

生态养猪模式典型案例的综合评估

龚春明 (厦门市环境保护研究所, 福建厦门 361006)

摘要 以典型的“猪-沼-草-猪”的生态养殖模式为例,结合该模式的工艺流程,分析其技术特点和关键工程的主要优势,在此基础上对其物质能量流、工艺技术、效益、风险和环境敏感性等进行综合评估,并提出相应的建议。

关键词 生态养猪模式; 案例; 评估

中图分类号 S815.4 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)13-03923-03

A Case Assessment of an Ecological Farming Model

GONG Chun-ming (Xiamen Environmental Protection Research Institute, Xiamen, Fujian 361006)

Abstract For a case study of a "pig-biogas-grass-pig" ecological farming model, the advantages of the technical characteristics and critical projects were analyzed combined with its technological process, and then the material and energy flow, technology, benefits, risk and environmental sensitivity were comprehensively evaluated, corresponding suggestions were put forward.

Key words Ecological farming model; Case; Assessment

目前,规模化养殖业已成为许多农村经济发展的优势产业,但发展养殖业带来的环境污染问题也非常突出。为了解决养殖污染问题和食品安全问题,厦门市制订了一系列发展畜禽生态养殖的优惠政策和产业扶持措施,促使了畜牧业的健康稳定发展。厦门鹭盛畜牧有限公司就是一家利用“猪-沼-草-猪”的生态模式养殖生猪的代表性企业^[1-2],该公司利用青饲料养猪,节约了精饲料,以牲畜粪便为主要原料生产沼气,解决了猪场能源问题,将畜禽粪便制成生物有机肥,减少化肥施用量,从而在养殖、种植之间构成一个个“链环”,形成资源利用的“生态循环圈”,使养殖废弃物综合利用最大化和污水零排放,既发展了生产,又消除了畜禽粪便的污染。笔者以厦门鹭盛畜牧有限公司为例,对环保生态养殖模式的各个环节进行综合评估,以期我国的畜禽养殖场评估提供参考。

1 生态养猪模式

厦门鹭盛畜牧有限公司于2003年成立,以生产“合佳”生态猪肉为主,公司占地面积21.3 ha,其中养殖业面积4 ha,猪舍面积11 500 m²,年出栏生猪数10 000头,种植业占地面积17.3 ha,主要种植杂交狼尾草等优良牧草和释迦、芭乐等优质水果。猪场还建有约930 m³的沼气池和年产1万t“润农”牌生物有机肥的加工厂。

“猪-沼-草-猪”是该猪场采用的生态养殖模式,该模式基本流程为:①牧草(狼尾草)粉碎打浆,与玉米、豆粕等精饲料配比混合,加入一定量的中草药调节剂取代抗生素喂养生猪;②猪粪尿等养殖废弃物进入沼气池,通过沼气池的厌氧发酵生产沼气、沼渣和沼液;③沼气用于小猪保暖、工人洗澡、炊饭,沼渣加工生产有机复合肥,沼液回灌牧草、果树;④收获的牧草又可作为青饲料喂养生猪^[2]。

该模式通过沼气这个纽带,使整个生产过程形成一个封闭式立体种养体系,完成了从动物到微生物,再到绿色植物,最后又回到动物的良性循环,实现了养殖废水的零排放(图1)。

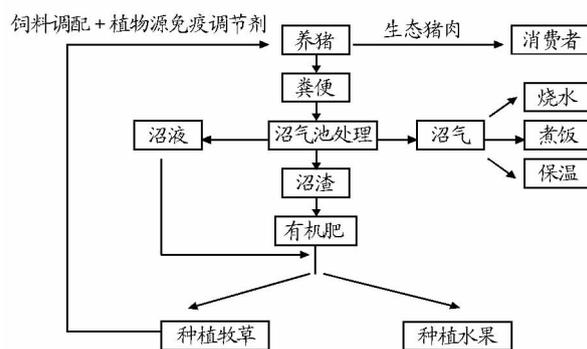


图1 生态养殖模式流程

2 示范性评估

2.1 物质(能量)流评估 该模式通过沼气厌氧发酵和沼液生物净化,使猪场养殖废弃物成为能源和肥源。沼气作为高燃烧值的能源,沼液、沼渣作为肥料还田,为果蔬、牧草提供高效有机肥,而牧草又可作为生猪的青饲料,从而在一块土地上实现种植与养殖同步、产气积肥并举,建立起生物种群较多、生态链结构较长、能流物流循环较快的生态循环系统。从表1可以看出,该猪场每年投入的物料量为34 250 t,排放量和生产量之和约为31 740 t(其中,排放的废弃物大部分转化为生产量,沼气以70%甲烷含量计算),有92.7%的物料在系统内循环,物质能量循环充分,基本实现废弃物资源化的目的。

表1 养猪场物质(能量)流

项目	子项目	数值	t/a
物料量	仔猪	250	
	青饲料	1 500	
	精饲料	2 500	
排放量	水	30 000	
	粪便	2 420	
	尿液	3 190	
生产量	污水	25 000	
	沼气	131	
	有机肥	500	
	沼液、沼渣	25 000	
	牧草(青饲料)	2 000	
	商品猪	1 000	

该系统充分利用了太阳能和生物能,上一级的废弃物可

作者简介 龚春明(1965-),男,福建建阳人,高级工程师,博士,从事环境科研工作。

收稿日期 2014-04-16

作为下一级的原料或肥料,形成了一个相对封闭、循环利用的物质能量流,在利用自然资源的过程中保护了环境,是一种高效节能的生态养殖模式。

2.2 工艺技术评估 该猪场“猪-沼-草-猪”生态养殖模式的核心技术是饲料牧草优化组合和天然植物源免疫调节剂的应用。该模式的关键工程是建立污水综合处理系统^[3],该场投资了80万元建成了包含调节池、沉淀池、厌氧消化池、兼氧过滤池、污泥干化池的沼气池,投资120万元建成了有机肥厂。

该模式的核心技术使用和污水综合处理系统的建设取得了良好的成果:①优化了饲料配比,使其蛋白质水平降低2%,育肥猪的氮排放量减少约20%;②采用天然植物源免疫调节剂作为饲料添加剂替代抗生素,使猪肉的品质更好^[2];③废物资源化,通过沼气池使粪便等污染废物得以资源化,污染物基本实现了零排放,并且降低了传染疫病的风险。

无论从理论上还是从实际生产需要出发,以固液分离—厌氧处理—好氧处理为工艺的“三段式”废水处理技术和设备基本成熟^[4],该项目适合于规模化养猪场,只是目前设备投资较大,进一步发展的困难在于沼气的规模化生产所需添加物的长期稳定供应以及成本问题。

2.3 效益评估

2.3.1 经济效益。“猪-沼-草-猪”的生态种养模式,利用杂交狼尾草喂猪,从小猪体重达25 kg后分栏喂养到100 kg出栏,平均每头猪可用牧草替代精饲料25%~30%,每头猪约可节约饲料成本25元;由于生态猪肉品质好,市场收购价平均提高0.5元/kg,每头猪可多卖50元;猪粪的资源化利用还可获得可观的利润,每年可回收猪粪制成生物有机肥500 t,可获利30万元。通过该模式,按年出栏量10 000头生猪可增加收入105万元,平均每头猪可增收105元。

2.3.2 环境效益。利用沼气池和生物有机肥配套技术处理猪粪便和污水,使废弃物全部转化为沼气、沼液和沼渣。沼气用于烧水炊饭和乳猪保暖,沼液用于浇灌牧草,沼渣用来生产有机肥料,从而实现了养殖废水的零排放,从根本上解决了养猪业发展与环境保护的矛盾。此外,种草、种果树还有利于保持水土,为当地提供了良好的生态环境,是一种可持续发展的环保养殖模式。

2.3.3 社会效益。采用优质牧草配合精饲料养猪,改善了猪肉品质。经检测,生态猪肉中的胆固醇含量仅为普通猪肉的1/3,其钙含量比普通猪肉高20%以上,各种氨基酸总和达23%,比普通猪肉高出8%,生态猪肉的不饱和脂肪酸也比普通猪肉高^[2],有利于人类身体的健康。

2.4 类比分析 国际上类似项目的应用较少(网络检索),而另一种生态养猪模式——微生物发酵床技术在日本和新西兰等国家应用比较普遍^[5]。我国生态养猪的模式主要有:①猪-沼-菜生态工程模式;②猪-沼-鱼-粮模式;③猪-沼-鱼-果-粮模式;④鸡、鸭-猪-沼-鱼模式;⑤禽-沼-猪-粮模式等^[6-9]。以上这些模式都是走畜禽养殖—粪便沼气化处理—肥料用于种植业的一种开链式循环,是治理养殖业

污染、变废为宝的一种较为成熟的生态种养模式。

与上述类似模式相比,该猪场的“猪-沼-草-猪”生态养殖模式具有两大优势:①种植的牧草作为青饲料喂猪,提高了饲料的利用率,从而形成了一个相对封闭的生态链,链条较长,效果更好,资源、能源循环更加充分,污染物治理也更加彻底,基本达到零排放。②在饲料中添加天然植物源免疫调节剂,减少了抗生素的使用,提高了猪肉的品质。

该模式也存在一些劣势,主要有:①该猪场肉肉比为4:1,与国外先进水平(2.5:1)相比还有很大的提高空间;②该猪场年用水量30 000 t,已接近《畜禽养殖业污染物排放标准》(GB18596-2001)最高允许排水量33 000 t,因此水冲工艺有待进一步改善;③有机肥厂目前年产500 t左右的有机肥,产能还需要进一步挖掘;④沼气是宝贵的能源,该猪场还存在空排现象,未充分开发利用;⑤该模式需要配套大面积土地用以消纳沼液,且草地、果园过量浇灌沼液,可能导致地下水的污染。

2.5 对相关方的影响 猪的排泄物大部分通过沼气池发酵处理,沼液浇灌狼尾草,狼尾草再用来喂猪,形成一个从植物到动物、再到微生物的良性循环。所有的污水、粪便等污染源都在循环系统内部解决了,对外界基本达到零排放。过去村民抱怨养猪废水污染下游水沟的问题,实行生态养猪后村民不仅没有意见,还积极要求学习养猪技术,购买猪场的有机肥料。

在饲养过程中,使用自配混合饲料,用中草药替代抗生素和激素。据国家肉类食品质量监督检验中心检测报告,“合佳”生态肉不含有抗生素、激素,无有害物质残留,安全、卫生;肉品富含氨基酸,胆固醇含量仅为普通猪肉的1/3,钙质含量比普通猪肉高20%以上,有利于人体的健康。

2.6 风险与潜力评估

2.6.1 项目盈亏平衡分析。项目盈亏平衡点(BEP)用生产能力利用率(生产负荷)来表示,按照以下公式计算: $BEP = \text{年固定总成本} / (\text{年业务收入} - \text{年可变成本} - \text{年税金及附加}) \times 100\%$ 。其中,年固定总成本包括折旧费、管理费、财务费用及其他;年业务收入,即售卖生猪收入;年可变成本包括直接材料和人工、物料消耗以及销售费用。该项目中年固定总成本为105.25万元,年业务收入为1 110.00万元,年可变成本为824.25万元,经计算,年均盈亏平衡点为38.17%。生产能力只要达到设计能力的38.17%,即每年能售出3 817头猪,即可保持盈亏平衡,说明该项目风险较小。

2.6.2 项目敏感性分析。对该项目进行所得税后全部投资的敏感性分析。分别对销售收入、固定成本、固定投资、变动成本进行了±10%范围内单因素变化对利润总额指标影响的敏感性分析。

从表2可以看出,各因素的变化对财务指标都有不同程度影响,其中以销售收入的变化最为敏感,敏感系数为3.12,变动成本的变化次之,固定成本变化较小。因此,首先应积极开拓市场,充分挖掘市场潜力;其次要加强经营管理,节约人力、物力,降低经营成本。

2.7 环境敏感性评估 由于该项目配备了污水综合处理系统,处理后的水回灌牧草和果园,达到污水零排放,对周边水

表 2 不确定因素的临界值

项目	基准数	销售收入//万元		固定成本//万元		变动成本//万元		利润总额变动幅度//%		敏感系数	
	万元	10%	-10%	10%	-10%	10%	-10%	10%	-10%	10%	-10%
销售收入	1 130.0	1 243.0	1 017.0	1 100.0	1 100.0	1 100.0	1 100.0	31.2	-31.2	3.12	-3.12
固定成本	85.3	85.3	85.3	93.8	76.8	85.3	85.3	2.3	2.3	0.23	-0.23
变动成本	824.3	824.3	824.3	824.3	824.3	906.7	741.9	22.7	22.7	2.27	-2.27
利润总额	362.5	475.5	249.5	371.0	354.0	444.9	280.1	10.0	10.0	1.00	-1.00

环境不会产生直接影响;猪场离村庄较远,周边树木繁茂,猪排泄物产生的少量臭气和猪叫声对周边大气环境和声环境影响不大;猪场用地现状为果园和农地,区内无珍稀物种,对物种多样性的影响也很小;固废主要为生猪的粪便和污水综合处理系统产生的污泥,这些废弃物经干化后,可作为有机肥的原料,对环境的影响小。

3 小结

通过沼气这个纽带,该猪场使整个生产过程形成了一个相对封闭的生态链,链条较长,效果更好,资源、能源充分循环,污染物治理较为彻底的一种生态养殖模式,构建了植物、动物、微生物的良性循环体系,基本实现了污染物的零排放,具有较好的经济效益、环境效益、资源效益和社会效益。

该模式采用牧草作为青饲料喂养生猪和在饲料中添加天然植物源免疫调节剂,有效提高了饲料的利用率,减少了抗生素的使用,提高了猪肉的品质,工艺技术水平先进,项目

风险小,具有较大的示范、推广价值。

建议在日粮配方、饲料利用率、用水工艺和沼气的深化利用方面进一步拓展,对使用沼液长期浇灌牧草的环境影响风险进行跟踪评估。

参考文献

- [1] 潘丽燕,陈伟琪,陈锋.基于循环经济的畜禽养殖模式探讨与典型案例分析[J].厦门大学学报,2007,46(S1):209-213.
- [2] 吴德峰,陈佳铭,邱汉全,等.“猪-沼-草”生态养猪过程技术研究[J].家畜生态学报,2008(3):59-64.
- [3] 张铭华,游金进.“猪-沼-草-猪”污水处理模式配套技术应用效果[J].畜禽业,2010(5):59-61.
- [4] 喻文凯.规模化养猪场废水处理技术[J].辽宁化工,2010,39(11):1134-1136.
- [5] 王钦军,杜维.发酵床养猪法的现状与应用前景[J].养殖技术顾问,2011(11):17.
- [6] 廖新伟.生态养猪新模式[M].广州:广东科技出版社,2011.
- [7] 彭乃木,郑秀兰,陈绿秀,等.内循环健康生态养猪模式的实践与探讨[J].畜禽业,2009(9):6-7.
- [8] 王文彬.“猪-沼-鱼”生态养殖[J].新农业,2010(3):53-54.
- [9] 陆元东,吴荣业,李志玉.赣榆县“猪-沼-菜”循环农业模式[J].农家致富,2011(1):48-49.
- [10] 广州:华南师范大学,2007.
- [4] 薛霖莉,李耀世.饲料掺假原料中非蛋白氮的快速检测方法探讨[J].饲料广角,2010(10):36-37.
- [5] 冯建民,嵇俊红.中国三聚氰胺生产应用现状及产业技术分析[J].化工科技市场,2006,29(5):11-16.
- [6] 谢帝芝,刘臻,鲁双庆,等.三聚氰胺及其对水产动物的危害[J].水产科技情报,2010,37(5):235-242.
- [7] 刘海燕,张伟,薛敏,等.三聚氰胺对花鲈的急性毒性实验研究[J].水生生物学报,2009,33(2):157-163.
- [8] 刘海燕,张伟,薛敏,等.三聚氰胺对吉富罗非鱼的急性毒性研究[J].河北师范大学学报,2009,33(5):659-664.
- [9] 刘海燕,郑银桦,秦玉昌,等.饲料中三聚氰胺对花鲈生长、生理机能及组织残留的影响[J].水生生物学报,2010,34(6):1097-1105.
- [10] 汤菊芬,吴灶和,简纪常,等.饲料中添加三聚氰胺对吉富罗非鱼生长、免疫指标及肌肉残留量的影响[J].饲料工业,2011,32(20):13-17.
- [11] CHANG L L, SHE R P, MA L H, et al. Acute testicular toxicity induced by melamine alone or a mixture of melamine and cyanuric acid in mice [J]. Reproductive Toxicology, 2014, 2(8): 1-11.
- [12] 刘庆生,王加启.三聚氰胺在动物体内的毒性研究进展[J].中国畜牧兽医,2008,35(10):5-7.
- [13] 林祥梅,王建峰,贾广乐,等.三聚氰胺的毒性研究[J].毒理学杂志,2008,22(3):216-218.
- [14] STINE C B, REIMSCHUESSEL R, GIESEKER C M, et al. A no observable adverse effects level (NOAEL) for pigs fed melamine and cyanuric acid [J]. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 2011, 5(4): 363-372.
- [15] 王蔚,陈代文,毛湘水,等.饲料中三聚氰胺的添加对育肥猪肾脏结构与功能的影响[J].动物营养学报,2011,23(9):1584-1591.
- [16] 高春起,武书庚,齐广海,等.三聚氰胺对蛋鸭产蛋性能、血清指标和肝肾组织结构的影响[J].中国农业科学,2010,43(5):1050-1056.
- [17] CHAN J Y W, LAU C M, TING T L, et al. Gestational and lactational transfer of melamine following gavage administration of a single dose to rats [J]. Food and Chemical Toxicology, 2011, 3(46): 1544-1548.
- [18] 王伟.三聚氰胺在人体及大鼠体内的代谢研究[D].兰州:兰州大学,2011.
- [19] 张燕萍,马晓国,樊银明.污染水体中鱼体内三聚氰胺的累积及其在清洁水体中的消除[J].生态环境学报,2013,22(8):1414-1417.
- [20] 李雅琴,马晓国,张燕萍,等.三聚氰胺在罗非鱼肝脏内的累积及对EROD和GST活性的影响[J].生态环境学报,2013,22(12):1951-1955.

(上接第 3912 页)

59.83 mg/kg。鱼肉中三聚氰胺的含量主要来源于食用的饲料,停药后不在直接摄入再加上自身的代谢活动,使三聚氰胺含量显著下降,第 16 天以后含量几乎为零,罗非鱼的活跃情况逐渐恢复正常。水体中的三聚氰胺一部分会被金鱼藻和沉积物吸附,在停药后浓度会呈缓慢下降趋势,第 16 天开始趋于稳定。沉积物中三聚氰胺的含量主要受水体三聚氰胺含量的影响,在停药后吸附和解吸逐渐达到平衡含量变化较小,第 20 天三聚氰胺含量为 9.41 mg/kg。螺肉中三聚氰胺的含量主要受沉积物中三聚氰胺含量的影响,逐渐增加,第 16 天达到最大值(0.77 mg/kg),然后逐渐趋于稳定。

3 小结

(1) 在用含三聚氰胺的饲料喂养期间,水体、金鱼藻、沉积物、鱼肉和螺肉中三聚氰胺的含量随饲养天数的增加而增加,且金鱼藻中三聚氰胺含量显著增加。当体内三聚氰胺浓度较高时,罗非鱼的活跃程度受到严重影响。

(2) 在使用不含三聚氰胺的饲料饲养后,鱼肉中三聚氰胺的含量显著下降,7 d 后低于 0.2 mg/kg,鱼的不健康症状逐渐消失,生理活动趋向正常。

(3) 三聚氰胺在鱼肉中的累积和消除速度均较快。在水体、沉积物、金鱼藻中富集较多且不易消除,螺肉中虽然富集量低但也不易消除。

参考文献

- [1] 成黎,谭锋.中国水产品质量安全现状及改善和控制措施[J].食品科学,2009,30(23):465-469.
- [2] 夏重欢.中国沿海地区海水体内持久性有机污染物痕量元素的污染水平以及对人类健康的风险评估[D].合肥:中国科学技术大学,2011.
- [3] 秦春艳.广东沿海海洋生物体内有毒物质的生物积累与污染评价[D].