

亚太地区城市区域中的农业废物的处理利用与处置综述

王宝贞 孙 喆

(哈尔滨建筑工程学院)

作者通过实地考察及资料的调查,阐述了城市区域中农业废物的特点及其处理、处置的必要性。通过举例,提出了城市区域中农业废物的处理、处置对策,为解决近代城市的环境问题提出了合理建议。

在亚洲,近20年来农产品工业有显著增长。印尼、马来西亚、菲律宾、泰国等国由于农产品工业(诸如蔗糖、橡胶、棕榈油、淀粉、木薯淀粉等)发展迅速,因而面临严重的环境污染问题。

香港和新加坡在该地区是例外的,这是因为土地面积有限以及高度的城市化,限制了农业的发展。他们把可利用的土地集中用于生产蔬菜和畜禽上。1977年香港新界地区的养猪头数为40万头,家禽500万只。1979年新加坡年产125万头猪,3200万只家禽,5亿鸡蛋和1200万只仔鸡。

在非常有限的土地上饲养如此大量的禽畜,由此产生的废物必然成为环境污染的主要贡献者。对香港污染的调查研究表明,在排入淡水水体的52000公斤/日BOD₅中,农业废物就占86%。对新界河流污染的调查发现,农业废物对河流形成的BOD负荷,其当量人口数大于当地居民数,并且主要由养猪的液体废物(80%)和养禽的固体废物(20%)所组成。在新加坡,家禽废物处置问题非常严重,以致该岛于1975年专门划出1025公顷土地用于养猪业并把养猪农户从饮用水源的重要集水区迁入指定区域。此处土地经清理并划成面积0.2万至10万m²的地块后分配给个体农户,用于饲养一定头数的猪。

畜禽饲养场的大小从废物的产生和管理

角度看是很重要的。小规模的经营很难控制,因此管理当局一般倾向于搞大的饲养场。畜禽废物的性质受到动物品种、平均大小和年龄、饮水量、气象和农场小环境等的影响。大的饲养场一般采用比较科学的饲养方法,并且在设计饲料田和畜禽饲养时,把废物处理与产品质量结合起来。在新加坡的特定开发区,据1979年统计,80%的养猪场的养猪头数超过500;而在香港则多数是小型的农户饲养(头数小于100),一般采用传统饲养方法,很少考虑废物处理。

畜禽废物中的水分多少直接关系到装卸、运输和处理,并受畜禽舍清除方法的影响。Loehr认为,在畜禽废物中总固体约仅占17~30%,这就需要将废物作浆状物质来处理。当用水冲洗畜禽舍、圈时,将产生液态废物(<12%),而当畜禽废物是部分干燥(>30%)时,则可作固态物处理。香港的养猪场大部分用水龙管冲洗,因此产生液态废物,而禽粪则是采用干式收集(25%TS)。处理养猪废物的另一个潜在问题是,由于为促进猪快速生长把铜锌掺入饲料而使废物中含有较高浓度的铜和锌,因为它们只有5~10%被动物吸收。

在英国,通行的政策是把畜禽粪便用于土地上,使其中的营养物质又重新被作物利用。这需要在农场中有长期贮存的场所。尽

量减少浆状废物的稀释倍数,可降低所需的贮存容积、水力负荷以及运输和施用的费用。为获得作物高产和防止地下、地表水污染,要按一定施加率施用,但仍存在臭味问题。最佳施加率取决于作物和土壤类型。在香港和新加坡,由于用于废物处置的农田很少,所以利用土地处置这种废物受到了限制。

显然在畜禽废物最后处理之前宜于减少其含水率。特别是在许多小农户造成环境污染的情况下,就地处理难以办到,而场外处置运输费较高,所以只有在最大限度地增加浆状废物的固体含量,才能使运输、处理费用降至最小。为此小农户必须改进用水龙带冲洗猪舍的做法,应当鼓励他们把干的粪便运送到公共收集点上,以便主管当局负责处置。如果废物收集部门乐于负责对其废物运进最后处置,对大的生产者最好也采用类似的方法。

如果浆状废物的土地处置由于农田少而受到限制,那么干燥的动物废物与城市垃圾一起进行土地堆填,仍然是一种可行的方法。场地特许证往往允许城市污水的污泥与干燥的动物废物在公共卫生堆填场一起处置。现在在欧洲和北美对从堆填场中回收可燃气体颇感兴趣,而且由于在动物废物中含有易降解的有机物而使气体的利用得以增强。

在大型饲养场或者接收许多小饲养场的畜禽废物的集中收集站,对猪禽粪便进行干化处理可制成更有市场价值的产品。

干燥的动物粪便的另一种市场是可作为家禽饲料的成分。家禽的废物干燥至含水率低于15%时,已被用作羊、牛、奶牛、仔鸡和蛋鸡等的饲料。马丁等人(1983)的研究证明,干燥的家禽废物大都可与动物的饲料相匹比,只是当用作蛋鸡的饲料时是个例外,此时可以把它作为一种矿物质和氨基酸的来源。在美国,当把干燥的动物粪便以最佳比例($<20\%$)掺入饲料中时,估计其总的经

济价值要超过作为肥料时的经济价值。关于干燥的猪粪作为动物饲料价值的可利用资料很少,不过有些报道说饲养效果和体重增加可能降低。另外因其含水率较高使其干燥的费用比家禽废物大。

猪、禽废物自古以来在亚洲就被用作鱼塘的饲料,但是关于这种塘的工程设计发表的资料很少。在香港养鱼塘农户利用湿的禽粪作为鲤鱼的营养源,他们还将少量的禽粪投入浅塘中以繁殖摇蚊幼虫,用以作为热带鱼的饲料。利用鱼塘作为动物废物的处理系统,其问题在于所需的土地面积可能如同土地处置所需的那样大。最近亚洲工学院为小农户编写了一本小册子,简要地介绍了猪、禽粪便在鱼塘中的应用,对于大型养鱼场宜于采用曝气塘系统。这种系统在新加坡于1975年由联合国开发署资助的“动物废物管理和利用”项目中已付诸实践,美国国家研究院报道了泰国的一个小型综合利用农场。该农场占地仅0.4公顷,其中有一猪舍建在1.25m深和0.2公顷水面的鱼塘和0.2公顷杂田之上,其中养猪30头。在猪舍之上又建笼养了60只蛋鸡,鸡粪作为猪的补充饲料,而猪粪既作为鱼塘的肥料又作为菜田的肥料。在塘中养了约5000条鱼和一些鸭,在菜田中种植了玉米、大豆和蔬菜。田塘定期互换,以将塘的高营养污泥用作植物肥料。

动物废物与其它材料一起进行好氧堆肥在农场内外都是适宜的。中国已应用简单的技术,即将动物粪便、人粪尿、垃圾和土壤各按25%的比例混合在一起并用土覆盖,在地面或坑中进行堆肥。从大型养殖场或集中收集站得到的大量畜禽废弃物将需要应用更系统的堆肥技术——类似城市垃圾的堆肥技术。转鼓式设备在许多地方被用于城市垃圾和污泥堆肥上。美国农业部在马里兰州开发了一种方法,其中将木片与污泥混合,并通空气21天之久,然后将木片分离出去,使堆

肥熟化30天后再销售,主要用于公园、花园和风景区而不是农业。

自1980年以来,对农业废弃物采用甲烷消化的处理方法,在欧洲有明显增加的趋势。在饲养场中的沼气装置是加热的,其容积一般为100~300m³,但是1000m³或更大的也不少见。在欧洲共有546座沼气装置。

在亚洲,特别是印度和中国,采用了简易的沼气装置。猪的废弃物通常稀释至10% TS,需要10~12天的水力停留时间,对于每0.4~1头肉猪需要1m³的消化池,相当于0.5~2公斤TVS/m³天的负荷率。在这种条件下,气体产生量约为0.15m³/日m³池容积,但是对于在控制条件工作的大型高负荷消化池,则每1m³的有效容积可产生2m³/日的沼气。小的饲养农户可从沼气装置的投资中通过利用气体照明和做饭而受益。但是最后残渣的处置是个问题。如果气体和残渣有市场保证时,则饲养场规模越大,厌氧消化的经济效益越好。消化池的残渣是一种较好的肥料,但是也可能用作动物饲料。

猪的废物已在厌氧生物处理系统中处理,但这种方法较昂贵,因此只有在其它方法均不可行或污染控制要求严格时才认为是合理的。目前,较成功应用的是在猪圈下设置氧化沟作为一种控制空气和水污染的措施,但该法需要熟练的维护,另外氧化沟出水必须经沉淀后再排放,并且对污泥也要加以处置。实际上由猪废物处理产生的混合液悬浮固体可以认为是细菌的单细胞蛋白,因为它们几乎含有50%的粗蛋白质,可用作动物饲料。

动物废物经厌氧处理后,可接着进行好氧生物处理,如氧化沟、生物转盘、曝气塘或稳定塘。新加坡的一项工程包括在具有最高藻产率的浅的高负荷氧化塘中通过处理猪废物而产生藻类单细胞蛋白。经离心分离获

得的藻类产品会有近50%的蛋白,可用于喂猪和家禽。该项工程还研究了从动物废物和农产品工业废物的混合物中生产真菌单细胞蛋白。处理动物废物的稳定塘的富含藻类的出水,可引入养鱼塘使之转化为鱼蛋白。

亚洲有不少综合利用型农场并且经营得颇为成功。例如,菲律宾的玛雅农场,在1981年拥有土地36公顷,养猪25000头、牛70头、鸭1万只。有10个沼气装置接受动物粪便和其它废物,每天产生沼气2000m³和饲料4吨。另有两个生物装置正在建造中,它们用于处理17000头猪的废物。在1981~1984年期间计划增30000头猪、60000只鸭和500只山羊。

中国广东省顺德县的桑基鱼塘和蔗基鱼塘也是成功的综合农业的实例。此地农民在鱼塘周围种植桑树并用桑叶养蚕,养蚕房间用气加温。蚕砂投塘养鱼(25%)和产生沼气(75%)。蔗糖种植和加工产生的残叶、残屑投塘饲养草鱼,而晒干的甘蔗渣用以烧饭。鱼塘污泥和沼气残渣与化学肥料混合用以对甘蔗、香蕉、桑树和纳比而草施肥。鱼塘的鱼产量平均为4450公斤/公顷·年。纳比尔草是一种能源作物,供给沼气消化池和喂猪,猪主要吃水葫芦、进口草和厨房废物,而其粪便以及割下的纳比尔草和香蕉废物投入家庭的和村镇的沼气池中。

(上接第18页)

3.48×10^{-9} 克。残留在春甘蓝上的辛硫磷按一级反应动力学对数模型 $T = A + B \ln C$ 消解,且消解速度很快,半衰期只有2.01小时;但在甘蓝整个生长期按推荐浓度(250~500ppm)施药1~3次,施药后间距15.20天采收的甘蓝结球部分均有检出,范围为6.17~45.18mg/kg。