

许俊香,孙钦平,李钰飞,等. 规模化蛋鸡养殖粪污污染防治技术模式研究[J]. 江苏农业科学,2021,49(2):115-119.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.02.021

规模化蛋鸡养殖粪污污染防治技术模式研究

许俊香,孙钦平,李钰飞,刘本生,李吉进

(北京市农林科学院植物营养与资源研究所,北京 100097)

摘要:为明确我国规模化蛋鸡养殖场粪污从产生到处理过程中现行的主流技术和污染防治技术模式,本研究通过文献调研和养殖场实地调研对粪污污染防治全程进行分析。结果表明,粪污污染防治全程包括蛋鸡养殖、粪污清理、粪污收集运输和粪污资源化处理 4 个环节。蛋鸡养殖环节多采用层叠式笼养和阶梯式笼养;粪污清理环节通常采用传送带清粪和刮粪板清粪;粪污收集运输环节的主流技术是“传送带收集-车辆运输”和“储存池暂存-车辆运输”;粪污处理环节主要包括肥料化处理和饲料化处理 2 种技术。基于以上分析,形成了 6 项典型技术模式,分别是传送带清粪-第三方堆肥技术模式、刮粪板清粪-第三方堆肥技术模式、传送带清粪-饲料化处理技术模式、刮粪板清粪-饲料化处理技术模式、刮粪板清粪-就地堆肥技术模式和刮粪板清粪-就地饲料化处理技术模式。

关键词:规模化;蛋鸡养殖;粪污;污染防治;技术模式

中图分类号: X713 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)02-0115-04

我国是鸡蛋生产和消费大国,鸡蛋产量约为美国的 4.5 倍、印度的 6.5 倍,占全球鸡蛋总产量的 36%~40%^[1-3]。我国蛋鸡年存栏量 12 亿~14 亿羽,主要分布在山东、河南、河北、辽宁、江苏、湖北和四川等省份,上述省份蛋鸡存栏量占全国总存栏量的 66.4%~66.8%^[4]。

随着蛋鸡养殖数量的增长和养殖规模的扩大,产生了大量的养殖废弃物,2017 年粪便产生量约为 5 139.2 万 t。随着环保政策的密集出台,蛋鸡养殖业环保压力持续加大。废弃物处理问题将成为制约蛋鸡养殖业发展的突出问题。为提高粪便资源化处理和利用效率,本研究将蛋鸡粪污从产生到处理划分为 4 个环节,进行粪污污染防治全程分析,明确各环节的主流技术,形成蛋鸡养殖粪污污染防治技术模式,为提出适宜全国不同地区的技术模式提供数据基础,促进蛋鸡养殖业的可持续健康发展。

1 材料与方法

2018—2019 年,实地调研了北京、天津、河北、山东的部分蛋鸡养殖场累计 70 家。结合文献调研,将粪污污染防治全程划分为蛋鸡养殖、粪污清理、粪污收集与运输、粪污资源化处理共计 4 个环节,分析各个环节的技术并确定主流技术。在此基础上形成粪污污染防治技术模式。

2 结果与分析

2.1 蛋鸡养殖环节

我国蛋鸡舍内养殖方式包括散养、笼养、网上平养和地面平养等多种方式^[5]。随着规模化养殖的不断发展,笼养成为主流养殖方式^[5-7]。通过 2018—2019 年的实地调研,有 63 家蛋鸡养殖场采用笼养方式,其中层叠式笼养 11 家、阶梯式笼养 52 家,笼养方式占调研总数的 90.0%。说明层叠式笼养和阶梯式笼养是主流的养殖方式。调研结果表明,随养殖规模的增大,采用阶梯式笼养的比例从 100% 降至 16.7%;而层叠式笼养的比例从 0% 上升至 83.3% (表 1)。

查阅文献,对比分析了阶梯式笼养和层叠式笼养 2 种方式的设备投资情况^[8-9],由表 2 可知,层叠式笼养模式虽然总投资高,但因其养殖密度大、养殖效率高的原因,每羽鸡分摊的费用反而低于阶梯式笼养。

收稿日期:2020-05-15

基金项目:国家重点研发计划(编号:2018YFD0800106-04、2016YFD0800602、2017YFD0800804-04)。

作者简介:许俊香(1977—),女,河北滦州人,硕士,副研究员,主要从事农业废弃物资源化处理与应用研究。E-mail: xujx100@126.com。

通信作者:李吉进,博士,研究员,主要从事循环农业和废弃物资源化处理研究。E-mail: lijijin65@163.com。

表 1 舍内养殖方式

| 养殖规模 (万羽) | 养殖场数 量(个) | 阶梯式 笼养(%) | 层叠式 笼养(%) | 平养和 散养(%) |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1.0~1.9 | 9 | 100.0 | 0.00 | 0.00 |
| 2.0~4.9 | 28 | 89.3 | 7.14 | 3.57 |
| 5.0~9.9 | 15 | 66.7 | 0.00 | 33.30 |
| 10.0~49.9 | 12 | 58.3 | 33.30 | 8.33 |
| ≥50.0 | 6 | 16.7 | 83.30 | 0.00 |

表 2 层叠式和阶梯式养殖投资对比

| 项目分类 | 阶梯式笼养 | 层叠式笼养 |
|-----------------------|--------|--------|
| 建筑面积(m ²) | 1 035 | 900 |
| 建筑总费用(万元/幢) | 56.9 | 60.0 |
| 设备总费用(万元/幢) | 40.0 | 79.2 |
| 总饲养蛋鸡数(羽) | 16 512 | 25 200 |
| 分摊费用[元/(羽·年)] | 58.7 | 55.2 |

表 3 养殖场清粪方式

| 养殖规模 (万羽) | 养殖场数量 (个) | 传送带清粪比例 (%) | 刮粪板清粪比例 (%) | 人工清粪比例 (%) | 混合方式比例 (%) |
|--------------|--------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| 1.0~1.9 | 9 | 0.0 | 44.4 | 33.3 | 22.2 |
| 2.0~4.9 | 28 | 10.7 | 67.9 | 10.7 | 10.7 |
| 5.0~9.9 | 15 | 13.3 | 60.0 | 20.0 | 0.0 |
| 10.0~49.9 | 12 | 50.0 | 16.7 | 8.3 | 25.0 |
| ≥50.0 | 6 | 83.3 | 16.7 | 0.0 | 0.0 |

20.0%。第二种方式,储存池暂存-车辆运输方式,养殖规模较大且采用刮粪板清粪的养殖场采用该方式,占调研总数的 51.4%。第三种方式,传送带收集-车辆运输方式,养殖规模较大且采用传送带清粪的养殖场通常采用该方式,占调研总数的 28.6%。由表 4 可知,随养殖规模的增大,采用传送带收集-车辆运输方式的比例从 0.0% 上升至 83.3%;而采用储存池暂存-车辆运输方式的比例从 86.7% 降至 16.7%;采用小型车辆收集运输方式仅限于养殖规模 5.0 万羽以下的养殖场,说明传送带收集-车辆运输更适宜大型和超大型养殖场。

2.4 粪污资源化处理环节

通过文献调研和实地调研,蛋鸡粪污处理技术包括肥料化处理、能源化处理以及养殖黑水虻饲料化处理技术^[13-16]。

实地调研 70 家蛋鸡养殖场,其中,62 家养殖场的鸡粪进行肥料化处理,占调研总数的 88.60%;养殖黑水虻和能源化处理各占 1.43%;垫料处理占 8.57%。由此可见,肥料化处理是粪污资源化处理

2.2 粪污清理环节

通过查阅文献和实地调研,蛋鸡舍内粪污清理包括传送带清粪、刮粪板清粪、人工清粪及混合清粪等多种方式^[10-12]。实地调研的 70 家蛋鸡养殖场中,其中,52 家养殖场采用刮粪板清粪和传送带清粪,占调研总数的 74.3%,说明刮粪板清粪和传送带清粪是主流的清粪方式。由表 3 可知,随养殖规模的增大,采用传送带清粪的比例从 0.0% 上升至 83.3%;而刮粪板清粪的比例从 67.9% 降至 16.7%;人工清粪的比例从 33.3% 降为 0.0%,逐渐被淘汰。说明传送带清粪是适宜大型和超大型养殖场的清粪方式。

2.3 粪污收集与运输环节

通过实地调研,鸡舍内的粪污通过 3 种方式运输至资源化处理环节。第一种方式,小型车辆收集运输方式,养殖散户一般采用该方式,占调研总数的

表 4 粪污收集与运输方式

| 养殖规模 (万羽) | 养殖场 数量 (个) | 小型车辆 收集运输 比例(%) | 储存池暂 存-车辆运 输比例(%) | 传送带收 集-车辆运 输比例(%) |
|--------------|------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1.0~1.9 | 9 | 66.7 | 33.7 | 0.0 |
| 2.0~4.9 | 28 | 28.6 | 60.7 | 10.7 |
| 5.0~9.9 | 15 | 0.0 | 86.7 | 13.3 |
| 10.0~49.9 | 12 | 0.0 | 16.7 | 83.3 |
| ≥50.0 | 6 | 0.0 | 16.7 | 83.3 |

环节的主流技术。

粪污肥料化处理模式中直接堆肥的比例为 30.0%,出售给第三方进行堆肥的比例为 58.6%。由表 5 可知,随养殖规模的增大,养殖场直接堆肥的比例从 66.7% 降至 0.0%;而出售给第三方进行堆肥的比例从 33.3% 上升至 66.7%。由此可见,大型养殖场更倾向于将鸡粪出售给第三方进行集中处理生产商品有机肥。

黑水虻是一种环境资源昆虫,能够将畜禽粪便转化为蛋白饲料。近年来,规模化黑水虻养殖技术

表 5 粪污处理方式

| 养殖规模 (万羽) | 养殖场数量 (个) | 直接堆肥比例 (%) | 第三方堆肥比例 (%) | 养殖黑水虻比例 (%) | 能源化利用比例 (%) | 垫料处理比例 (%) |
|--------------|--------------|---------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| 1.0~1.9 | 9 | 66.7 | 33.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2.0~4.9 | 28 | 35.7 | 64.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 5.0~9.9 | 15 | 20.0 | 53.3 | 0.0 | 0.0 | 26.7 |
| 10.0~49.9 | 12 | 16.7 | 66.7 | 0.0 | 0.0 | 16.7 |
| ≥50.0 | 6 | 0.0 | 66.7 | 16.7 | 16.7 | 0.0 |

不断得到提升,是一种潜在的粪污资源化处理技术^[14,17-19]。因此,饲料化利用技术(养殖黑水虻)也作为主流技术进行分析。

2.4.1 肥料化处理 由表 5 可知,粪污肥料化处理模式包括就地堆肥和第三方堆肥 2 种形式。生产企业采用何种形式,主要取决于养殖规模的大小。就地堆肥形式适宜养殖散户,前与小型车辆收集运输方式衔接。第三方堆肥形式适宜中大规模养殖场,前与传送带收集-车辆运输和储存池暂存-车辆运输技术衔接。

2.4.2 饲料化处理 粪污饲料化处理技术视蛋鸡养殖规模分为 2 种形式。第一种,养殖散户或者小规模养殖场的粪污实施就地饲料化处理技术,黑水虻养殖设施简陋,前端与小型车辆收集运输方式衔接。第二种,大规模养殖场的粪污通过第三方进行

饲料化处理,黑水虻养殖设施现代化和自动化水平高,与前端收储运技术的衔接有 2 种,分别是与传送带收集-车辆运输衔接及与储存池暂存-车辆运输衔接。

2.5 规模化蛋鸡养殖粪污污染防治技术模式 综合以上 4 个环节的主流技术以及各个环节前后衔接技术,形成 6 种规模化蛋鸡养殖粪污污染防治技术模式。

2.5.1 传送带清粪/刮粪板清粪-第三方堆肥技术模式 第三方堆肥技术模式运行流程见图 1。由图 1 可见,传送带清粪-第三方堆肥技术模式适宜较大养殖规模且采用传送带清粪的蛋鸡养殖场。刮粪板清粪-第三方堆肥技术模式适宜中小养殖规模且采用刮粪板清粪的蛋鸡养殖场。粪污由第三方集中收集并生产商品有机肥。

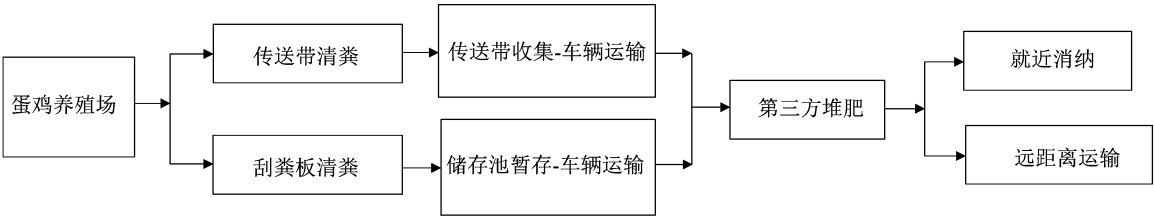


图1 传送带清粪/刮粪板清粪-第三方堆肥处理技术模式

2.5.2 传送带清粪/刮粪板清粪-饲料化处理技术模式 饲料化处理技术模式运行流程见图 2。由图 2 可知,传送带清粪-饲料化处理技术模式适宜较大养殖规模且采用传送带清粪的蛋鸡养殖场。刮粪板清粪-饲料化处理技术模式适宜中小养殖规模且采用刮粪板清粪的蛋鸡养殖场。粪污全部进行饲料化处理。

2.5.3 刮粪板清粪-就地堆肥/就地饲料化处理技术模式 粪污就地处理技术模式运行流程见图 3。由图 3 可知,刮粪板清粪-就地堆肥技术模式和刮粪板清粪-就地饲料化处理技术模式均适宜小规模且采用刮粪板清粪的蛋鸡养殖场。前者粪污进行就地堆肥处理,后者粪污进行就地饲料化处理。

3 结论与讨论

规模化蛋鸡养殖粪污从产生到收储运到资源化利用,对应的环节分别是蛋鸡养殖、粪污清理、粪污收集与运输和粪污处理 4 个环节,主流技术依次是层叠式笼养/阶梯式笼养、传送带清粪/刮粪板清粪、传送带收集-车辆运输/储存池暂存-车辆运输、肥料化处理/饲料化处理。

随蛋鸡养殖规模的增大,层叠式笼养、传送带清粪、传送带收集-车辆运输等技术,是与大型以及超大型现代化蛋鸡养殖场更加匹配的技术方式,粪污收储运效率高,环境效益好。在日益收紧的环保政策下,适宜推广粪污传送带收储运方式。

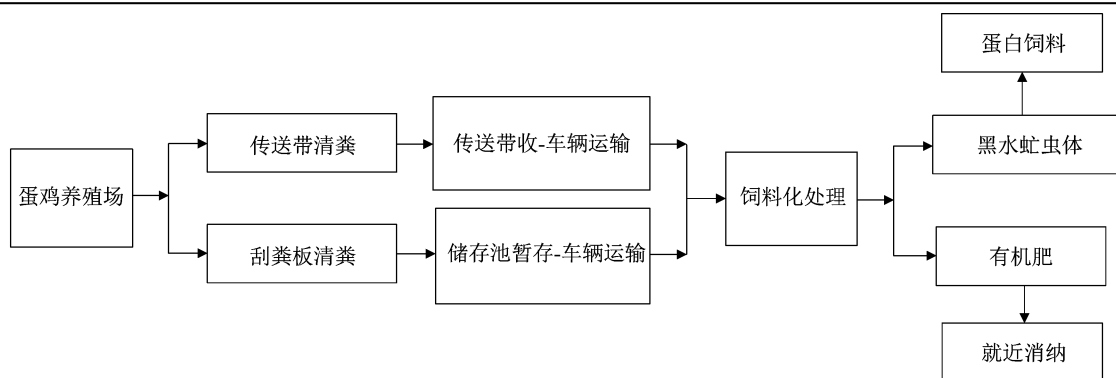


图2 传送带清粪/刮粪板清粪-饲料化处理技术模式

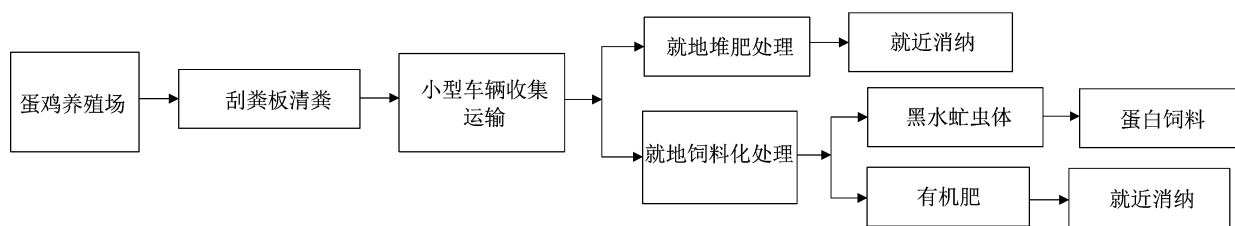


图3 刮粪板清粪-就地堆肥/饲料化处理技术模式

规模化蛋鸡养殖,粪污适宜进行堆肥处理,符合农业部印发的《畜禽粪污资源化利用行动方案(2017—2020 年)》要求,即家禽等以固体粪便为主的规模化养殖场,鼓励进行固体粪便堆肥或建立集中处理中心生产商品有机肥。近年来,利用黑水虻处理畜禽粪便获得黑水虻虫体作为饲料的技术也逐渐成为粪污无害化处理的有效途径之一^[15,20-23],在减少畜禽粪污污染的同时能够创造可观的经济效益。因此,本研究将肥料化和饲料化处理技术作为粪污处理环节的主流技术。

在各环节主流技术的基础上形成了 6 种粪污污染防治典型技术模式,分别是:传送带清粪-第三方堆肥技术模式、刮粪板清粪-第三方堆肥技术模式、传送带清粪-饲料化处理技术模式、刮粪板清粪-饲料化处理技术模式、刮粪板清粪-就地堆肥技术模式、刮粪板清粪-就地饲料化处理技术模式。

参考文献:

- [1]秦 富.我国蛋鸡产业发展现状问题及建议[J].北方牧业,2017(23):10-11.
- [2]于 琦,李 华.中国蛋鸡产业现状及发展思路[J].农业展望,2018,14(4):32-37.
- [3]王 辉,林耀民.我国蛋鸡养殖规模化发展现状调研分析报告[J].农业与技术,2018,38(6):141.
- [4]朱 宁,秦 富.中国蛋鸡养殖区域格局分析[J].中国禽业导刊,2018(13):32-35.

- [5]张 乐,薛 杰.散养、笼养、网上平养 3 种不同的饲养方式对鸡产蛋量的影响[J].北京农业,2015(18):89.
- [6]赵春颖,初蔚琳,吕学泽,等.不同养殖方式对北京地区绿壳蛋鸡产蛋性能和蛋品质的影响[J].中国家禽,2017,39(3):36-40.
- [7]李培琛,徐玉芳.笼养蛋鸡健康养殖技术研究的现状与发展趋势[J].中国畜牧兽医文摘,2018,34(2):95.
- [8]曲田桂,周卫斌.层叠式蛋鸡笼养模式与阶梯式笼养模式生产效益比较[J].北方牧业,2011(11):14.
- [9]杨丽丽,苑清国,姜 海.蛋鸡层叠式与阶梯式笼养模式生产效益的对比[J].现代畜牧兽医,2016(5):18-23.
- [10]王 强,邵 丹,童海兵,等.不同清粪模式对鸡舍环境质量及鸡粪成分的影响[J].贵州农业科学,2017,45(1):87-90.
- [11]朱 宁,秦 富.畜禽粪便清理对规模养殖场生产效率的影响分析——以蛋鸡规模养殖户为例[J].农业技术经济,2014(5):4-12.
- [12]毕璐璐,廖新伟,吴银宝,等.蛋鸡场清粪技术效能的层次分析法评价[J].中国家禽,2014,36(21):45-49.
- [13]朱 宁,马 骥.我国畜禽养殖场废弃物来源、处理方式及处理难度评估——以蛋鸡养殖场为例[J].中国畜牧杂志,2013,49(24):60-63.
- [14]袁国莉,韩学能.黑水虻的养殖及应用前景[J].畜牧业环境,2019(10):51-52.
- [15]张俊哲,刘执平,陈国忠.黑水虻的养殖及其处理畜禽粪便的研究进展[J].山东畜牧兽医,2019,40(1):72-74.
- [16]刘茹飞,陈 刚,王明超,等.我国典型禽畜粪便资源化技术研究[J].再生资源与循环经济,2017,10(3):37-40.
- [17]张 杰,温逸婷,高正辉,等.黑水虻的资源化利用研究现状[J].应用昆虫学报,2019,56(5):997-1006.
- [18]高 俏,刘馨松,李 逵,等.亮斑扁角水虻高附加值产品开发的研究进展[J].安徽农业科学,2016,44(34):102-104.

肖琦,蒋彩霞,史慧,等. 非洲猪瘟病毒荧光定量 PCR 的建立及 4 种检测试剂盒的比较[J]. 江苏农业科学,2021,49(1):119-124.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.02.022

非洲猪瘟病毒荧光定量 PCR 的建立 及 4 种检测试剂盒的比较

肖琦¹, 蒋彩霞², 史慧³, 赵霞玲^{1,4}, 钱雯娟^{1,4}, 朱家平^{1,4}, 张冯禧^{1,4}, 温立斌¹, 汪伟¹, 何孔旺¹

(1. 江苏省农业科学院兽医研究所/农业部兽用生物制品工程技术重点实验室, 江苏南京 210014;

2. 江苏省镇江市动物疫病预防控制中心, 江苏镇江 212003;

3. 江苏省连云港市畜牧兽医站, 江苏连云港 222001; 4. 西藏农牧学院, 西藏林芝 860000)

摘要:为评估目前常用商品化非洲猪瘟荧光定量 PCR 检测试剂盒,参考 OIE 推荐的非洲猪瘟病毒 (ASFV) 荧光定量 PCR 方法合成引物和探针,建立非洲猪瘟病毒 qPCR 检测方法 (OIE-qPCR);并与市面 4 种 ASFV 检测试剂盒进行了比较。以人工合成的 ASFV p72 基因 TA 克隆重组质粒为阳性标准品,OIE-qPCR 可以检测到 $10 \sim 10^2$ copies;而 4 种 ASFV 荧光定量 PCR 检测试剂盒中,进口试剂盒 TF-qPCR 能检测到 10 copies,进口试剂盒 ID-qPCR 和国产试剂盒 QD-qPCR 能检测到 $10 \sim 10^2$ copies,而国产试剂盒 LY-qPCR 能检测到 10^2 copies。对健康猪组织样及临床模拟样品的检测结果显示:OIE-qPCR 与 4 种检测试剂盒之间的符合率为 92.60%~99.03%。其中,阳性样品 C_T 值的相关系数为 0.988~0.997 (Pearson 法),表明各试剂盒之间相关性良好;但在检测病毒核酸含量较低的样品时,各试剂盒结果之间存在一定差异,其中,TF-qPCR 试剂盒显示更高的阳性检出率,ID-qPCR 试剂盒和 LY-qPCR 试剂盒次之。本研究为临床选用非洲猪瘟病毒快速检测试剂盒提供了依据。

关键词:非洲猪瘟病毒;检测;荧光定量 PCR;灵敏性;稳定性;敏感性

中图分类号:S852.65⁺1

文献标志码:A

文章编号:1002-1302(2021)02-0119-06

非洲猪瘟自从 2018 年 8 月在我国首次报道^[1]以来,对我国养猪业造成了巨大的经济损失^[2]。病原的快速检测在防控非洲猪瘟上发挥着十分重要的作用。实时荧光 PCR 因其特异性高、敏感性好,是目前应用最为广泛的非洲猪瘟检测技术^[3]。市场上主流使用的试剂盒的品牌较多,既有国产品牌,也有进口品牌。在实际使用过程中,各种品牌非洲猪瘟病毒荧光定量 PCR 检测试剂盒的效果是

否存在差异,相关报道较少。为了建立统一的参比方法,本研究参考 OIE 推荐的非洲猪瘟病毒荧光 PCR 方法^[4]合成引物和探针,建立非洲猪瘟病毒 qPCR (简称 OIE-qPCR) 检测方法,以人工合成的非洲猪瘟病毒 p72 蛋白基因 TA 克隆为阳性质粒标准品,以健康猪组织样及临床模拟样品作为检测对象,比较 OIE-qPCR 和 4 种临床常用的非洲猪瘟病毒荧光定量 PCR 检测试剂盒的灵敏性、稳定性、特异性,为临床检测非洲猪瘟病毒时的试剂盒选用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 仪器与试剂

QuantStudio 6 Flex 实时荧光定量 PCR 系统,购自美国应用生物系统 (ABI) 公司;美国 MP * FastPrep-24 样品均质仪,购自美国 MP 公司。

收稿日期:2020-11-13

基金项目:江苏省现代农业(生猪)产业技术体系生物安全创新团队项目(编号:JATS[2019]403)。

作者简介:肖琦(1980—),女,辽宁丹东人,博士,助理研究员,主要从事猪病及人兽共患病防控研究。E-mail: xiaoqi_2122@163.com。

通信作者:何孔旺,研究员,主要从事猪病及人兽共患病防控研究。E-mail: kwh2003@263.net。

[19] 黄友良,欧玲利. 黑水虻资源化利用研究[J]. 中国资源综合利用,2019,37(7):48-50.

[20] 刘韶娜,赵智勇. 黑水虻对畜禽废弃物治理的研究进展[J]. 养猪,2016(2):81-83.

[21] 许彦腾,张建新,宋真真,等. 黑水虻幼虫蛋白质的制备及体外

抗氧化活性[J]. 核农学报,2014,28(11):2001-2009.

[22] 张放,杨伟丽,杨树义,等. 黑水虻虫粉对生长猪生长性能和血清生化指标的影响[J]. 动物营养学报,2018,30(6):2346-2351.

[23] 陈杰,邝哲师,肖明,等. 畜禽粪便处理的优质昆虫黑水虻[J]. 安徽农业科学,2014,42(24):8180-8182.