

畜禽粪便生产有机肥的新技术应用

赵明梅, 汪国刚, 郎咸明² (1. 辽宁北方环保集团, 辽宁沈阳110031; 2. 辽宁省环境科学研究院, 辽宁沈阳110031)

摘要 在分析目前畜禽粪便的污染状况和处理方法的基础上, 重点阐述辽宁北方环保集团研发的一套现代化大型好氧堆肥产业技术, 以及推广应用取得的环境、经济和社会效益, 最后对未来工作进行了展望。

关键词 畜禽粪便; 新技术; 有机肥; 应用

中图分类号 S145 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)01-00239-02

New Techniques Application in Organic Fertilizer Production by Animal Manure

ZHAO Ming mei et al (Liaoning Beifang Environmental Protection Group, Shenyang, Liaoning 110031)

Abstract The study aimed to introduce a set of techniques for large-size aerobic composting developed by Liaoning Beifang Environmental Protection Group on the basis of analysis of the present pollution situation of animal manure and treatment methods. The essay predicts the environmental, economic and social benefit obtained after broad application and forecast its prospects in the future.

Key words Animal manure; New technique; Organic fertilizer; Application

畜牧养殖业作为大农业的重要组成部分, 已经形成了产业化、规模化、区域化的格局, 在新农村建设中发挥重要作用。与此同时, 畜禽养殖业的大规模发展, 带来了畜禽粪便产量的迅速增长, 成为我国面源污染的主要原因之一。据2007年11月在北京召开的“全国农业环境科学峰会暨农业环境协作网成立大会”, 全国畜禽粪便年排放量超过40亿t, 是工业有机污染物的4.1倍, 且大多未经处理直接排放, 对环境健康造成极大威胁。辽宁省作为养殖大省, 据2005年调查结果显示, 全省养殖猪、牛、鸡总户数达487万户, 其中养猪规模大于500头/年的有1292户, 养牛规模大于100头/年的有1519户, 养鸡规模大于10000羽/年的有10774户。全省畜禽年产粪便7200多万t, 产尿4510万t, 畜禽粪便产生量是同期城市垃圾清运量的10倍左右, 畜禽粪便造成的污染在辽宁省部分地区已超过了土地可消纳容量。

1 畜禽粪便的处理方法

畜禽粪便既是一种现实的环境有害物质, 又是一种可利用的生物资源, 对其利用不当将是严重的污染源, 若实现无害化处理, 可在很大程度上发挥畜禽粪便生物质能源、废物营养等资源的作用, 实现废物资源的再利用。目前, 国内外畜禽粪便的处理方法主要有以下几种。

1.1 卫生填埋 填埋处理是将畜禽粪便埋入地下, 通过微生物长期的生化作用, 使之分解为稳定的、无害的化合物。但此法不仅浪费大量的有机原料, 还会大量占用土地、污染地下水及周围环境, 众多的负面因素使填埋法的应用受到限制, 目前已很少采用。

1.2 焚烧处理 该法主要用于抵抗力强的病菌芽孢污染的粪便, 一般利用焚烧炉将畜禽粪便进行无害化处理。焚烧法虽然产生大量的热能可用于发电等, 但是我国集约化养殖场产生的大量粪便含水量高, 干燥比较困难, 如不进行处理难以用作燃料; 同时, 焚烧会排放大量有害物质, 造成对环境的二次污染, 因而应用前景不大。

1.3 用作饲料 粪便中含有大量的氮素、矿物质、纤维素等营养成分, 但同时畜禽粪便中含有许多潜在的有害物质, 如

矿物质微量元素(铜、锌、砷等), 各种药物(抗球虫药、磺胺类药物等)、抗生素和激素等, 以及大量的病原微生物、寄生虫及其卵。所以, 畜禽粪便只有经过一定的技术处理后, 方可作为奶牛等的饲料, 但是其处理过程较为复杂、成本高且饲料品质较差, 从而限制了其推广应用^[1]。

1.4 厌氧发酵制沼气 厌氧发酵是一种有效处理畜禽粪便和资源回收利用的方法^[2], 不仅能解决畜禽养殖场的粪便污染问题, 而且发酵的沼气可直接供农户使用, 沼液和沼渣可再利用, 符合生态学原理。其缺点是NH₃挥发损失多, 处理池体积大, 而且只能就地处理与利用。由于沼液利用受地域环境的农业耕作方式、作物种类限制较大, 使得沼液的有效处理成为目前厌氧发酵沼气工程运行的瓶颈, 且工程投资高、回收期长, 故业主积极性不高, 厌氧发酵技术推广应用受到制约。

1.5 好氧堆肥处理 好氧堆肥^[3-5]就是在人工控制下, 在一定的湿度、温度、C/N比和通风条件下, 利用自然界广泛分布的细菌、放线菌、真菌等微生物的发酵作用, 人为地促进可生物降解的有机物向稳定的腐殖质生化转化的微生物学过程。好氧堆肥处理是实现畜禽粪便无害化、减量化、资源化、产业化的一种最为有效的方法, 因其具有运行费用低、处理量大、无二次污染等优点, 近年来已成为世界各国资源、环保领域的一个研究热点^[6]。堆肥化过程不仅可以杀死粪便中的各种病菌及杂草种子使粪便达到无害化, 还会生成大量可被植物吸收利用的有效养分, 并合成新的腐殖质, 是构成土壤肥力的重要物质; 处理成熟的堆肥不仅是一种优质的肥料, 还是一种很好的土壤改良剂, 可以改善土壤的理化性质。采用堆肥方法处理畜禽粪便, 处理的最终产物臭气较少, 且较干燥, 容易包装、撒施。缺点是处理过程中有NH₃的损失, 不能完全控制臭气, 堆肥需要的场地大, 处理时间长。

2 新技术研究

辽宁北方环保集团新农村环保产业有限公司联合辽宁省环境科学研究院, 以市场为导向, 结合国情, 深入开展畜禽粪便资源化技术研究, 引进国际先进的好氧堆肥技术, 并结合产业化过程中取得的经验教训, 针对大型产业化畜禽粪便堆肥的关键因素——微生物菌剂和堆置物料的调配技术、翻堆技术等攻关, 自行研发出一套现代化大型好氧堆肥产

作者简介 赵明梅(1981-), 女, 河北秦皇岛人, 助理工程师, 从事固体废物资源化利用研究。

收稿日期 2008-03-10

业技术,并加以推广应用。

2.1 新菌剂研究 堆肥化是微生物作用于有机废物的生化降解过程,微生物是堆肥过程的主体,是堆肥过程中最关键、最活跃的成分,因此高效微生物菌剂在堆肥过程的投加将是堆肥成功的保证。辽宁北方环保集团新农村环保产业有限公司通过大量菌剂对比试验,在产业化生产有机肥的过程中引进高效降解复合微生物菌剂,快速优质地降解畜禽粪便为有机肥。其菌剂特点主要有以下几方面:

(1) 多菌复合。较单一菌剂,该微生物菌剂主要由细菌、放线菌和真菌等多种有益微生物复合而成,各菌种间互不拮抗、互惠共生,利用畜禽粪便有机物作为营养源,大量繁殖,

达到对有机废物的高效生化降解。通过与单菌剂的试验对比,复合菌种在分解蛋白、淀粉、纤维、糖等方面均有优势,在培养基产生的透明圈更迅速且明显。

(2) 性能强大。较其他市售菌剂,该复合菌剂生产单位数量有机肥的菌剂用量少,且起温快、发酵周期短,按0.2%~0.4%加入畜禽粪便,48 h内温度可升至50~60℃。当温度升至50℃以上,并持续2~3 d后进行翻堆,好氧翻倒3次后,第8~12天温度趋于平稳,说明畜禽粪便已发酵透彻,降解完全。通过小型堆肥试验,该菌种较一般菌种平均温度高4~5℃,发酵成熟早2~3 d,堆肥腐熟指标见表1。

(3) 功效明显。使用研发菌种发酵后的堆料松散、气味

表1 堆肥腐熟指标

Table 1 The maturity indices of compost

菌种	平均温度	pH值	含水率 %	C/N	氮+磷+钾 %	种子发芽率 %	粪大肠菌群数 个/g
Strain	Average temperature	pH value	Water content		N+P+K	Seed germination rate	Number of E. coli in dung
对比菌种 Contrast strain	48.4	6.9	46.12	23.91	4.37	55.49	86
研发菌种 Research and development	52.8	6.9	39.11	20.58	4.75	63.23	22

清香、速效氮含量增加、有机酸减少、有益微生物增加、酶活性提高、危害性减少、抗病害等,达到对畜禽粪便处理无害化、减量化和资源化的要求。通过实验室化学、生物指标分析,该复合菌种氮损失少,速效氮含量高,富集磷、钾,种子发芽率高且大肠杆菌数量少(表1)。

2.2 新设备研究 现代产业化畜禽粪便堆肥制有机肥,其中物料的调配、翻堆耗费大量的人力、物力和财力,同时物料调配的均匀和翻堆的及时快速又是肥料质量的保证。辽宁北方环保集团新农村环保产业有限公司引进德国某公司新研发的有机肥生产设备,取得良好的生产效果,省时、省力。该套生产线在实际生产过程的优越性主要表现在:

(1) 操作简单。根据不同畜禽粪便辅料的配比要求,将配料平铺在畜禽粪便上,该设备可自动将其翻转,在翻转过程中,堆积物得到均匀的搅拌、混合及疏松,同时其作业刀具可将粒径较大的物料细化,平均每小时可翻抛1 500 m³物料,达到完全机械化。

(2) 生产便捷。该设备可用低位运输车运输,从而可以在几个工作场地投入使用,使分散的畜禽粪便就地取材制成有机肥成为可能,避免大量畜禽粪便集中运送带来的运输成本增加和环境二次污染问题,免去目前堆肥需将畜禽粪便集中的问题,省时省地。

(3) 经济实用。生产过程中,该设备能够在满负荷状态下连续使用,由此可以缩短堆积物料的堆放周期,提高设备使用的经济效益。同时,采用专利保护技术,可以使堆积物紧密排列堆放,从而提高工作场地的有效使用面积。

(4) 效果显著。使用该套生产线生产的有机肥,发酵周期短,肥效好,使用安全方便,便于造粒,在实际应用中已取得了良好的生产效益。

3 应用效益

辽宁新农村环保产业有限公司在充分研究好氧堆肥原理和影响因素的基础上,结合以往产业化的经验教训,采用自己开发的好氧堆肥新技术承建了辽宁天祥生物科技有限公司的有机肥工程,该工程的主要原料来自调兵山市的畜禽

粪便和农作物秸秆等农业废弃物,目前已投入生产。该工程每年处理畜禽粪便约3.7万t、处理秸秆30 t,生产有机肥约2万t,产出的有机肥主要用于调兵山市当地煤矿塌陷区的复垦和周边地区大棚蔬菜、花圃的施用,从而带来了巨大的环境、经济和社会效益。

3.1 重要的环境效益 该项目有效解决了当地因畜禽养殖而带来的环境问题:畜禽粪便产生的恶臭气体得到了净化,保持了良好的空气质量,还居民一个洁净的蓝天;减轻了粪便对河流、湖泊及地下水的污染,降低了水体的富营养化程度,每减排1 t 畜禽粪便,平均将减少COD量42.7 kg和氨氮3.19 kg;解决了畜禽粪便的大量堆积,减少了大面积土地的污染和占用;大量畜禽粪便的无害化处理,更减少了蚊蝇、老鼠等有害物类的孳生和繁殖机会,抑制了病原菌的生长、传播,改善了养殖企业的生态环境和农村卫生状况,防止大规模流行疾病的发生;有机肥在土壤中的使用减少了化肥农药的使用量,减轻了化肥农药对土壤的破坏。

3.2 显著的经济效益 畜禽粪便经无害化发酵制成有机肥,使有限的资源得到了充分的再利用,符合固体废弃物的资源化处理理念,取得了可观的经济效益。该项目经营期内年平均利润总额为580.81万元,投资利润率为58.43%,收益颇丰;施用有机肥可培肥地力,使作物增产增收,与普通化肥等养分量相比,平均增产15%~20%,可进一步提高农产品的产量;目前使用的化肥中的氮肥是以消耗大量能源换取的,有机肥的施用使氮利用率提高12%~15%,在相同作物产量情况下,可节约氮肥30%以上,从而大大减少了能源的消耗;为农村剩余劳动力提供了一个新的就业机会,不仅增加了农民的收入,给农民带来了切实的利益,更为新农村经济增加了产值。

3.3 深远的社会效益 畜禽粪便的堆肥化处理技术不仅在环境、经济方面取得了巨大成就,而且为环境友好型社会带来深远的社会效益,其影响是多方面的:有效改善了目前的生态环境,提高了当地居民的生活环境质量,增强了居民的

表1 不同连作年限下黄瓜根际微生物总数的变化

Table 1 The total number changes of rhizosphere microorganisms of cucumber in continuous cropping years

连作年限 Continuous cropping years	细菌 Bacteria ×10 ⁶ /g(干土)	放线菌 Actino- mycete ×10 ⁴ /g(干土)	真菌 Fungi ×10 ³ /g(干土)	细菌 真菌 Bacteria/ Fungi	放线菌 真菌 Actinomy- cete/ Fungi
1	68.5 ±1.5 c	64.7 ±7.3 c	44.4 ±4.4 d	1 542.8	14.6
3	162.0 ±8.0 b	98.2 ±1.8 b	48.5 ±3.5 cd	3 340.2	20.2
5	217.4 ±3.6 a	192.4 ±7.6 a	65.0 ±8.5 c	3 344.6	29.6
7	55.2 ±4.8 c	74.5 ±5.5 c	76.5 ±3.5 b	721.6	9.7
8	26.1 ±3.9 d	50.2 ±0.8 d	97.1 ±2.9 a	268.8	5.2

注:表中同列不同小写字母表示差异达5%显著水平。下表同。

Note: Different small letters mean significant difference at 5% level. The same as below.

表2 不同连作年限对土壤微生物生理群的影响

Table 2 The effect of different continuous cropping years on the physiological groups of soil microorganisms

连作年限 Continuous cropping years	氨化细菌 Ammonifying bacteria ×10 ⁶ /g(干土)	硝化细菌 Nitrifying bacteria ×10 ³ /g(干土)	固氮菌 Azotobacter ×10 ² /g(干土)	纤维素分解菌 Cellulolytic Bacteria ×10 ² /g(干土)
1	50.9 ±2.6 c	53.3 ±3.3 a	12.3 ±0.7 b	15.3 ±1.3 b
3	65.2 ±3.2 b	40.1 ±2.9 b	27.1 ±3.1 a	19.6 ±0.4 a
5	125.6 ±5.6 a	26.8 ±3.2 c	6.2 ±0.2 c	12.1 ±0.2 c
7	51.2 ±0.8 c	13.1 ±0.1 d	2.4 ±0.4 d	7.8 ±0.3 d
8	47.1 ±2.9 c	3.2 ±0.2 e	1.3 ±0.3 d	2.2 ±0.2 e

3 讨论

许多研究已经证实,病原真菌引起的土传病害是黄瓜再植病害的重要表现^[6-7]。因此,病原真菌在根际土壤中的大量积累,是黄瓜再植病害发生的必要条件。该研究结果证明,黄瓜连作使细菌和放线菌与真菌的比值下降,并随连作年限的增加比值下降越明显。原因可能是黄瓜连作,形成了特定的土壤环境和根际条件,从而影响了根际土壤微生物的繁殖和活动。这一变化规律与其他研究者的结果一致^[8]。

(上接第240页)

生活信心;解决了畜禽粪便对河流湖泊、地下水等水体的污染问题,减少了水源水质的安全隐患,消除了人们对饮水问题的担忧;大量有机肥的使用,提高了农产品品质,尤其施用在蔬菜大棚上,让居民吃上放心蔬菜,促进了民生工程建设;畜禽粪便的处理消除了当地及其周边地区的环境污染威胁,使其更好地开发旅游资源,发挥旅游效益;逐步探索建立畜禽养殖、有机肥生产、有机食品种植为一体的农业循环型经济产业链,为我国无公害食品和绿色农业的发展开拓新的道路;有机肥产业化生产同时对禽畜养殖业、肥料加工业和种植业产生良好的效益,使养殖业与种植业共同发展。

4 展望

辽宁北方环保集团新农村环保产业有限公司推广的用于畜禽粪便生产有机肥的新技术不仅使有机肥产业化成为可能,更取得了显著的环境、经济和社会效益。为了让更多

细菌和放线菌与真菌的比值下降,表明连作使细菌型土壤向真菌型土壤转化。不少学者认为,真菌型土壤是土壤地力衰竭的标志。可见,黄瓜连作使土壤地力衰竭,病虫害增加,因此黄瓜忌连作。

从该研究结果来看,连作后,固氮菌、硝化细菌、纤维素分解菌和氨化细菌数量下降,数量变化在几十倍到几百倍之间。纤维素分解菌积极参与植物残体中纤维素的分解,纤维素分解菌数量增多,能提高纤维素的分解率,降低土壤中的碳氮比,为农作物提供大量的无机氮,同时产生并释放的中间代谢产物还可被其他土壤微生物所利用,刺激其生物活性,尤其是促进自身固氮菌的繁殖,增加固氮量,从而提高土壤肥力。土壤中硝酸盐是植物最好的氮素养料,它在土壤中的累积主要是硝化细菌、氨化细菌、固氮菌活动的结果,因此土壤中硝化细菌、氨化细菌、固氮菌数量的多少反映了土壤硝态氮的供应状况。黄瓜连作土壤中纤维素分解菌、硝化细菌、氨化细菌和固氮菌的数量比非连作对照减少,这也可能是造成连作障碍的原因之一。另外,连作土壤由于通气不良,好气性微生物数量下降。上述研究结果均表明,连作使黄瓜根际有益微生物数量减少,破坏了微生物生理群结构。

参考文献

- [1] 马云华,魏琨,王秀峰.日光温室连作黄瓜根区微生物区系及酶活性的变化[J].应用生态学报,2004,15(6):1005-1008.
- [2] NISHIO M, KUSANOS. A fungal of selective action on plant growth produced by Pyrenochate sp. [J]. Soil Sci Part Ntr, 1976, 22: 467-472.
- [3] 李琼芳.不同连作年限麦冬根际微生物区系动态研究[J].土壤通报,2006,37(3):563-565.
- [4] 封海胜,张思苏,万书波,等.花生连作对土壤及根际微生物的影响[J].山东农业科学,1993(1):13-15.
- [5] 孙淑荣,吴海燕,刘春光,等.玉米连作对中部农区主要土壤微生物区系组成特征影响的研究[J].玉米科学,2006,12(4):67-69.
- [6] 申卫收,林先贵,张华勇,等.不同栽培条件下蔬菜塑料大棚土壤尖孢镰刀菌数量的变化[J].土壤学报,2008,45(1):137-142.
- [7] 陈志杰,梁银丽,张锋,等.温室土壤连作对黄瓜主要病害的影响[J].中国生态农业学报,2008,16(1):71-74.
- [8] 陈宗泽,殷勤燕,王旭明,等.大豆连作土壤微生物区系动态研究初报[J].中国农业科学,1997,30(4):96.

的用户受益,随着工程建设和研究的不断深入,还会在以下几方面不断完善和提高:现有有机肥生产的部分核心技术主要是进口,投资较大,要将其不断国产化,以降低成本;继续研发高效降解复合菌种,提高降解效果;研究根据不同施用要求,适量加入氮、磷、钾元素,与化肥配合使用,提高化肥利用率,增加作物产量,提高作物品质。

参考文献

- [1] ROBERT J R. Sludge reuse strategies changing[J]. Environmental Protection, 1981, 2(1):30-40.
- [2] HE X T, TRAINA S J, LOGANT J. Reviews and analyses: chemical properties of municipal solid waste composts[J]. Environ Qual, 1992, 21:318-329.
- [3] 边炳鑫,赵由才.农业固体废物的处理与综合利用[M].北京:化学工业出版社,2005:118-119.
- [4] 王绍文,梁富智,王纪曾.固体废弃物资源化技术与应用[M].北京:冶金工业出版社,2003.
- [5] 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.
- [6] GIAMATTA C, GOM M, PASOTTI L, et al. Changes in organic matter during stabilization of compost from municipal solid waste[J]. Bioresource Technology, 1993, 43:141-145.