

许仙菊,马洪波,张永春,等. 规模化猪场污染物排放监测与迁移转化规律研究[J]. 江苏农业科学,2016,44(11):495-497.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.11.142

# 规模化猪场污染物排放监测与迁移转化规律研究

许仙菊,马洪波,张永春,宁运旺,汪吉东

(江苏省农业科学院农业资源与环境研究所/农业部江苏耕地保育科学观测实验站,江苏南京 210014)

**摘要:**为准确了解规模化养殖场畜禽粪尿等污染物的排放量及其迁移转化规律,以江苏省农业科学院六合动物科学研究所基地规模化养猪场为研究对象,对规模化猪场污水排出口和厌氧发酵处理排出口的污水的周年四季进行了连续 3 d 的监测。结果表明:被研究的规模化猪场,每年产生的污水中化学需氧量(COD)为 16.6 t,总氮(TN)为 3.8 t,总磷(TP)为 0.6 t,年排放 COD 为 8.0 t,TN 为 2.5 t,TP 为 0.4 t。按养殖场年存栏 3 127 头计算,养殖场产污系数分别为 COD 5.32 kg/(头·年)、TN 1.21 kg/(头·年)、TP 0.20 kg/(头·年),养殖场排污系数分别为 COD 2.56 kg/(头·年)、TN 0.79 kg/(头·年)、TP 0.11 kg/(头·年)。通过厌氧发酵处理后,一年四季对猪场污水中 COD、TN 和 TP 有很好的去除效果。其中猪场污水中 COD 去除率为 42.6%~61.1%,TN 的去除率为 56.2%~78.2%,TP 的去除率为 50.3%~88.4%。这为规模化养殖场的污染物排放量及其污染物迁移转化规律的研究提供了依据。

**关键词:**规模化猪场;厌氧发酵;去除率;排污系数

**中图分类号:** X713 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)11-0495-03

近年来,随着中国畜牧业的发展,规模化、集约化养殖场越来越多,由于畜禽粪便量大,且不能得到有效利用,再加上粪便处理利用设施运行效果差,这就导致规模化猪场排泄物及其转化废弃物对环境的污染日趋严重<sup>[1-2]</sup>。规模化、集约化养殖场的排泄物如何处理以及处理措施的消减率越来越受到人们的关注。日益减少的农田能否吸纳规模化养殖场污染物的排放以及预测区域农田畜禽承载量,以往研究多集中于我国规模化养殖场的粪尿产生量<sup>[1,3-4]</sup>、预测区域农田畜禽承载量<sup>[3]</sup>、污染系数的测算<sup>[5-7]</sup>及测算方法的比较<sup>[8-9]</sup>上,对规模化养殖场处理下养分迁移规律及消减率研究较少。因此,本研究以江苏省农业科学院六合动物科学研究所基地猪场为例,研究了规模化猪场污染物排放与污染物的迁移转化规律,以期对污染物的治理提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

试验在江苏省农业科学院六合动物科学研究所基地猪场进行。该猪场年存栏量 3 127 头,其中保育 805 头、育肥 1 876 头、母猪 428 头、公猪 19 头。采用干清粪工艺,猪粪直接送进附近的有机肥厂,养殖场及周边无粪便丢弃情况。污水收集设施完善,建有日处理 100 m<sup>3</sup> 的厌氧发酵沼液污水处理工

程。厌氧发酵沼液污水处理工程一年四季正常运转。猪场污水处理工艺及采样点设置见图 1。

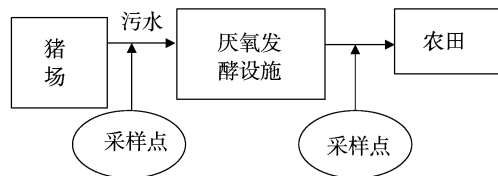


图1 江苏省农业科学院六合猪场污染物处理及采样点

### 1.2 试验设计

规模化猪场污染物排放的主要影响因素有气候条件、粪便收集清理方式、粪便污水处理利用方式等。本研究拟从基础调查入手,采用典型监测和理论分析相结合的方法,对典型规模化猪场的粪便污水排放量及其特征污染物浓度进行周年监测,掌握规模化猪场污染特点和迁移转化规律。

**周年监测:**对六合规模化养殖场(该养殖场污水利用方式是“猪场—沼液—农田”)实行周年监测,分夏(2012 年 6 月 19—21 日)、秋(2012 年 9 月 26—28 日)、冬(2012 年 12 月 24—26 日)、春(2013 年 3 月 4—6 日)4 个季节进行,每个季节对项目点猪场用水量、污水量进行连续 3 d 监测。同时获得饲料量及其特性、粪便量及其污染物浓度、污水原水产生量及其污染物浓度、污水处理量及处理各阶段污染物浓度。猪场用水量采用水表计量。猪场污水量采用量水槽法进行计量。每个季节监测时,每天取污水原水、污水处理各阶段水样各 500 mL,测定化学需氧量(COD)、TN(总氮)、TP(总磷)含量。

开展 1 次监测点猪场饲料量、粪便量调查,并取样测试。取母猪、公猪、保育猪、育肥猪饲料样品各 500 g,检测指标为含水率和 TN、TP 含量。取猪场粪便样品 500 g,检测指标为含水率和 TN、TP 含量。

收稿日期:2015-09-23

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(编号:201003014-1-2),

江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(15)1004]。

作者简介:许仙菊(1976—),女,山西绛县人,博士,副研究员,主要从事农业面源污染方面的研究。Tel:(025)84391171;E-mail:xuxianju76@163.com。

通信作者:张永春,博士,研究员,主要从事土壤质量管理和甘薯施肥方面的研究。Tel:(025)84390242;E-mail:yczhang66@sina.com。

1.3 数据分析

根据项目点周年监测结果,并与理论计算相结合,获得规模化猪场主要污染物排放情况,掌握典型规模化猪场主要污染物迁移转化规律。

2 结果与分析

2.1 典型猪场水体污染物溯源分析

由图 2 和图 3 可以看出,被调查猪场每天饲料投入中 TN 为 182.4 kg/d,冲洗水投入中 TN 为 0.13 kg/d。其中:可收集的粪便中 TN 含量为 21.08 kg/d,占 11.5%;污水中 TN 含量为 10.35 kg/d,占 5.7%。每天饲料投入中 TP 为 17.23 kg/d,冲洗水投入中 TP 为 0.01 kg/d。其中,可收集的粪便中 TP 含量为 7.53 kg/d,占 44%;污水中 TP 含量为 1.73 kg/d,占 10%。

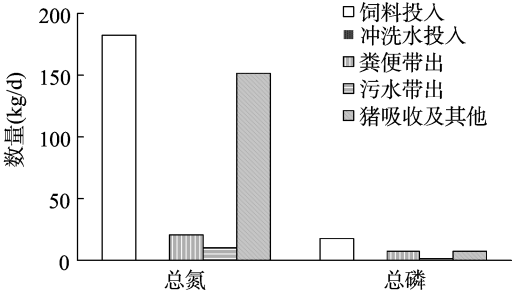


图2 规模化养猪场氮、磷投入量与排出量

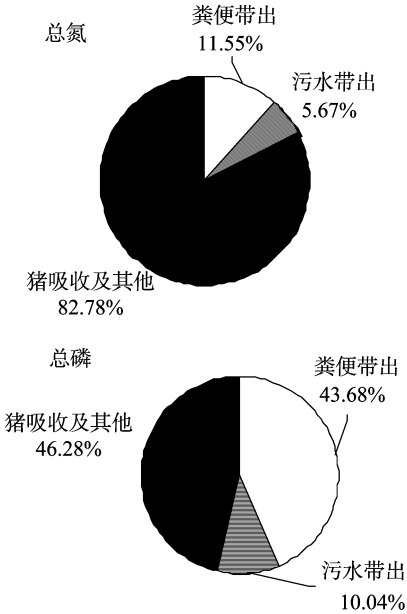


图3 规模化养猪场氮、磷投入与排出比例

2.2 典型猪场污染物排放与消减情况分析

经测算(图4),养殖场每年产生的污水中 COD 为 16.6 t, TN 为 3.8 t, TP 为 0.6 t,年排放 COD 为 8.0 t, TN 为 2.5 t, TP 为 0.4 t。

按养殖场年存栏 3 127 头计算,养殖场产污系数分别为 COD 5.32 kg/(头·年)、TN 1.21 kg/(头·年)、TP 0.20 kg/(头·年),养殖场排污系数分别 COD 2.56 kg/(头·年)、TN 0.79 kg/(头·年)、TP 0.11 kg/(头·年)(表1)。

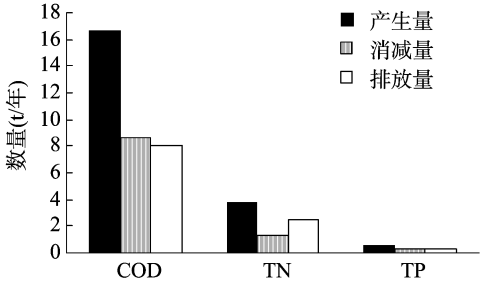


图4 规模化猪场养殖水体污染物年产生与排放量

表1 规模化养猪场水体污染物系数 kg/(头·年)

项目	COD	TN	TP
养殖场产污系数	5.32	1.21	0.20
养殖场排污系数	2.56	0.79	0.11

2.3 典型猪场污染物迁移规律分析

2.3.1 COD 去除情况分析 根据污水原水、处理过程各阶段水质测量数据,分别进行污水处理各阶段化学需氧量、TN、TP 去除率计算,并绘制折线图,掌握典型猪场污水污染物迁移规律,其中去除率为处理后的浓度除以处理前的浓度,结果见图5。

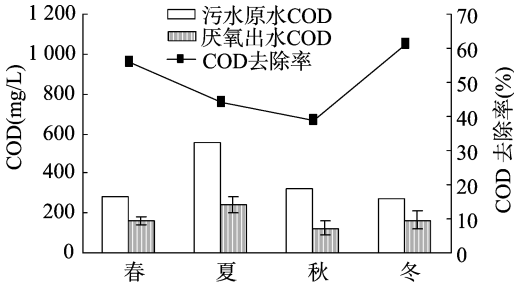


图5 规模化猪场养殖污水厌氧发酵处理 COD 变化

从图 5 可以看出,养殖污水经厌氧发酵处理后,监测季 COD 浓度变化为 126.0 ~ 240 mg/L,均达到了畜禽养殖业污染物排放标准 (GB 8596—2001) 要求 (COD 限值为 400 mg/L),对 COD 具有很好的去除效果。厌氧发酵对 COD 去除率为 42.6% ~ 61.1%,其中春秋 2 季 COD 去除率较高,夏冬 2 季较低。

2.3.2 TN 去除情况分析 从图 6 可以看出,养殖污水经厌氧发酵处理后,监测季 TN 浓度变化为 20.7 ~ 89.7 mg/L。厌氧发酵对 TN 去除率为 56.2% ~ 78.2%,其中春夏 2 季 TN 去除率较高,其次是秋季,冬季 TN 去除率最低。

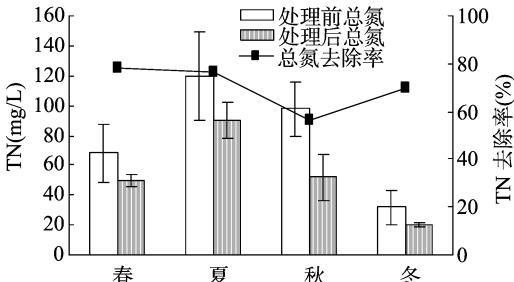


图6 规模化猪场养殖污水厌氧发酵处理TN的变化

2.3.3 TP 去除情况分析 从图 7 可以看出,养殖污水经厌氧发酵处理后,监测季 TP 浓度变化为 5.2 ~ 15.9 mg/L。除了春季,其他季节均达到了畜禽养殖业污染物排放标准(GB 8596—2001)要求(TP 限值为 8 mg/L)。厌氧发酵对 TP 去除率为 50.3% ~ 88.4%,TP 去除率秋季最高,其次是冬季,然后是春夏季。

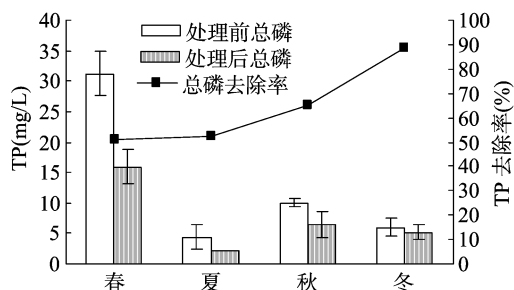


图7 规模化猪场养殖污水厌氧发酵处理 TP 的变化

### 3 讨论

养猪业的规模集约化经营中,如果猪粪尿不及时处理与利用,将直接影响猪场及周边的生态环境。规模化猪场污染物排放的主要影响因素有气候条件、粪便收集清理方式、粪便污水处理利用方式等。规模化养猪场废弃物处理技术中,厌氧方式处理是规模化猪场粪污处理的核心。本研究表明,被研究的规模化猪场,通过厌氧发酵处理后,一年四季对猪场污水中 COD、TN 和 TP 有很好的去除效果。其中猪场污水中 COD 去除率为 42.6% ~ 61.1%,TN 的去除率为 56.2% ~ 78.2%,TP 的去除率为 50.3% ~ 88.4%。何志平等的研究表明四川省一家规模化养猪场(水冲粪+沼气池+农田)的主要污染物经过厌氧发酵后 COD、TN 和 TP 去除率分别为 41.3%、24.46% 和 48.25%,而标准化规模养殖小区(干清粪+沼气池+农田)的主要污染物经过厌氧发酵后 COD、TN 和 TP 去除率分别为 65.48%、59.67% 和 68.13%<sup>[5]</sup>。本研究结果与何志平等研究的标准化规模养殖小区的研究结果相近,这可能与粪便的处理方式有关,两者都采用了干清粪的处理方式。

本研究的规模化养殖场每年产生的污水中 COD 为 16.6 t、TN 为 3.8 t、TP 为 0.6 t,年排放 COD 为 8.0 t、TN 为 2.5 t、TP 为 0.4 t。按养殖场年存栏 3 127 头计算,养殖场产污系数分别为 COD 5.32 kg/(头·年)、TN 1.21 kg/(头·年)、TP 0.20 kg/(头·年),养殖场排污系数分别为 COD 2.56 kg/(头·年)、TN 0.79 kg/(头·年)、TP 0.11 kg/(头·年)。董红敏等对于北京市某养猪场进行分析,结果表明,该猪场保育、育肥和妊娠母猪 3 个阶段的 COD 产污系数分别为每头 252.8、479.6、493.4 g/d, TN 分别为每头 20.4、33.2、43.7 g/d, TP 分别为每头 3.48、6.06、9.93 g/d,在该猪场废弃物处理系统的运行情况下,计算得出

了该场保育、育肥和妊娠母猪 3 个阶段的排污系数 COD 分别为每头 44.9、64.1、22.5 g/d, TN 分别为每头 14.1、20.9、36.3 g/d, TP 分别为每头 1.0、1.8、0.4 g/d<sup>[9]</sup>。与之相比,本试验中所得的集约化养猪场 COD、TN 和 TP 的产污、排污系数均较低,其原因可能是由于猪场 COD、TN 和 TP 的产生量与猪的种类、生长期、饲料、天气条件等因素有关。

### 4 结论

本研究猪场每天饲料投入中 TN 为 182.4 kg,冲洗水投入中 TN 为 0.13 kg。其中,可收集的粪便中 TN 含量为 21.08 kg,占 11.5%;污水中 TN 含量为 10.35 kg,占 5.7%。每天饲料投入中 TP 为 17.23 kg,冲洗水投入 TP 为 0.01 kg。其中,可收集的粪便中 TP 含量为 7.53 kg,占 44%;污水中 TP 含量为 1.73 kg,占 10%。

养殖场每年产生的污水中 COD 为 16.6 t、TN 为 3.8 t、TP 为 0.6 t,年排放 COD 为 8.0 t、TN 为 2.5 t、TP 为 0.4 t。按养殖场年存栏 3 127 头计算,养殖场产污系数分别为 COD 5.32 kg/(头·年)、TN 1.21 kg/(头·年)、TP 0.20 kg/(头·年),养殖场排污系数分别 COD 2.56 kg/(头·年)、TN 0.79 kg/(头·年)、TP 0.11 kg/(头·年)。

本研究猪场,通过厌氧发酵处理后,一年四季对猪场污水中的 COD、TN 和 TP 有很好的去除效果。其中 COD 去除率为 42.6% ~ 61.1%,TN 去除率为 56.2% ~ 78.2%,TP 去除率为 50.3% ~ 88.4%。

### 参考文献:

- [1] 武淑霞. 我国农村畜禽养殖业氮磷排放时空变化特征及其对农业面源污染的影响[D]. 北京:中国农业科学院研究生院,2005.
- [2] 王 辉,董元华,张绪美,等. 集约化养殖畜禽粪便农用对土壤次生盐渍化的影响评估[J]. 环境科学,2008,29(1):183-188.
- [3] 张怀志,李全新,岳现录,等. 区域农田畜禽承载力预测模型构建与应用:以赤峰市为例[J]. 生态与农村环境学报,2014,30(5):576-580.
- [4] 郭德杰,吴华山,马 艳,等. 不同猪群粪、尿产生量的监测[J]. 江苏农业学报,2011,27(3):516-522.
- [5] 何志平,曾 凯,李正确,等. 不同养殖模式下生猪排污系数测定[J]. 西南农业学报,2010,23(3):897-902.
- [6] 高松峰. 苏南地区畜禽养殖污染及防治措施[J]. 污染防治技术,2010,23(4):106-109.
- [7] 梁冬梅,李士平,马 君,等. 规模化奶牛场育成牛和泌乳牛产排污系数的测算[J]. 农业工程学报,2012,28(16):185-189.
- [8] 张玉华,刘东生,徐 哲,等. 重点流域农村生活源产排污系数监测方法研究与实践[J]. 农业环境科学学报,2010,29(4):785-789.
- [9] 董红敏,朱志平,黄宏坤,等. 畜禽养殖业产污系数和排污系数计算方法[J]. 农业工程学报,2011,27(1):303-308.