

山西省运城市近五年畜禽粪污土地承载力分析

屈博¹,常新建²,原朝杨¹,王祎¹

(1. 运城市农业农村局,山西 运城 044000;2. 运城市畜牧兽医发展中心)

摘要:为了解山西省运城市畜牧业发展动态,推动运城地区畜禽粪污资源化利用,加快发展绿色循环农业,利用山西省运城市畜牧业、种植业资料和统计年鉴数据,分析测算2016年—2020年运城市主要农作物耕地畜禽粪污土地承载力(以下简称耕地粪污承载力)。结果表明:2016年—2020年运城市耕地粪污承载力均高于主要畜禽年末存栏量猪当量,全市的畜禽粪污能够完全在本市域内进行消纳,运城市耕地粪污承载力在可承受的范围之内,且畜牧业仍具有较大的发展空间。

关键词:运城市;畜禽粪污;土地承载力;氮;磷;分析

[中图分类号] S811.7 [文献标识码] A [文章编号] 1004-6704(2023)03-0026-006

Analysis of Land Bearing Capacity of Livestock and Poultry Manure in Yuncheng City in the Past Five Years

QU Bo¹, CHANG Xin-jian², YUAN Zhao-yang¹, WANG Yi¹

(1. Yuncheng Agriculture and Rural Bureau, Yuncheng Shanxi 044000, China;

2. Yuncheng Animal Husbandry and Veterinary Development Center)

Abstract: This study aims to understand the development of animal husbandry in Yuncheng, Shanxi Province, promote the resource utilization of livestock and poultry manure in Yuncheng, and accelerate the development of green circular agriculture. Using animal husbandry and planting data and statistical yearbook data in Yuncheng City, Shanxi Province, we analyzed and calculated the land carrying capacity of the main crops in Yuncheng from 2016 to 2020 (hereinafter referred to as the manure carrying capacity of cultivated land). The results show that from 2016 to 2020, the manure carrying capacity of cultivated land in Yuncheng is higher than the pig equivalent of the main livestock and poultry at the end of the year. The city's livestock and poultry manure can be completely absorbed within the city. The manure carrying capacity of cultivated land in Yuncheng is within the acceptable range, and the animal husbandry still has a large room for development.

Key words: Yuncheng; livestock and poultry manure; land carrying capacity; nitrogen; phosphorus; analysis

2022年中央一号文件明确提出“要推进农业农村绿色发展,加强农业面源污染综合治理,加强畜禽粪污资源化利用”。我国畜牧业蓬勃发展,自2015年以来,全国逐步推动“南猪北养”,在此大背景下,山西省运城市迎来了生猪产业的快速发展期,同时带来的是环保压力的不断增加。据统计,2017年我国畜禽粪污产量约38亿t,处理与利用率不高,仅为60%,2021年有所下降,但产量仍高达30.5亿t,畜禽粪污已位居农业面源污染首位,如果处置不当,将会严重破坏农村人居环境,严重限制畜牧业的健康发展。畜禽粪污是“没有放对位置的资源”,目前全国各地均在研究有效的无害化处理和资源化利用模

式,如固液分离模式、全量收集利用模式,研究发现,施肥还田是目前最绿色经济的利用方式。而还田利用的关键是要保持一定区域内畜禽粪污产生量与土地承载力的平衡,如果一定区域内畜禽粪污排泄量大于土地承载力,就会对该区域环境造成破坏,甚至会造成土壤板结、地下和地表水水体污染等环境污染问题。本研究以山西省运城市统计年鉴中主要农作物(粮食、水果、蔬菜)产量和主要畜禽(猪、牛、羊、禽类)年末存栏量等数据资料,结合农业农村部制定发布的《畜禽粪污土地承载力测算技术指南》(以下简称测算指南),分析测算运城市近五年来的主要农作物粪肥养分的需求量、主要畜禽(猪、牛、羊、禽类)年末存栏量折算出的猪当量和同等年份的耕地粪污最大承载力,根据测算结果,进一步分析运城市耕地粪污承载力与主要畜禽(猪、牛、羊、禽类)年末存栏

[收稿日期] 2022-09-28

[作者简介] 屈博(1988-),男,安徽亳州人,硕士,畜牧师,主要从事农业政策研究、畜牧业发展规划及技术指导工作。E-mail: bzqb88@163.com

量折算出的猪当量之间的大小关系,从而来判断运城耕地粪污承载力的健康运行情况,为推动全市畜禽粪污资源化利用,科学开展以种定养和优化养殖结构和养殖规模提供理论参考。

1 研究区域概况

运城,位于山西省西南部,汾渭平原核心地带,境内平原、丘陵台地等地形资源丰富,土壤肥沃、四季分明,耕地面积为 3.92 万 hm^2 左右,年平均气温 13.3℃,降水量为 510.7 mm,日照 2188.8 h,无霜期 188~238 d。近年来,粮食产量在 265 万 t 以上,是山西省的农业大市、果业大市、畜牧大市,近年来

现代农业蓬勃发展,已探索出一条高质量高速度的发展道路。

1.1 近五年运城市种植业现状

近五年运城市主要农作物产量如表 1 所示。由表 1 可知,2016~2020 年,运城市玉米、小麦、大豆、谷子、马铃薯、蔬菜、水果等主要农作物产量虽有波动,但总体保持稳中有增的态势。2020 年,除大豆以外,运城市主要农作物产量均比 2016 年有所增加,其中,小麦增产 7.1 万 t,玉米增产 10.7 万 t,谷子增产 0.15 万 t,马铃薯增产 0.26 万 t;蔬菜、水果增幅较大,分别增产 26.2 万 t、46.6 万 t;大豆有所下降,减少 0.42 万 t。

表 1 运城市近五年主要农作物的产量

年份	小麦	玉米	谷子	大豆	马铃薯	蔬菜	水果
2016	1 255 255	1 386 891	3 878	12 307	2 138	1 869 793	6 189 380
2017	1 267 956	1 285 576	3 573	16 568	1 788	1 989 981	6 202 154
2018	1 273 497	1 171 091	4 642	15 007	1 603	2 093 700	5 748 865
2019	1 268 225	1 280 990	4 121	14 045	1 457	2 068 906	6 297 494
2020	1 326 234	1 494 261	5 325	8 133	4 777	2 132 052	6 654 881

1.2 近五年运城市畜牧业现状

运城市近五年主要畜禽年存栏量如表 2 所示。由表 2 可知,2016~2020 年,运城市牛、羊、家禽的存栏量波动不大,总体保持稳中有增的趋势,2020 年运城市牛、羊、家禽存栏量较 2016 年分别增加 0.3 万头、4.04 万只和 479.31 万只;但生猪存栏量波动较大,2017 年生猪存栏较 2016 年降幅较大,主要是因为 2017 年受国家禁限养区划定最后时限影响,运城地区搬迁和关闭猪场的力度较大,导致生猪出栏量持续下滑。2018 年,牧原、温氏、大象农牧等国内大型生猪养殖企业,在运城大规模投资建场,推动运城生猪存栏数显著增加;但受 2018 年后半年爆发的非洲猪瘟疫情影响,2019 年运城市生猪存栏数下滑严重,至 2020 年才有所回升。

运城市近五年主要畜禽年末出栏量如表 3 所示。由表 3 可知,与 2016 年相比,2020 年运城市生猪、牛、羊出栏量总体保持稳定,其中生猪、牛出栏量有所增长,分别增长 5.25 万头、0.21 万头;羊出栏量有所下降,减少 2.85 万只。

表 3 运城市近五年主要畜禽年末出栏量 万头,万只

年份	生猪	牛	羊
2016	138.12	1.79	36.94
2017	122.14	1.99	37.13
2018	138.13	1.85	34.20
2019	136.95	1.95	32.95
2020	143.36	2.00	34.08

2 运城市近五年主要农作物总养分需求分析

2.1 计算方法

根据 2016~2020 年运城市统计的粮食、蔬菜、水果等主要农作物的产量数据和农业部公布的《测算指南》给出的主要农作物产生 100 kg 产量的氮磷吸收量推荐值(具体见表 4),计算出运城市 2016~

表 2 运城市近五年主要畜禽年存栏量 万头,万只

年份	生猪	牛	羊	家禽
2016	113.61	4.69	67.40	2696.27
2017	97.09	4.82	63.36	2455.18
2018	116.90	4.10	68.12	2465.90
2019	92.24	4.09	67.36	2833.63
2020	112.85	4.99	71.45	3175.58

2020年主要农作物总养分需求量,计算方法见公式(1):

$$Y_{\text{total}} = \sum X_i \times A_i \times 10^{-2} \quad (1)$$

其中: Y_{total} 为运城市主要农作物总养分需求量, t ; X_i 为运城市第 i 种主要农作物的产量, t ; A_i 为第 i 种主要农作物生产 100 kg 时吸收的氮(磷)素量, $\text{kg} \cdot 100 \text{ kg}^{-1}$ 。

2.2 运城市主要农作物总养分需求

主要农作物产生 100 kg 产量的氮磷吸收量推荐值如表 4 所示。

表 4 主要农作物 100 kg 产量的氮磷吸收量推荐值

种类	作物	氮(kg)	磷(kg)
大田作物	小麦	3	1
	玉米	2.3	0.3
	谷子	3.8	0.44
	大豆	7.2	0.748
	马铃薯	0.5	0.088
	黄瓜	0.28	0.09
	番茄	0.33	0.1
	青椒	0.51	0.107
	茄子	0.34	0.1
	大白菜	0.15	0.07
蔬菜	萝卜	0.28	0.057
	大葱	0.19	0.036
	大蒜	0.82	0.146
	桃	0.21	0.033
	葡萄	0.74	0.512
	苹果	0.3	0.08
	梨	0.47	0.23
	果树		

根据表 1 和表 4 中的数据,使用公式(1)可计算出运城市 2016~2020 年农作物总氮和总磷养分的需求量。经过计算,氮素养分的总需求量分别为:9.10 万 t、8.92 万 t、8.56 万 t、9.02 万 t、9.65 万 t;磷素养分的总需求量分别为:2.30 万 t、2.28 万 t、2.22 万 t、2.30 万 t、2.45 万 t。虽然 2016~2020 年,五年间氮素(磷素)养分的总需求量有所波动,但总体上比较稳定,彼此间的差距不大,且变化趋势与运城市主要农作物产量的变化趋势保持一致,具体

见图 1。

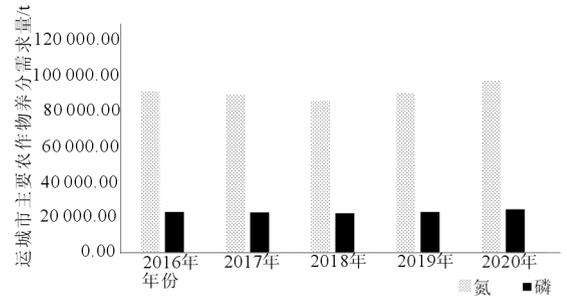


图 1 2016—2020 年运城市主要农作物总产量的养分需求量

2.3 运城市主要农作物粪肥氮(磷)养分需求量

根据《测算指南》给出的计算方法,对运城市主要农作物粪肥氮(磷)养分需求量进行计算。具体计算方法见公式(2):

$$M_{\text{total}} = \frac{Y_{\text{total}} \times \alpha \times \kappa}{\beta} \quad (2)$$

M_{total} 为运城市主要农作物粪肥氮(磷)养分需求量, t ; Y_{total} 为运城市主要农作物总养分需求量, t ; α 为土壤中施肥所提供的养分在农作物总养分需求中的占比, %; κ 为农田土壤粪肥施用量在所有施用肥料中占有的比例, %; β 为农田土壤中粪肥(主要是氮、磷素)的当季吸收利用效率。

不同地区的氮(磷)施肥提供农作物所需养分的占比要根据当地的土壤肥力来决定,参考表 5 中的施肥占比推荐值和已有研究结果,本研究中运城地区的土壤肥力水平采用 II 级作为参考值,本文中 α 取值为 45%。根据对运城本地 20 家种粮大户调研和咨询农业专家,发现运城地区粪肥施用占施肥总量的一半左右,本文 κ 取值为 50%。农业部发布的《测算指南》中粪肥里的氮素、磷素当季吸收利用效率的推荐值分别为 25%~30%、30%~35%,本文中采用均值来计算, β 分别取值为:27.5%和 32.5%。

表 5 土壤不同氮磷养分水平下施肥供给养分占比推荐值

土壤氮磷养分分级		I	II	III
施肥供给占比		35%	45%	55%
旱地(大田作物)		>1.0	0.8~1.0	<0.8
土壤全氮含量 (g/kg)	水田	>1.2	1.0~1.2	<1.0
	菜地	>1.2	1.0~1.2	<1.0
	果园	>1.0	0.8~1.0	<0.8
	水田	>1.2	1.0~1.2	<1.0

由图 1 和表 5 数据,按照公式(2)可计算出,运城市 2016~2020 年农作物粪肥中氮(磷)总养分需求量,粪肥中氮素养分的总需求量分别为:7.45 万 t、7.3 万 t、7 万 t、7.38 万 t、7.9 万 t;粪肥中磷素养分的总需求量分别为:1.59 万 t、1.58 万 t、1.54

万 t、1.59 万 t、1.7 万 t。具体见图 2。

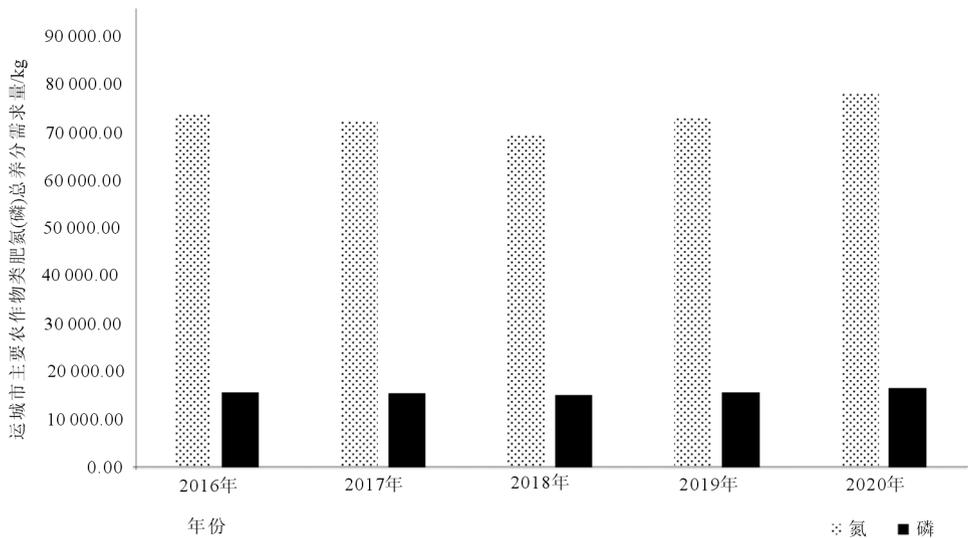


图 2 2016 年—2020 年运城市主要农作物粪肥氮(磷)总养分需求量

3 运城市近五年耕地粪污承载力分析

3.1 计算方法

畜禽粪污的土地承载能力,常用猪当量来进行测算。根据农业部发布的《测算指南》,及已有研究成果,去掉畜禽粪污养分从产生到施肥过程中的各类损耗,1 个猪当量可提供 7.0 kg 的氮素养分和 1.2 kg 的磷素养分。区域耕地粪污承载力计算方法见公式(3):

$$N_{\text{total}} = \frac{M_{\text{total}}}{\theta} \quad (3)$$

N_{total} 为区域耕地粪污承载力; M_{total} 为运城市

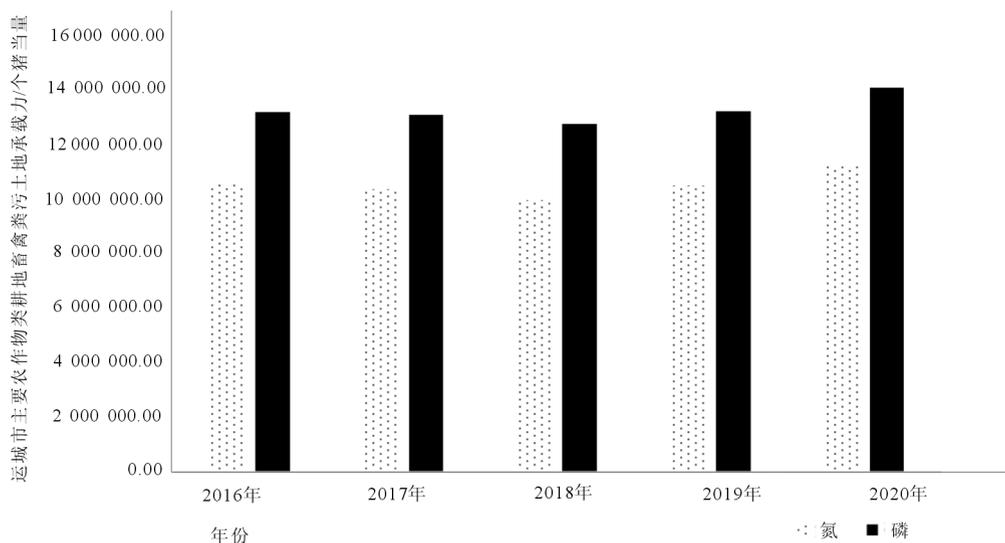


图 3 2016—2020 年运城市耕地粪污承载力

由图 3 可以看出,按照氮素、磷素分别计算出的 2016~2020 年运城市耕地粪污承载力存在较大差距,五年间按照氮计算出的耕地粪污承载力均小于按照磷计算出的数值,取二者中的最小值,可以得出

主要农作物粪肥氮(磷)养分需求量, t ; θ 为 1 个猪当量可提供的氮(磷)养分量, kg。

3.2 运城市耕地粪污承载力

由表 2 和公式(3)可计算出,2016~2020 年运城市耕地粪污承载力,其中,耕地粪污承载力(氮)总数分别为:1 063.67 万个猪当量、1 042.83 万个猪当量、1 000.12 万个猪当量、1 053.73 万个猪当量、1 128.14 万个猪当量;耕地粪污承载力(磷)总数分别为:1 326.14 万个猪当量、1 315.47 万个猪当量、1 280.22 万个猪当量、1 327.34 万个猪当量、1 413.81 万个猪当量。具体见图 3。

运城市近五年耕地粪污承载力取决于氮素的承载力,分别为:1 063.67 万个猪当量、1 042.83 万个猪当量、1 000.12 万个猪当量、1 053.73 万个猪当量、1 128.14 万个猪当量。

4 运城市近五年主要畜禽年末存栏量猪当量分析

猪当量,是用来指示 畜 禽排出的粪污中氮、磷含量的 度量 单位,1头猪可标识为1个猪当量。1个猪当量可排放出11 kg的氮素、可排放出1.65 kg的磷素。以畜禽(羊、牛、家禽)存栏量来折算的比例为:100头猪可折算为2500只家禽、250只羊、30头肉牛和15头奶牛。运城是畜牧大市,主要畜

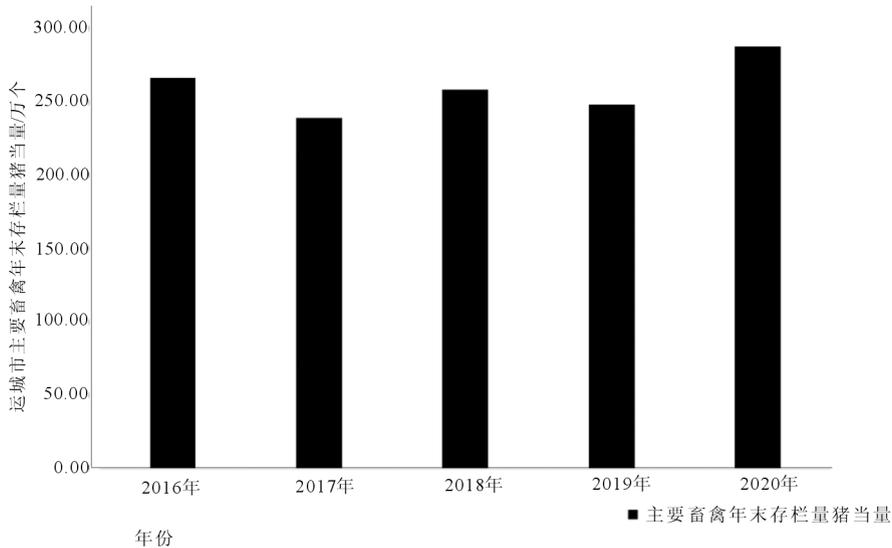


图4 2016年—2020年运城市主要畜禽年末存栏量猪当量

5 运城市近五年耕地粪污承载力分析

从统计数据可知,2021年运城市水果面积166 000 hm²,年产量605万t,分别占山西省的42.78%和65.76%。蔬菜播种面积51 333.3hm²,总产量229万t,蔬菜面积和产量占全省的23%,居全省首位。鉴于运城水果、蔬菜巨大的体量,本研究在充分考虑运城地区58 666.7 hm²多主要粮食作物对畜禽粪污的消纳能力的同时,尽可能的把运城地区具

牧业以猪、鸡、牛、羊为主,梅花鹿、驴、鸽子等养殖量较小,本文不予考虑,仅以运城市养殖规模较大的猪、鸡、牛、羊4种畜禽为研究对象。由表2数据和《测算指南》给出的折算比例,可计算出2016~2020年运城市主要畜禽(猪、牛、羊、家禽)年末的存栏量猪当量,分别为:267.18万个猪当量、239.90万个猪当量、259.19万个猪当量、248.91万个猪当量、288.40万个猪当量。具体见图4。

有优势的水果、蔬菜产业也纳入到分析运城地区耕地的畜禽粪污土地承载能力的范围之内。通过对运城市耕地粪污承载力和主要畜禽(猪、牛、羊、家禽)年末存栏量的猪当量进行比较分析,来判断运城市耕地粪污承载力的情况。经分析比较可知,2016~2020年,运城市耕地粪污承载力均高于主要畜禽年末存栏量猪当量,平均高出4倍左右,说明运城市耕地粪污承载力在可承受的范围之内,且有机肥供给不足,畜牧业仍具有较大的发展空间,具体见图5。

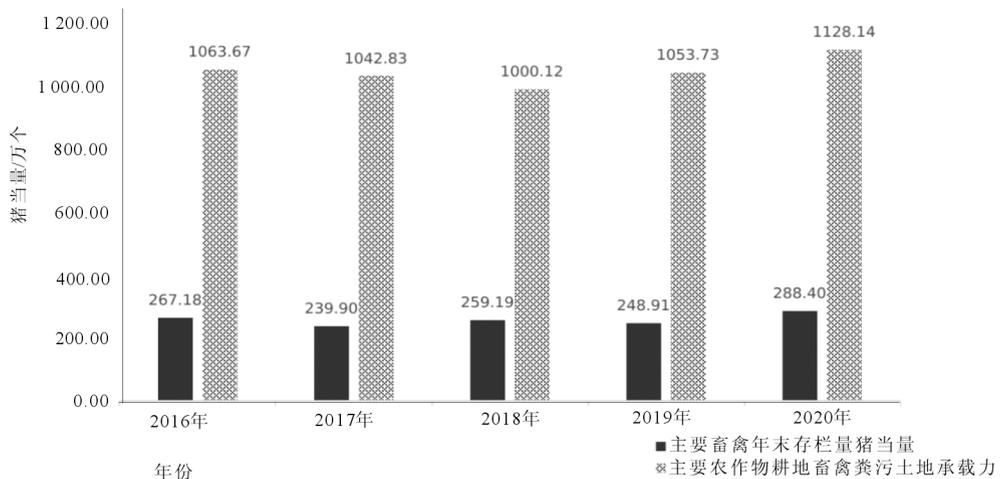


图5 2016年—2020年运城市耕地粪污承载力与主要畜禽年末存栏量猪当量

6 结论

(1)运城市耕地粪污承载力总体保持稳定,2016~2020 年全市耕地粪污承载力分别为:1 063.67 万个猪当量、1 042.83 万个猪当量、1 000.12 万个猪当量、1 053.73 万个猪当量、1 128.14 万个猪当量。(2)运城市主要畜禽年末存栏量猪当量虽有波动,但总体保持稳定态势,2016 年—2020 年运城市主要畜禽年末存栏量猪当量分别为:267.18 万个猪当量、239.90 万个猪当量、259.19 万个猪当量、248.91 万个猪当量、288.40 万个猪当量。(3)运城市耕地粪污承载力远高于主要畜禽年末存栏量猪当量,全市的畜禽粪污能够完全在本市域内进行消纳,运城市耕地粪污承载力在可承受的范围之内,且畜牧业仍具有较大的发展空间。(4)运城市耕地粪污承载力为 1 000 万个猪当量左右,在以后的畜牧业发展中运城市可参考这一数值,来布局本市域内畜牧业产业结构。同时,运城市要加大畜禽粪污无害化处理配套设施的建设,提高配套率,提升畜禽粪污的高水平资源化开发利用;要合理布局,科学规划畜牧业发展格局,尽可能的避免畜禽粪污在局部范围内的超载情况出现,大力推广“粪污专业化能源利用”、“粪污全量收集还田”和“污水肥料化利用”等模式;坚持走绿色循环发展道路,在耕地粪污承载力的可承受的范围之内,持续推动畜牧业健康绿色高质量发展。

(上接第 25 页)

HI 试验阳性。用于检测抗原(病原)时,抗原液(病毒液)HA 效价 $\geq 4 \log_2$,且标准新城疫阳性血清对其 HI 效价 $\geq 4 \log_2$,判为新城疫病毒。这样就能体现 HA/HI 试验既能用于抗体检测,又能用于抗原(病原)鉴定。

新版标准发布实施,使得新城疫 HA、HI 试验在操作上更精准详细,在结果判定上更科学准确,体现了标准的引领性、规范性和指导性。它使试验人员更加有标准可依,有步骤可循,提高了试验操作的规范性和精准性,同时也为进一步指导 ND 防控提供了技术支撑与标准依据。

参考文献:

[1] 世界动物卫生组织(OIE),农业部兽医局组译.《陆生

参考文献:

- [1] 南猪北养趋势形成行业集中度加快提升[J]. 猪业观察,2017(3):6-8.
- [2] 李红娜,吴华山,耿兵,等.我国畜禽养殖污染防治瓶颈问题及对策建议[J]. 环境工程技术学报,2020,10(2):167-172.
- [3] 赵娜娜,滕婧杰,陈瑛.中国农业废弃物管理现状分析[J]. 世界环境,2018(4):44-47.
- [4] 曹江虹.武山县畜禽粪污资源化利用现状及对策[J]. 畜牧兽医杂志,2022,41(5):107-108,110.
- [5] 姜海,雷昊,白璐,等.不同类型地区畜禽养殖废弃物资源化利用管理模式选择——以江苏省太湖地区为例[J]. 资源科学,2015,37(12):2430-2440.
- [6] 牛统娟,王智,胡建宏.畜禽粪污资源化利用方式研究进展[J]. 畜牧兽医杂志,2021,40(3):19-22,25.
- [7] 运城市统计局,国家统计局运城调查队运城统计年鉴—2020[M]. 北京:中国统计出版社,2020.
- [8] 运城市统计局,国家统计局运城调查队运城统计年鉴—2021[M]. 北京:中国统计出版社,2021.
- [9] 农业部办公厅.畜禽粪污土地承载力测算技术指南[Z]. 2018-01-15.
- [10] 裴占江,刘杰,李鹏飞,等.黑龙江省富裕县畜禽粪污土地承载力分析[J]. 黑龙江农业科学,2020(9):49-52.
- [11] 刘蝴蝶,李晓萍,赵国平,等.山西主要耕作土壤肥力现状即变化规律[J]. 山西农业科学,2010,38(1):73-77.

动物卫生法典》[M]. 北京:中国农业出版社,2012,第 21 版:563-574.

- [2] 世界动物卫生组织(OIE),农业部兽医局组译.《OIE 陆生动物诊断试验与疫苗手册》[M]. 北京:中国农业出版社,2012.
- [3] 农业农村部关于印发国家动物疫病监测与流行病学调查计划(2021-2025)的通知[Z]. 北京:农业农村部,2021.
- [4] 国家市场监督管理总局,国家标准化管理委员会.新城疫诊断技术:GB/T 16550—2020[S]. 北京:国家市场监督管理总局,国家标准化管理委员会,2020-12-14.
- [5] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.新城疫诊断技术:GB/T 16550—2008[S]. 北京:中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会,2008-12-31.