

## 畜禽养殖废弃物资源化利用 与现代生态养殖模式

吴信, 万丹, 印遇龙

(中国科学院亚热带农业生态研究所/中国科学院亚热带农业生态过程重点实验室/  
畜禽养殖污染控制与资源化技术国家工程实验室/湖南省畜禽健康养殖工程技术研究中心/  
农业部中南动物营养与饲料科学观测实验站, 长沙 410125)

**摘要:** 养殖业不仅为人类提供丰富的食物来源, 还可提供有机肥原料, 改善土壤生态环境, 促进种植业增产增收, 因此是一个与人类食物链和生态环境关系十分密切的产业, 是一个既能影响土壤生态, 又能影响种植业和人类食品安全的“承上启下”的产业。合理适度的养殖, 有利于保持生态平衡, 实现农业可持续发展。当前, 中国养殖业还存在加工比重小、技术落后、高耗低效等问题; 同时, 由于集约化、规模化养殖的发展, 畜禽养殖污染产生量大、处理成本高、综合利用率低, 科学合理地处理养殖废弃物已成为农村环境保护治理的紧迫任务。笔者回顾了养殖业产业发展历程, 总结了中国在养殖业领域取得的重要成果, 分析了当前国内养殖业面临的养殖废弃物处理问题, 凝练出了国内当前养殖业废弃物处理的形势任务, 提出发展现代生态养殖是解决中国畜牧业转型升级过程中出现的新问题的必然选择, 并对此展望了未来发展前景和趋势。

**关键词:** 养殖业; 现代生态养殖模式; 畜禽废弃物; 可持续发展

**中图分类号:** S87

**文献标志码:** A

### Modern Ecological Breeding Mode and Resource Utilization of Livestock Wastes

Wu Xin, Wan Dan, Yin Yulong

(Key Laboratory of Agro-ecological Processes in Subtropical Region, Institute of Subtropical Agriculture, the Chinese Academy of Sciences/ National Engineering Laboratory for Pollution Control and Waste Utilization in Livestock and Poultry Production/ Hunan Provincial Engineering Research Center for Healthy Livestock and Poultry Production; Scientific Observing and Experimental Station of Animal Nutrition and Feed Science in South-Central, Ministry of Agriculture, Changsha 410125, Hunan, China)

**Abstract:** Livestock farming is an essential activity in many rural areas, where it contributes to the maintenance of soil fertility, ecological environment, promoting crop yield and farmland biodiversity, as well as to a set of social public goods including food security, rural vitality and culture. Therefore, livestock industry is the pivotal link between the human food chain and the ecological environment. Rational and appropriate livestock breeding is beneficial to maintain ecological balance and realize sustainable development of agriculture. At present, China remains the technology-lagged country with a high-cost-low-efficiency livestock industry, and only a small proportion of livestock products intensive processed. Meanwhile, due to the development of intensive and large-scale farming, it produced a large quantity of livestock waste, with a low rate of comprehensive utilization and a high cost for innocent treatments. The scientific and reasonable

**基金项目:** 国家重点研发计划项目“茶园化肥农药减施增效技术集成研究与示范”(2016YFD0200900); 国家重点研发计划项目“畜禽营养代谢与中毒性疾病防控技术研究”(2016YFD0501201); 湖南农业科技创新资金项目“畜禽废弃物安全高效资源化利用创新团队”(2017YC03)。

**第一作者简介:** 吴信, 男, 1979年出生, 河南周口人, 副研究员, 博士, 从事动物生态营养方面的研究。通信地址: 410125 湖南省长沙市芙蓉区远大二路644号 中国科学院亚热带农业生态研究所, Tel: 0731-84619767, E-mail: wuxin@isa.ac.cn。

**通讯作者:** 印遇龙, 男, 1956年出生, 湖南桃源人, 中国工程院院士, 中国农学会微量元素与食物链分会理事长, 博士生导师。E-mail: yinyulong@isa.ac.cn。

**收稿日期:** 2017-11-06, **修回日期:** 2017-11-23。

treatment of livestock waste has become an urgent task for rural environmental management. The authors reviewed the development of poultry breeding industry, summarized the achievements made in the field of livestock industry in China, analyzed the problem of livestock waste processing of the current livestock industry that facing, proposed the urgent mission for livestock wastes resource utilization, and the development of modern ecological culture is the inevitable choice to solve the new problems appearing in the process of the transformation and upgrading of Chinese animal husbandry in this regard. The development prospects and trends of livestock wastes resource utilization were also included in this review.

**Key words:** Livestock; Modern Ecological Culture; Livestock Wastes; Sustainable Development

## 0 引言

养殖业不仅为人类提供丰富的食物来源,还可提供有机肥原料,改善土壤生态环境,促进种植业增产增收,因此是一个与人类食物链和生态环境关系十分密切的产业,是一个既能影响土壤生态,又能影响种植业和人类食品安全的“承上启下”的产业。在特定的区域合理适度的养殖,有利于保持生态平衡,实现农业可持续发展。

### 1 中国养殖业的发展历程

在传统农业中,祈盼“五谷丰登”“六畜兴旺”是中国古代劳动人民的一个美好愿望,这反映出“以种植业为主,家畜饲养为辅”是中国古代农业经济的主要特点之一。在现代社会,养殖行业与社会发展程度及居民消费水平密切相关,畜牧业在农业经济中所占比重的大小,是衡量一个国家或地区农业现代化发展程度的重要标志。养殖业的发展之路,即是新中国社会经济发展历程的一个缩影。新中国成立前,畜禽养殖多以私养为主;新中国成立初期,养殖产品的生产和消费量较小,1978年全国人均肉类占有量只有9 kg。改革开放前,国内生产力水平较为低下,是缓解城乡居民“吃肉难”问题的阶段;进入21世纪以来随着国家政策的强力推动,畜牧业进入向现代畜牧业快速转型阶段,现代畜牧业生产体系逐步建立,随着社会的发展和人类生活水平的提高,畜牧业向规模化、集约化方向快速发展。经过30多年的快速发展,畜产品匮乏、供应有限的局面已得到根本转变,中国肉类、禽蛋总产量跃居世界首位。

当前,国内猪肉产量占肉类总产量的比重已达60%,约占全球猪肉总产量的50%。年人均猪肉消费约40 kg,是世界上最大的猪肉生产国和消费国<sup>[1]</sup>。《中国农业展望报告(2015—2024)》预计未来10年中国猪肉产量占肉类产量比重将从2014年的66.4%降至2024年的64.9%,年出栏500头以上规模养殖户将成为生猪养殖的主导,到2024年其出栏比重将会达到60%以上<sup>[2]</sup>。这也是当前国内农业产业结构调整的一个必经之路,规模化养猪进程地扩大将使得猪肉的供

应市场发生巨大变化,而产业结构地调整也将使猪肉消费总量和人均占有量不断增长。

### 2 当前养殖业畜禽养殖废弃物资源化利用的现状与问题

畜禽粪污含有作物生长需要的氮、磷、钾等多种营养元素,可作为肥料。在国内传统农业中,畜禽养殖提供的有机肥是主要的肥料来源,是几千年来农业的发展、土壤肥力的维持和农村生态环境安全的物质保障。但是,现阶段国内养殖业还存在加工比重小、技术落后、高耗低效等问题。同时,由于集约化、规模化养殖的发展,畜禽养殖粪污产生量大、处理成本高、综合利用率低,已成为农村环境保护治理的紧迫任务。研究表明,2009年中国畜禽粪便产生总量约为22.57亿t,估算到2020年全国畜禽粪便产生量约为30亿t<sup>[3]</sup>。据测算,目前畜禽粪污综合利用率不足50%,有关数据显示,当前国内畜禽养殖的COD和氨氮排放量分别占农业源排放总量的96%和44%左右,可以说畜禽养殖粪污已成为农业污染的主要来源<sup>[4]</sup>。规模化养殖畜禽的粪污废弃物中多种抗生素和重金属等有害物质的超标残留以及消纳问题仍未得到有效解决,不利于其在农业中的循环利用和资源化,对生态文明建设产生了严峻的挑战<sup>[5]</sup>。

因此,现阶段如何解决国内畜牧业转型升级过程中出现的新问题,发展畜禽废弃物资源化循环利用的现代生态养殖模式是必然选择。这已引起了党中央、国务院的高度重视。党的十八大以来,以习近平同志为核心的党中央协调推进“五位一体”总体布局和“四个全面”战略布局,深入贯彻落实创新、协调、绿色、开放、共享的五大发展理念,把生态文明建设摆上更加重要的战略位置。农村是生态文明建设的主阵地,其中面源污染是其重点和难点,而畜禽养殖业污染又是重中之重<sup>[6]</sup>。

### 3 建立畜禽养殖废弃物资源化循环利用的现代生态养殖模式

在全面深入推进生态文明建设的新形势下,农村

环境保护对传统养殖业提出了更加严格的要求。国务院印发《“十三五”生态环境保护规划》，为“十三五”时期生态环境保护工作明确了“行动指南”，对畜禽养殖污染等具体问题做了相关部署<sup>[7]</sup>。2016年12月21日，习近平总书记在中央财经领导小组第十四次会议上，专门对畜禽养殖污染做出了重要指示：“加快推进畜禽养殖废弃物处理和资源化利用，关系6亿多农村居民生产生活环境，关系农村能源革命，关系不断改善土地力、治理好农业面源污染，是一件利国利民利长远的大好事。”2017年6月27日，全国畜禽养殖废弃物资源化利用会议在长沙召开，汪洋副总理出席会议并做了重要讲话。习近平总书记在党的十九大报告中明确指出，加强农业面源污染防治，开展农村人居环境整治行动；加强固体废弃物和垃圾处置。

现代生态养殖的实质就是要探索建立符合当前规模化养殖发展趋势、生态文明理念和环境保护要求理念的养殖模式。因此，在推进农村生态文明建设的新形势下，在加快畜禽养殖业的转型升级和绿色发展中，发展现代生态养殖是其必然的选择，这是确保国内畜牧业可持续发展的根本途径。

首先在理念上，坚持发展生态循环农业，促进种养结合。畜牧养殖业是一个承上启下的产业，下接种植业，上承加工业，推进现代生态养殖就要遵循因地制宜、农牧结合、种养平衡、生态循环的原则，以加快畜牧业产业转型升级、推动养殖环境问题有效解决为目标，以发展畜牧循环经济为核心，充分利用农业的可再生资源，形成一个资源循环链条，大胆探索和推进<sup>[8]</sup>。推进现代生态养殖就要坚持技术创新，通过畜牧业把整个大农业有机循环起来，对农业循环经济模式的探索发展具有重要意义。

其次在养殖过程中，从畜禽养殖源头控制摄入量，一方面精准化营养降低排放，一方面从源头降低有害物质的摄入促进畜禽废弃物资源化利用。笔者所在实验室针对养猪业中亟待解决的饲料资源浪费和环境污染问题，围绕猪氮磷营养代谢与调控规律，以研究资源节约与安全型畜禽饲料为切入点，通过新研究方法的建立，对饲料氮(氨基酸)磷和矿物元素代谢规律进行研究，并开发具有抗生素功能的饲料添加剂，从而建立资源节约与安全型畜禽饲料养殖新体系，旨在从根本上解决畜禽养殖资源浪费和对环境所造成的污染问题<sup>[9]</sup>；在使用抗生素类药物和金属元素方面，据统计，国内每年有近20万t的金属元素用于饲料添加剂，作为饲料添加剂的抗生素高达10万t左右，每年由此输入土壤中抗生素的数量甚至不亚于农药，通过土壤肥料进入食

物链，有些兽药随粪便排放后的代谢产物具有更高毒性<sup>[10-11]</sup>。动物性食品中抗生素残留严重危害人体健康。由于抗生素和金属超标等因素，本可以充分利用的畜禽粪肥不能有效利用。因此，在满足生猪养殖营养需要量的情况下，在研究饲用抗生素替代、微量元素吸收与分布规律基础上，合理降低饲料中抗生素的应用和金属元素含量，开展养殖业低排放日粮配制，促进节“源”减排是一项具有重大生态和社会效益的工程，从源头降低废弃物中有害物质的含量。

在政策方面，科学布局 and 合理规划养殖业。要进一步强化养殖业“发展绿色化、养殖生态化、废物资源化”循环农业的理念，在管理和技术创新上，根据区域环境容量和承载力，系统优化主产区布局。例如，可以根据不同区域的特定作物对养分需求的特点，从源头调整畜禽摄入品营养的输入进而调控粪肥养分，通过创制新型特定的有机肥，实现畜禽粪肥类有机肥在作物的高效安全利用<sup>[8]</sup>。要引导畜禽标准化规模养殖，以现代生态养殖促进转型增效；要加大生态养殖技术创新能力建设，深入开展废弃物综合利用科技攻关，重视生态养殖试点示范，积极探索符合生态文明建设要求的现代生态养殖模式、技术保障和管理措施，有效及时地解决畜牧业发展过程中的突出环境问题。

在以上的布局和规划基础上，在种植业中科学管理和引导合理利用有机肥。国外十分重视有机肥的使用，欧洲许多国家也都通过有关政策和法规等来规范有机肥的生产、使用和管理。例如，荷兰和比利时政府规定，养殖场的场主必须对其农场产生的过程粪便进行纳税，并对减少污染的鼓励措施立法；丹麦规定至少有40%~50%的畜禽粪便被重新利用；法国规定必须对污水和粪便进行处理后播撒到农田中；英国参与欧盟制定或自身制定了严格的法律法规控制肥料对环境的污染。日本从20世纪70年代开始制定了《肥力促进法》，提出农业必须“依靠施用有机肥料培肥地力，在培养地力的基础上合理培肥化肥”，世界上很多国家特别是发达国家都有有机肥资源管理政策。中国国务院先后颁布的《土壤污染防治行动计划》等文件中，明确要求要深入推进农村环境保护、强化畜禽养殖污染防治，到2020年，规模化养殖场、养殖小区配套建设废弃物处理设施比例应达到75%以上<sup>[12]</sup>。农业部相关文件中指出，畜禽养殖业环境污染治理问题，始终是畜牧业持续稳定健康发展面临的首要问题；推动畜牧业转变发展方式，促进畜牧业绿色发展，首先就是要解决好畜禽养殖废弃物资源化利用问题<sup>[13]</sup>。生态养殖和种养结合生产模式，有利于保持生态平衡，提供有机肥料，缓解

集约化、规模化养殖带来的环境问题,实现农业可持续发展<sup>[14]</sup>。杨卫景等<sup>[15]</sup>建立了南湖区“猪-沼-草”生态养殖模式,从源头上防止和减少畜禽养殖污染,走种养结合、生态养猪、循环经济的模式,以期提高南湖区生猪养殖污染治理和畜禽废弃物资源化利用水平。制定具体的决策支持系统和参与性研究、可能的途径和对综合作物畜牧系统的政策鼓励措施,以期构思出适合当地的作物-养殖一体化方案<sup>[16-17]</sup>。

#### 4 展望

目前,中国畜牧业正处在转型升级的关键时期,在探索建立现代生态养殖模式的进程中,由于技术创新能力不足、科研与成果推广脱节等原因,国内畜牧业科技进步贡献率仅为55%左右,比发达国家低了约20个百分点。因此,需要进一步加快技术创新、管理创新,推进畜牧生态养殖水平,建立现代生态养殖模式、促进畜禽废弃物资源化利用,这关系到广大人民群众切身利益和社会主义新农村建设工作大局。从养殖废弃物的源头减控提质、养殖过程综合控制、养殖终端生态增效利用与环境控制等环节全链条设计、一体化实施,开展原创性基础研究、核心关键技术和系列配套新产品研发、集成与区域差异性示范,解决规模化畜禽养殖过程中“废弃物排量大、污染负荷高、达标水平低”以及养殖废弃物“处理质量、处理效率和运营成本”相互制约等现实瓶颈问题,推动生态养殖与种养结合,有效缓解养殖废弃物对生态环境的污染,实现科技创新驱动养殖业及关联产业的可持续发展,这符合国家农业供给侧结构性改革和生态文明建设中长期发展战略规划,也将为国内畜牧业转型升级,实现畜牧业的现代化为中国的生态文明建设做出新的、更大的贡献。

#### 参考文献

[1] 联合国粮食及农业组织(FAO).2015年粮食及农业状况[R].2015.

- [2] 中华人民共和国农业部.中国农业展望报告(2015—2024)[R].2015.
- [3] 林源,马骥,秦富.中国畜禽粪便资源结构分布及发展展望[J].中国农学通报,2012,28(32):1-5.
- [4] 许文志,欧阳平,罗付香,等.中国畜禽粪污处理利用现状及对策探讨[J].中国农学通报,2017,33(23):106-112.
- [5] 中华人民共和国农业部.关于推进农业废弃物资源化利用试点的方案[R].2016.
- [6] 中共中央国务院.中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见[R].2015.
- [7] 印遇龙,李铁军,黄瑞林,等.畜禽氮磷代谢调控及其安全型饲料配制关键技术研究与应用[Z].中国科学院亚热带农业生态研究所,2008.
- [8] Dumont B, Fortun-Lamothe L, Jouven M, et al. Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21<sup>st</sup> century[J]. *Animal*,2013,7:1028-1043.
- [9] 王瑞,魏源送.畜禽粪便中残留四环素类抗生素和重金属的污染特征及其控制[J].农业环境科学学报,2013,32(9):1705-1719.
- [10] 贾武霞,文炯,许望龙,等.中国部分城市畜禽粪便中重金属含量及形态分布[J].农业环境科学学报,2016,35(4):764-773.
- [11] 朱凤连,马友华,周静,等.中国畜禽粪便污染和利用现状分析[J].安徽农学通报,2008,14(13):48-50.
- [12] 中华人民共和国国务院.土壤污染防治行动计划[R].2016.
- [13] 中华人民共和国农业部,国家发展改革委,科技部,财政部,国土资源部,环境保护部,水利部,国家林业局.全国农业可持续发展规划(2015—2030年)[R].2015.
- [14] Ryschawy J, Disenhaus C, Bertrand S, et al. Assessing multiple goods and services derived from livestock farming on a nation-wide gradient[J]. *Animal*,2017,11:1861-1872.
- [15] 杨卫景.南湖区“猪—沼—草”生态养殖模式构建及应用效果研究[D].杭州:浙江大学,2014.
- [16] Ryschawy J, Martin G, Moraine M, et al. Designing crop-livestock integration at different levels: Toward new agroecological models? [J]. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*,2017,108(1):5-20.
- [17] 华春林.中国农业面源污染治理机制研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2009:24-31.