村产业结构的调整，福建省畜牧业发展迅速，但大量畜禽养殖产生的废弃物不能充分利用而被随意排放，使周围的生态环境遭到严重污染。根据福建省环保局对闽江流域畜禽养殖污染的调查测算，每天闽江流域畜禽养殖废水排放量 30.17 万 t，畜禽养殖废水 COD 排放量 760.35 t，氨氮排放量 76.57 t，分别是流域工业废水排放量的 5.7 倍、7.5 倍^[5]。大多数农业废弃物属可再生资源，通过科学处理可转变成成为饲料、肥料及能源。通过提高废弃物的资源化利用，不仅可以提高农民收入，改善农村环境，而且可以缓解目前的能源紧张状态，减轻工业污染，真正实现可持续发展。福建省农村农业废弃物资源量丰富，但目前资源总量不清，每年产生多少农村废弃物，这些废弃物如何分布，利用状况如何，对环境造成多大影响没有准确的数据和记录。因此，本文选取 1990、1995、2000、2005、2008 年作为代表年份，对福建省 1990~2008 年的农业废弃物（主要包括农作物秸秆和畜禽粪便）产生量进行估算，以期为农村废弃物资源化利用等方面的宏观决策提供依据。

1 方法和数据

1.1 农作物秸秆资源量的估算方法

秸秆，通常指农作物籽粒收获后的植株，是农村最主要的农作物副产品。农作物秸秆主要包括粮食作物（包括水稻、小麦、玉米、谷子、高粱、大豆、豌豆、蚕豆、红薯、土豆等）、油料作物（包括花生、油菜、胡麻、芝麻、向日葵等）、棉花、麻类（包括黄红麻、苕麻、大麻、亚麻等）和糖类作物（主要包括甘蔗和甜菜）等五大类^[6]。由于秸秆产量未列入国家有关部门的统计范围，其产量通常依据农作物的产量计算而得。计算公式如下：

$$CR=\sum_{i=1}^nQc_i\cdot r_i$$

式中，CR 为秸秆资源实物量，Qc_i 为第 i 类农作物的产量，r_i 为第 i 类农作物的草谷比。农作物产量数据源于福建省统计年鉴（1991~2009 年），草谷比选取参考文献资料^[7-8]。

由于香蕉和菠萝均为福建省比较大宗的水果，香蕉茎秆和菠萝叶片资源都非常丰富。因此，本研究中将香蕉和菠萝也列在农作物秸秆中，香蕉茎秆的产生量按 750 t·hm⁻²，茎秆干物质含量按 5% 估算，菠萝叶的产生量按 150 t·hm⁻²，叶片干物

质含量按 22% 估算^[8]。

1.2 畜禽粪尿资源量的估算方法

畜禽粪尿排泄量与动物种类、品种、性别、生长期等因素有关。各类畜禽粪便的年产生量由畜禽饲养量、饲养周期、排泄系数计算而得。福建省各类畜禽饲养周期、日产粪尿量^[10-11]参考表 1。为了便于统计分析，每年排放的各种畜禽粪尿资源量的估算值均折算为原料 TS=20%（TS 为原料的干物质含量）的粪便量，排泄系数见表 2^[12]。

畜禽粪尿排放量的计算公式：

年产粪量(t)=个体日产粪量(kg·d⁻¹·头⁻¹)×饲养期(d)×饲养数(头、只)×10⁻³

年产尿量(t)=个体日产尿量(kg·d⁻¹·头⁻¹)×饲养期(d)×饲养数(头、只)×10⁻³

表 1 福建省畜禽饲养周期、粪尿日排放量
Table 1 Breeding cycle and daily excrement production of livestock in Fujian province

| | 猪 | 牛 | 羊 | 家禽 | 兔 |
|------------------------|-----|-----|-----|------|------|
| 饲养周期(d) | 199 | 365 | 365 | 55 | 55 |
| 粪(kg·d ⁻¹) | 3.5 | 25 | 2.6 | 0.12 | 0.15 |
| 尿(kg·d ⁻¹) | 3.5 | 10 | 未计 | 未计 | 未计 |

表 2 各种粪尿的干物质与水分含量
Table 2 Dry matters and moisture content of livestock excrements (单位：%)

| 粪便种类 | 猪粪 | 牛粪 | 羊粪 | 鸡粪 | 兔粪 | 猪尿 | 牛尿 |
|------|----|----|----|----|----|------|------|
| 干物质 | 20 | 20 | 75 | 80 | 92 | 0.4 | 0.6 |
| 水分 | 80 | 80 | 25 | 20 | 8 | 99.6 | 99.4 |

2 结果与分析

2.1 农作物秸秆产生量及趋势

福建省内主要的农作物有谷类（包括稻谷、麦类、杂粮）、薯类（包括甘薯和马铃薯）、豆类（包括大豆和杂豆）、经济作物（包括油菜籽、芝麻、花生、麻类、烟叶、莲籽、甘蔗）（表 1）。1990~2008 年，福建省主要农作物秸秆的产生量在 805.09~1 077.41 万 t（表 3）。

1995 年以来，随着农村产业结构的调整，福建省农作物秸秆的产量呈下降趋势，由 1995 年的 1 077.41 万 t 下降到 2008 年的 805.09 万 t，下降了 25.28%。其中，粮食作物（谷类）秸秆产量下降幅度最大，稻秸产量下降了 30.42%，麦秸下降

了 95%；经济作物（除甘蔗外）的秸秆产生量呈上升的趋势，从 1990 年至 2005 年上升了 59.99%，2008 年比 2005 年略有下降；甘蔗秸秆产生量呈持续下降趋势，下降了 79.40%；薯类、豆类、香蕉和菠萝等水果的秸秆产生量变化不大，1990 年至 2008 年间有小幅波动。这主要是因为，近年来福建省大力发展畜禽养殖和经济作物，使种

植制度发生了较大的变化，饲料作物、经济作物的种植比例增加，传统农作物的种植面积下降，如 1990 年水稻的种植面积 151.19 万 hm²，到 2008 年减少到 86.12 万 hm²，农作物秸秆的产量随之下降。农牧业种植结构的调整是影响农作物秸秆产量的主要原因。

表 3 1990~2008 年福建省主要作物秸秆产生量

Table 3 Estimated total production of crop straw in Fujian, 1990—2008

(单位:万 t)

| 作物种类 | | | 秸秆:粮食 | 秸秆产生量 | | | | |
|------|-----|--------|-------|---------|---------|---------|--------|--------|
| | | | | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2008 |
| 粮食作物 | 谷类 | 稻谷 | 0.97 | 709.30 | 703.17 | 613.77 | 503.34 | 493.55 |
| | | 麦类 | 1.03 | 35.39 | 24.21 | 14.72 | 2.47 | 1.77 |
| | | 杂粮 | 1.6 | 8.82 | 23.34 | 22.75 | 16.35 | 23.78 |
| | 薯类 | 甘薯、马铃薯 | 0.61 | 59.39 | 85.30 | 101.17 | 69.39 | 66.83 |
| | 豆类 | 大豆、杂豆 | 1.71 | 19.10 | 31.40 | 47.14 | 28.66 | 29.51 |
| 经济作物 | 油菜籽 | | 3.00 | 4.55 | 5.38 | 5.52 | 5.40 | 3.78 |
| | 芝麻 | | 0.64 | 0.03 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.10 |
| | 花生 | | 1.52 | 24.40 | 32.45 | 36.21 | 38.71 | 36.40 |
| | 麻类 | | 1.70 | 0.31 | 0.29 | 0.13 | 0.06 | 0.06 |
| | 烟叶 | | 0.50 | 2.30 | 2.95 | 4.70 | 5.83 | 6.96 |
| | 莲籽 | | 1.50 | 0.25 | 0.61 | 0.70 | 0.85 | 0.92 |
| | 甘蔗 | | 0.25 | 86.07 | 62.15 | 20.68 | 23.33 | 17.73 |
| | 水果 | 香蕉 | | 43.77 | 89.39 | 123.81 | 111.72 | 110.00 |
| 菠萝 | | | 17.61 | 16.71 | 11.91 | 13.30 | 13.70 | |
| 合计 | | | | 1011.29 | 1077.41 | 1003.28 | 819.50 | 805.09 |

2.2 畜禽粪尿产生量及趋势

1990~2008 年，福建省养殖的畜禽种类主要有肉猪、肉牛、奶牛、肉羊、家禽和家兔，产生的粪尿量在 2 166.30~3 272.25 万 t（表 4）。

表 4 1990~2008 年畜禽粪尿产生量概算

Table 4 Estimated total production of livestock excrement in Fujian, 1990—2008

(单位:万 t)

| 畜禽种类 | 粪尿产生量 | | | | |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2008 |
| 肉猪 | 544.52 | 711.03 | 1108.85 | 1336.97 | 1307.28 |
| 肉牛 | 62.70 | 178.13 | 196.79 | 199.47 | 196.51 |
| 奶牛 | 1196.14 | 1178.14 | 1029.09 | 698.41 | 654.08 |
| 肉羊 | 140.96 | 267.83 | 348.05 | 380.79 | 429.11 |
| 家禽 | 207.49 | 412.60 | 544.73 | 505.31 | 525.83 |
| 家兔 | 14.48 | 29.16 | 44.74 | 59.17 | 58.16 |
| 总量 | 2166.30 | 2776.89 | 3272.25 | 3180.11 | 3170.97 |

1990~2000 年福建省畜禽粪尿资源总量呈上升的趋势，从 1990 年的 2 166.30 万 t 上升至 2000 年的 3 272.25 万 t，2000 年至 2008 年间畜禽粪便资源总量变化不大，保持在 3 170.97~3 272.25 万 t。对各类畜禽粪尿量进行年度变化分析，结果显示肉猪、肉羊和家禽的粪尿量总体上都呈上升的趋势，肉猪粪尿量从 1990 年的 544.52 万 t 持续上升到 2005 年的 1 336.97 万 t，增长了 1.46 倍，2008 年较 2005 年有所下降；肉羊的粪尿量增长了 2.04 倍；家禽的粪便量从 1990 年到 2000 年增长了 1.63 倍，之后一直保持在 500 多万 t。而牛（包括肉牛和奶牛）的粪尿量呈下降的趋势，从 1990 年到 2008 年下降了 32.43%；家兔的粪尿量变化不大，保持在 14.48 万~59.17 万 t。这主要是因为近 20 多年来，随着人民生活水平的提高和农村产业结构的调整，福建省畜禽养殖业迅猛发展，养殖规模不断扩大，畜禽养殖数量持续增加。

可见,福建省农业废弃物资源总量巨大,其利用的潜力相当可观。目前,植物纤维废弃物的资源化利用主要采用废物还田、加工饲料、固化、炭化、气化、制复合材料、制造化学品等技术;畜禽粪便的资源化利用则主要采用肥料化技术、饲料化技术和燃料化技术等^[13]。但由于资源化利用技术落后、产业化水平滞后等各种因素的制约,这部分资源没有得到有效的利用,绝大部分被闲置或废弃。如果这些资源能得到综合开发,不但可扩大原料的来源,提高自然资源的附加值,而且还可全面消除废物的直接污染和大量施用化肥的污染,保护农业生态环境,同时还可强化生态系统中还原者的作用,以较低的物质能耗,取得最佳的生态效益、经济效益和社会效益。

3 结 论

1990~2008年,福建省秸秆资源总量呈下降的趋势,产生量在805.09~1 077.41万t。其中,粮食作物(谷类)秸秆产量下降幅度最大,稻秸产量下降了30.42%,麦秸下降了95%;经济作物(除甘蔗外)的秸秆产生量呈上升趋势,从1990年到2005年上升了59.99%。畜禽粪便资源总量呈上升的趋势,其产生量在2 166.30~3 272.25万t。肉猪粪尿产生量从1990年到2005年增长了1.46倍;肉羊粪尿量增长了2.04倍;牛的粪尿量下降了32.43%。

农业废弃物是一个大的环境污染源,也是一个大的生物质资源库,具有“双重性”。通过合理的加工利用可以减少农业废弃物对环境的危害,尽量

降低废弃物资源化成本,提高废弃物资源化和无害化处理效率,将促进农业的可持续发展。

参考文献:

- [1] 孙永明,李国学,张夫道,等. 中国农业废弃物资源化现状与发展战略 [J]. 农业工程学报, 2005, 21 (8): 169—173.
- [2] 孙振钧,袁振宏,张夫道,等. 农业废弃物资源化与农村生物质资源战略研究报告 [R]. 国家中长期科学和技术发展战略研究, 2004.
- [3] 李国学,张福锁. 固体废物堆肥化与有机复混肥生产 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2000.
- [4] 汤葆莎,余德亿,黄玉清. 福建省农作物秸秆资源及其利用 [J]. 江西农业大学学报, 2003, 25: 6—9.
- [5] 黄惠珠,叶夏,肖弘建. 福建省畜禽养殖业污染现状与治理对策 [J]. 能源与环境, 2007, (1): 23—24.
- [6] 钟华平,岳燕珍,樊江文. 中国作物秸秆资源及其利用 [J]. 资源科学, 2003, 25 (4): 62—67.
- [7] 韩鲁佳,闫巧娟,刘向阳,等. 中国农作物秸秆资源及其利用现状 [J]. 农业工程学, 2002, 18 (3): 87—91.
- [8] 《非常规饲料资源的开发与利用》研究组. 非常规饲料资源的开发与利用 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1996: 14—18.
- [9] 欧忠庆,张劲,邓干然,等. 香蕉茎秆渣和菠萝叶渣沼气利用效果及经济效益浅析 [J]. 中国热带农业, 2007, (2): 62—63.
- [10] 彭里,王定勇. 重庆市畜禽粪便年排放量的估算研究 [J]. 农业工程学报, 2004, 20 (1): 288—292.
- [11] 李鹏,李玉浸,杨殿林,等. 天津市畜禽粪便年排放量的估算 [J]. 畜牧与兽医, 2009, 41 (2): 32—34.
- [12] 张无敌,刘士清,周斌,等. 我国农村有机废弃物资源及沼气潜力 [J]. 自然资源, 1997, (1): 67—80.
- [13] 李建政,汪群慧. 废物资源化与生物能源 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.

(责任编辑: 柯文辉)