

# 浅议西藏畜禽废弃物资源化利用途径

刘国一, 普布贵吉, 谢永春, 张华国

(西藏自治区农牧科学院 农业资源与环境研究所, 西藏 拉萨 850032)

**摘要:** 畜禽废弃物的利用处理是养殖过程中的难点, 2021年的中央一号文件提出要“加强畜禽粪污资源化利用率”。根据西藏畜禽粪污产生量和土壤养分情况, 提出肥料化利用是提高畜禽粪污资源化利用率的有效途径, 高温好氧堆肥是畜禽粪污肥料化的主要方法。实施过程中需根据西藏实际情况, 加强政府指导, 完善发酵技术, 充分发挥高温堆肥技术的作用。

**关键词:** 畜禽废弃物; 有机肥; 高温发酵

中图分类号: S851.2+4

文献标志码: A

## Discussion on Resource Utilization Approach of Livestock and Poultry Waste in Tibet

LIU Guoyi, Pubuguiji, XIE Yongchun, ZHANG Huaguo

(Institute of Agricultural Resources and Environment, Tibet Academy of Agriculture and Animal Husbandry Sciences, Tibet Lhasa 850032, China)

**Abstract:** The utilization and treatment of livestock and poultry waste is a difficult point in the breeding process. The No. 1 Central Document in 2021 proposes to "strengthen the utilization of livestock and poultry manure resources." Therefore, according to the amount of livestock and poultry manure produced in Tibet and soil nutrients, it is proposed that fertilizer utilization is an effective way to improve the utilization rate of livestock manure resources, and high-temperature aerobic composting is the main method of livestock manure fertilizer. However, it is necessary to strengthen government guidance, improve fermentation technology, and give full play to the role of high-temperature composting technology in accordance with the actual situation in Tibet.

**Key Words:** Livestock and poultry waste; Organic fertilizer; High-temperature fermentation

畜禽废弃物主要指养殖畜禽产生的排泄物、饲料残渣等有机物, 含有丰富的有机质和氮、磷等元素。畜禽废弃物是一把双刃剑, 如果不加处理随意排放, 则是重要的农业污染源。根据《第二次全国污染源普查公报》, 畜禽养殖排放的化学需氧量(COD)占农业源的比例达到56%, 与过量化肥施用一样, 是造成水体富营养化的主要因素, 亦是农村苍蝇繁殖、恶臭产生的主要源头, 是美好乡村建设的主要障碍。如果对畜禽废弃物加以收集、处理, 实现其资源化利用, 则能变废为宝, 产生优质有机肥, 培肥土壤。为了减少畜禽废弃物的污染, 加

强其资源化利用率, 国务院办公厅2017年48号文件提出“要加快畜禽养殖废弃物资源化利用, 综合利用率达到75%以上”。

2021年的中央一号文件, 即《中共中央国务院关于全面推进乡村振兴加快农业农村现代化的意见》中又指出:“推进农业绿色发展……加强畜禽粪污资源化利用”。

西藏是我国的主要牧区, 畜牧业特别是牛羊养殖一直是西藏国民经济的支柱产业。近年来, 随着城镇居民生活水平的提高, 人们对肉、奶、蛋等畜禽产品的需求快速增加。养殖业的快速发展为农民增收和城乡居民生活改善做出了重要贡献, 但是养殖废弃物资源化利用水平过低带来的可持续发展问题也同样突出, 其排放的总氮和总磷占农业污染源总氮磷排放的90%以上<sup>[1]</sup>, 是首位的农业污染源。与此同时, 养殖废弃物得不到有效的收集还

收稿日期: 2021-08-10

基金项目: 西藏科技厅重点研发项目(西藏规模养殖场畜禽废弃物资源化利用研究及应用, XZ201901NB05)。

作者简介: 刘国一(1979-), 男, 硕士, 主要从事畜禽废弃物处理及作物栽培等研究, E-mail: guoyiliu@qq.com。

田,西藏耕地长期缺乏有机物料的投入,土壤肥力下降、可耕性变差,有机质含量降低,有机—无机复合团聚体减少,微生物活动减弱,土壤容重增加,土壤理化性状变差,速效养分降低、呈现出易板结、适耕性下降等特征,西藏耕地地力退化趋势日趋严重。在调查中发现,西藏中西部地区优质有机肥的施用量不足 500 kg/667 m<sup>2</sup>,远低于 1 000~1 500 kg/667 m<sup>2</sup> 的标准用量。西藏土壤有机质含量平均值为 24.51 g/kg,地力属于中下等水平,中西部地区有机质处于下等水平。因此,需要探讨西藏畜禽废弃物资源化利用方式,提高畜禽废弃物资源化利用率,改善土壤养分条件,增加耕地地力。

周芳等<sup>[2]</sup>利用排污系数法根据西藏的牲畜存栏量估算了粪污产生量和生化需氧量、总氮、总磷等主要污染物的产生量,并对粪污产生的污染情况进行了分析,但没有提及粪污的处理方法。王艳华<sup>[3]</sup>对西藏拉萨市养殖废弃物资源化利用现状进行了分析,并提出了资源化利用的建议,主要有加强政府指导、资金投入、科技支撑等措施。但是,这些研究只是从宏观上阐述了畜禽废弃物的处理利用原则,缺乏具体的处理利用方法,难以对实际生产形成指导。

1 西藏畜禽粪污产生量

根据 2020 年西藏统计年鉴得出西藏牲畜近 5 年存栏量,如图 1 所示。

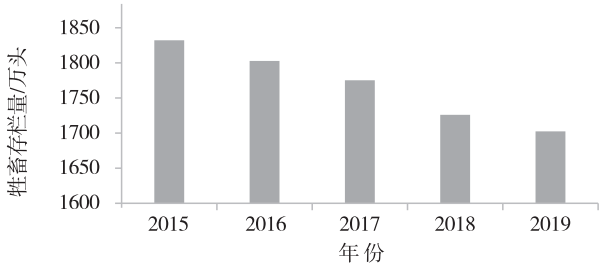


图1 西藏近5年牲畜存栏量

然后根据存栏牲畜种类,以及各类牲畜的排泄量,计算畜禽粪污量。

$$Q = \sum_{i=1}^3 N_i \times T_i \times P_i$$

N 为牛、羊、猪的饲养量,万头;Ti 为饲养周期,按 1 年计算;Pi 为日排泄系数。

不同动物日排泄系数如表 1 所示<sup>[4]</sup>。

表1 不同动物日排泄系数

项目	牛	猪	羊
粪	20	2	2.6
尿	10	3.3	0.5

根据以上数据计算出 2015—2019 年西藏主要畜禽粪便排放量,如表 2 所示。

表2 西藏近5年主要畜禽粪便排放量

吨

年份	牛		羊		猪		合计 (T)
	粪	尿	粪	尿	粪	尿	
2015	4312.8	2156.4	1082.0	208.1	28.8	47.5	7835.6
2016	4279.2	2139.6	1058.0	203.5	30.3	50.1	7760.6
2017	4266.9	2133.4	1034.5	198.9	30.4	50.2	7714.4
2018	4368.5	2184.2	979.1	188.3	28.7	47.4	7796.3
2019	4477.6	2238.8	951.9	183.1	22.4	37.0	7910.8

从趋势上看,2015—2019 年牲畜存栏量呈下降趋势(图 1),但是 2019 年的畜禽粪便排放量增加,主要是养殖牲畜的结构发生了变化。2015 年牛的数量为 599 万头,占比 33.3%,2019 年牛的养殖数量为 622 万头,占比 38%,由于牛的粪便排放量较大,所以 2019 年畜禽粪便较高。近 5 年西藏主要牲畜粪便排放量在 7 714.4~7 910.8 吨之间,如果按照 1/3 的化肥替代量计算则可以替代 2 571.5~

2 636.9 吨化肥,当然这是理论计算值,在生产中要尽可能实现畜禽废弃物肥料化,减少化肥用量。

2 西藏畜禽粪便通常利用方式

燃料化是西藏牛羊粪便的传统利用方式,由于西藏缺乏煤、天然气等石化能源,藏中和藏西地区干旱寒冷的气候环境不利于树木生长,薪柴也比较缺乏,所以牛粪就成了取暖御寒、炊事餐饮的主要

能源。但是,燃烧牛羊粪打破了固有的物质循环,有机物质不能还田,损失了土壤养分;同时农民在室内燃烧牛粪,易导致空气污染,是主要的污染暴露源<sup>[4-5]</sup>。目前,随着交通便捷,物流发达,西藏大部分居民都可以采购煤炭或使用天然气,牛粪作为燃料的比例呈下降趋势,特别是年轻人不太愿意使用牛粪做燃料。对于养殖场产生的畜禽粪污,在有沼气设备的情况下进行沼气发酵,产生沼气,且以大型奶牛饲养场为主,目前拉萨有新希望1家,日喀则有2家、林芝有3家。但是,沼气生产设备投资大,平均投资需要200~300万,同时需要有充足的废弃物资源,只有一些有实力的大型企业或者国家投资的养殖场才有沼气处理配套设施。

肥料化则较为普遍,农村常将牛羊粪便与火炉燃烧后的余灰,以及厕所的人粪尿混合制成土渣肥施用于地里。养殖场一般都将养殖粪便进行收集,堆放后还田作为有机肥料,有些实现种养业无缝连接,完成养殖废弃物就地消纳。例如曲水县的玉珠奶牛饲养场,人工收集牛粪,堆放后翌年春天运输到地里,做肥料使用,种植青贮玉米,实现产草量4 000 kg/667 m<sup>2</sup>。

畜禽废弃物的肥料化一直受到推崇,《农业圣典》<sup>[6]</sup>一书系统研究了中国和印度的农业实践,提出了土壤健康的概念,指出东方农田经过4千多年的种植土壤肥力仍没有退化的关键就是使用动物粪便、秸秆残渣还田和种植绿肥、轮作倒茬的方法。在青藏高原干旱寒冷的条件下,生物生长困难,有机凋零物较少,此时畜禽粪便就显得更为重要。在草地生态系统中,草的养分供应主要依靠牛羊粪便的返还,占比达到80%<sup>[7]</sup>。但是在农业生态系统中,牛羊粪便如果直接还田也会产生一些问题,粪便中含有大量的氮,还田后在适宜的温度和湿度条件下,粪便就会在微生物作用下自行发酵,发酵会增加地温、产生大量的氨气,如果控制不当则容易造

成烧苗,使作物死亡。畜禽粪便直接还田,还容易滋生杂草,特别是羊粪杂草种子含量较大可达20~60株/dm<sup>3</sup>。畜禽粪便还是很多作物病害的载体,比如感染青稞黑穗病的植株作为牲畜饲料,黑穗病的孢子就会混在粪便中,还田后孢子可以在土壤中继续生存,感染新的植株。因此,对于畜禽粪便肥料化的最佳利用方法是采用有氧堆肥发酵技术,通过高温发酵处理,消除粪便中的杂草、病原微生物,并将难以降解的有机物分解成作物能吸收的小分子有机物,将发酵好的肥料再还田利用。

### 3 畜禽粪污堆肥化利用方法

畜禽粪污肥料化利用,是粪污资源化高效利用途经,研究表明仅将羊、牛、鸡的粪便转化为肥料就可节省将近1/3的化肥。粪污肥料化主要有厌氧和好养两种处理方式,农村的传统静态堆肥和工厂沼气发酵属于厌氧发酵,厌氧堆肥发酵是低温发酵周期长,有机物分解不彻底,杂草种子及病原微生物不能消除,所以高效的堆肥方式为耗氧堆肥发酵,耗氧堆肥发酵主要是在充分通风曝气的情况下,利用芽孢杆菌、嗜热菌等微生物将牲畜粪便中的有机质进行转化降解,在降解过程中堆垛温度可以升温到50~80℃,并持续15~30 d,该过程能够彻底杀死病原微生物和杂草种子,并分解有毒有害物质,腐熟原料,充分腐熟的原料不会对农作物形成伤害,还可以作为商品有机肥原料。

2021年5月,笔者在西藏农牧科学院5号试验地开展了堆肥试验,第2 d温度开始上升,第4 d温度就升到50℃以上,到第8 d上升到峰值73.5℃,温度在70℃以上持续了15 d,然后温度开始下降,升温情况如图2所示。

高温腐熟的原料没有异味,只能闻到轻微的泥土味道,经过杂草发芽试验为0株/dm<sup>3</sup>,说明杂草种

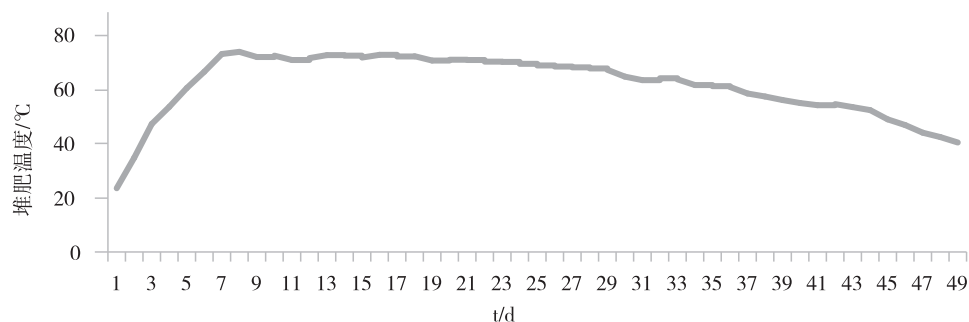


图2 堆肥温度变化图



子已被完全杀死,毒性试验时种子的发芽率为96%,与对照没有差异。

高温堆肥化技术还可以有效地降解粪便中的抗生素,在畜禽养殖过程中,为了减少动物疾病,大量抗生素被使用,其中约有37%~60%没有被动物吸收随着粪便直接排除体外,这部分抗生素被带入土壤将会造成2次污染,通过高温堆肥技术则可以有效对抗生素进行降解,余佩瑶等<sup>[8]</sup>研究发现高温堆肥对于四环素、磺胺二甲嘧啶类抗生素除去率达80%。

## 4 好氧堆肥处理畜禽废弃物的建议

高温堆肥发酵技术在西藏农村尚未普及,近几年来随着国家对农村环境以及畜禽废弃物处理的关注,开始在一些区县引导农民进行集中粪污发酵处理,建立了一些发酵池。但是,由于技术的原因,大部分发酵池尚处于空置状态,这种情况更需要加强政府的指导工作,增加投资和技术支持,除了发酵池的建设外还需要配套小型粪污收集车、铲车等基础工具,每个点要有专业的技术人员进行指导,或者培养当地的农民科技特派员,掌握好氧堆肥发酵技术,以政府补贴、固化技术、示范应用的模式推广高温堆肥发酵技术。

目前堆肥技术相对成熟,但是西藏具有特殊的地理环境,主要表现为紫外线强,昼夜温差大,较高时可以达到20℃的温差,如果在冬季发酵环境温度较低,微生物难以启动,堆体升温困难,需要根据高原气候及养殖场主要废弃物组成特点筛选低温高效发酵菌株,研究复合菌剂配方和发酵原料最适组分配比,实现西藏低温条件下畜禽粪便的高效分解,形成高寒区畜禽废弃物堆肥发酵技术体系;还可以充分利用西藏丰富的太阳能,开发太阳能堆肥系统,目前西藏农牧科学院农业资源与环境研究所开发了太阳能增温、保温堆肥发酵系统,利用菲涅尔镜片和阳光追踪系统高效聚集太阳能,通过介质将热能引入水箱中,加热水体,控制水循环实现发酵槽的增温和保温功能,提高发酵效率。

好氧堆肥发酵一般是在发酵槽内进行,底部安有曝气管道,通过鼓风系统进行强制间接性曝气,达到给堆体供氧的目的。在堆肥前需要对原料的配比进行调节,一般碳氮比为25~30,含水量为60%~70%,并适当添加菌渣、秸秆粉末等物料提高堆体的透气性。在发酵过程中,微生物将物料中的氮进行分解,由于氨气以及物料本身的原因会产生

大量的臭气,最好在发酵槽上覆盖分子膜,分子膜能够让小分子自由通过,水蒸气可以透过分子膜向外扩散,而氨气、硫化氢大分子气体无法通过,避免了发酵槽内水气聚集以及臭气扩散的问题,同时还有防雨保温作用,因此在好氧堆肥发酵过程中采用分子膜覆盖是当前的主要发酵方式。

## 5 小 结

畜禽废弃物含有大量的有机质和氮、磷、钾等微量元素,以往西藏大部分牛羊粪便被当做燃料使用,还田量很少,导致西藏土壤质量等级仅为8.3级,低于全国平均水平。近年来,随着城郊天然气和煤的使用,农户逐渐减少用牛羊粪做燃料,更多的畜禽粪便得以积累还田。在畜禽粪便肥料化的同时需要对粪便进行处理,做好粪便的无害化工作。高温堆肥发酵是粪便无害化处理的有效方法,可以高效转化有机物质、杀灭杂草和分解其他一些有害物质,提高粪便的利用效率。但是,在西藏要对畜禽粪便进行高温好氧发酵,还需要政策支持、完善发酵技术、提高农技人员对好氧发酵工艺的认识,使堆肥发酵技术更好地服务于西藏农业。

### 参考文献:

- [1] 周 芳,金书秦,张 惠. 西藏农业面源 TN、TP 排放的空间差异与分布特征[J]. 中国农业资源与区划,2019,40(1): 35-41.
- [2] 周 芳,琼 达,金书秦. 西藏畜禽养殖污染现状与环境风险预测[J]. 干旱区资源与环境,2021,35(9):82-88.
- [3] 王艳华. 拉萨市畜禽养殖废弃物资源化利用现状及对策建议[J]. 西藏科技,2020(4):33-34.
- [4] 仇焕广,廖绍攀,井 月,等. 我国畜禽粪便污染的区域差异与发展趋势分析[J]. 环境科学,2013,34(7):2766-2774.
- [5] 赵国栋. 知识与实践:西藏高原牧区牛粪文化研究[J]. 原生态民族化学刊,2021,13(1):27-36+154.
- [6] [英]霍华德. 农业圣典[M]. 北京:中国农业出版社,2013.
- [7] 鱼小军. 牦牛粪维系青藏高原高寒草地健康的作用机制[D]. 兰州:甘肃农业大学,2010.
- [8] 余佩瑶,刘寒冰,邓艳玲,等. 畜禽粪便中抗生素污染特征及堆肥化去除研究进展[J]. 环境化学,2019,38(2):334-343.