

# 促进畜牧业高质量发展的技术与实现路径\*

■ 吴信<sup>1,2\*\*</sup> 翟振亚<sup>1,2</sup> 万丹<sup>1</sup> 印遇龙<sup>1\*\*</sup>

1. 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 长沙 410125

2. 江西省科学院生物资源研究所/江西省功能性饲料添加剂工程实验室 南昌 330096

**摘要:**畜牧业是农业经济的重要组成部分。2020年数据显示,我国肉类人均占有量超过世界平均水平,但低于欧美发达国家,禽蛋人均占有量达到发达国家水平,肉蛋奶的供应关乎百姓“菜篮子”安全。但畜牧业仍存在着相关产业体系发展质量效益不高、产品质量和安全性问题仍然存在、资源和环境约束日趋严峻、支持保障体系不健全、抵御风险能力偏弱等突出问题。畜禽产业是我国农业经济的重要支柱产业,实施畜禽产业转型升级创新工程,将有利于引领我国畜禽产业转型,适应畜禽养殖新形势和推动供给侧改革,对满足人民不断提高的优质动物蛋白产品需求、对美好生活的向往具有重大而深远的战略意义。本文就畜牧业相关问题和促进其高质量发展的技术与实现路径做一探讨。

**关键词:**畜牧业 高质量发展 种养结合 饲料资源 有机微量元素

**DOI:**10.11842/chips.20210824002

## 0 引言

畜牧业是农业经济的重要组成部分。改革开放以来,畜牧业取得了快速发展,主要畜产品产量稳居世界第一,畜牧业的不断发展使我国肉类人均占有量超过了世界平均水平,禽蛋人均占有量达到发达国家水平。肉蛋奶的供应关乎百姓“菜篮子”安全,肉蛋奶的持续供应直接影响着人民的幸福感、经济发展和国家的长治久安。畜牧业不断扩大的规模和持续增强的综合生产能力,在保障国家粮食与食品安全、繁荣农村经济、促进农牧民增收等方面发挥了重要作用。随着我国经济持续稳定增长,居民收入水平不断提升,消费能力不断增强,畜产

品的需求规模快速增长,从而推动了我国畜牧业总产值持续上升。现阶段我国畜牧业已经形成较为完善的产业链和较为充足的供应能力,成为与种植业并列的两大农业支柱之一。因此加快畜牧业发展是国民经济发展 and 人民生活水平提高的必然要求,是推进农业和农村经济结构战略性调整的重要措施,也是加快建设现代农业、促进农民增收的重要途径。因此,支持并推动畜牧业的持续高质量发展是乡村振兴战略实施过程中的重中之重。在此前提下,我国财政部和农业农村部及江西省政府设立了国家现代农业产业技术体系资助项目和江西省创新创业高层次人才项目,对非蛋白饲料原料开

\* 2018年农业农村部应用基础研究(CARS-35):财政部和农业农村部:国家现代农业产业技术体系资助,负责人印遇龙;2018年江西省科学技术厅应用基础研究(2018031):江西省创新创业高层次人才项目,负责人:吴信。

\*\* 吴信,博士,博士生导师,研究员,研究方向:动物营养与饲料科学;印遇龙(通讯作者),博士,博士生导师,中国工程院院士,研究方向:生态农业。



发、种养结合体系的建立等畜牧业转型升级的举措进行研究和探索。本文总结了此两项课题的部分研究和调研成果,对我国和江西省农业转型升级提供借鉴和参考。自2016年起,我国的生猪出栏量、猪肉产量、禽蛋产量已稳居世界第一、禽肉产量世界第二、牛奶产量世界第三。但畜牧业仍存在产业发展质量不高、产品质量和安全性问题仍然存在、资源和环境约束日趋严峻、支持保障体系不健全、抵御各种风险能力偏弱等突出问题。中国现有土地面积居世界第3位,但我国人均耕地约为世界人均耕地的1/4,这导致了畜禽与人争地、争粮、争药的客观存在,导致畜牧业过度依赖进口谷物、谷物制品以及干草,威胁着我国的粮食安全<sup>[1]</sup>。同时,不断扩大的养殖规模与低水平的种养结合水平,使粪污成为空气、土壤和水源的重要污染源<sup>[2]</sup>。十九大报告指出,中国特色社会主义进入新时代,我国社会主要矛盾已经转化为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾,新时代如何实施畜禽产业转型升级创新工程,将有利于引领我国畜禽产业转型,适应畜禽养殖新形势和推动供给侧改革,对满足人民不断提高的优质动物蛋白产品需求、对美好生活的向往具有重大而深远的战略意义。

## 1 畜牧业高质量发展目标导向

随着我国畜牧业快速发展,面临着饲料资源短缺和动物疫情形势严峻等问题;土地资源利用的限制,使种植业与养殖业脱节,种养失衡,导致养殖废弃物处理日趋艰难。部分地区政府出台了一系列“禁养”、“限养”措施,影响了畜牧业的可持续和区域协调发展。针对以上问题,国务院颁布了《中共中央国务院关于实施乡村振兴战略的意见》和《国务院办公厅关于加快推进畜禽养殖废弃物资源化利用的意见》,对提升农业发展质量、加强农村突出环境问题整改等问题提出了明确要求<sup>[3]</sup>。2020年9月,国务院办公厅印发的《关于促进畜牧业高质量发展的意见》指出,畜牧业整体竞争力稳步提高,绿色发展水平显著提高,畜禽产品供应安全保障能力大幅提升。文件同时明确了我国猪肉、牛羊肉和奶源自给率分别要保持在95%、85%和70%以上的目标,实现禽肉和禽蛋实现基本自给。到2025年,畜禽养殖规模化率和畜禽粪污综合利用率分别达到70%和80%以上,到2030年分别达到75%和85%以上<sup>[4]</sup>。

农业农村部印发的《农业绿色发展技术导则(2018-2030年)》对饲料的发展方向指出应重点研发发酵饲料应用技术、促生长药物饲料添加剂替代技术、饲料原料

多元化综合利用技术、非常规饲料原料提质增效技术等<sup>[5]</sup>。国务院印发的《乡村振兴战略规划(2018—2022年)》也提出要大力开拓饲料资源,实施“林-饲-畜(禽)”一体化发展战略<sup>[6]</sup>。逐步改变我国畜牧业的发展模式结构,推动种植-养殖有机结合的高质量生产模式,因地制宜开发具有地方特色的饲料资源,是改善我国饲料原料对外依存度过高、环境污染、人畜争夺资源等问题的关键举措。

## 2 畜牧业高质量发展的瓶颈问题

阻碍我国畜牧业高质量发展的瓶颈问题主要体现在饲料资源短缺(如玉米和豆粕等饲料原料高度依赖进口)、种养脱节、废弃物资源化利用度不高、养殖规模化和智能化水平偏低等方面:

### 2.1 饲用资源短缺

在世界性蛋白质资源缺乏日趋严重的形势下,蛋白质饲料原料不足的问题将在未来较长时间内成为限制我国饲料工业发展的最重要因素。我国畜牧业年均直接或间接消费谷物1.6亿吨左右,约占我国谷物总产量的1/3。这意味着1/3的粮田用于生产饲料谷物,另约有14%的耕地种植饲料作物,共计将近40%的耕地用于饲料生产。安全、营养和可持续的食品和饲料原料资源的供给面临巨大挑战,也是限制养殖业可持续发展的瓶颈,关乎我国饲料和粮食安全战略。以2017年数据为例,中国大豆产量1528万吨,进口量9552.6万吨,进口占比高达86%;除大豆外,我国还进口油菜籽作为大豆的油料和饲料补充来源;2018/2019年度进口油菜籽466万吨<sup>[7]</sup>。随着畜牧业的不断发展,我国饲料原料的生产与需求的缺口进一步扩大,海关数据统计表明,我国2020年累计进口大豆升至1.03亿吨。我国2020年全年进口玉米1130万吨,相比于2019年增长135.91%。习近平总书记强调,“中国人的饭碗任何时候都要牢牢端在自己手上”。保障饲料量的供给,成为保障粮食安全的重要工作之一<sup>[8]</sup>。

### 2.2 农业生产布局与资源不匹配,致种植业和养殖业发展相互脱节

我国畜牧业规模增长迅速,但是多数养殖场设计不合理、规模化水平低,区域布局不合理,过度集中。且由于种植业发展过程中,伴随着化肥产业迅速发展,使农田对于有机肥料的需求量大幅下降。由于饲料中无机微量元素不合理的使用,带来的铜、锌、钙、磷、镁、铁、锰等每年的环境排放量超过10万吨,已对土壤、水体等生

态环境构成威胁,此外存在于饲料中的有毒重金属镉、铅等是另一大安全隐患。对部分城市集约化养殖场的畜禽粪便取样调查表明,猪粪中Cu、Zn的超标率分别达59.84%和95.08%<sup>[9]</sup>。以上两点原因是大量畜禽粪便无法得到合理的利用,出现严重的种养脱节的重要原因。在种植业中,频繁的收割、化肥的使用和粪便有机肥用量减少,导致土壤质量下降、微量元素比例失调,土壤微量元素隐形缺乏等问题<sup>[10]</sup>。因此,从源头控制畜禽养殖环境安全、促进生态循环平衡将成为畜禽养殖产业面临的现实问题。

### 2.3 畜禽废弃物资源化利用还存在诸多问题尚未解决

畜禽废弃物资源化利用过程中存在诸多问题是解决种养脱节和环境污染问题的瓶颈。截至2021年,我国畜牧业仍为弱质产业,粪便污水治理过程中存在工艺及技术系统化考虑不足、运行费用偏高,不能因地制宜地优化和改进治理工艺、制定治理模式等问题;同时部分地区还存在片面追求达标排放或还田利用现象。这些因素阻碍了的畜禽废弃物治理工程的高效运行。结合我国畜牧业实际,从源头到末端综合控制畜禽养殖环境将成为畜牧业面临的现实问题。因此,建立绿色清洁养殖模式,最大限度地削减污染物排放,提高本地畜禽废弃物资源化利用率,是畜牧业转型和可持续发展的重大需求<sup>[11]</sup>。

### 2.4 养殖和加工设备的智能化、机械化程度需要提高

截至2021年9月,我国养殖业存在设施设备落后,自动化、信息化和智能化程度低,自主创新严重不足等问题。需加快推进养殖和加工设备的智能化信息化生猪养殖大数据平台和人才队伍建设<sup>[12]</sup>。饲料生产方面,我国的饲料大型饲料企业高度依赖如Brill、BEST-MIX等美国和欧洲的配方软件及配套数据库,每年的授权费用达百万至千万元不等。另一方面,小企业由于缺少标准化、智能化的饲料原料数据库,及其依赖于经验。这都给我国饲料行业的健康发展带来了隐患。养殖过程中,养殖场通常存在“轻设备、重经验”的情况,畜禽发情、配种、分娩、粪污清理等高度依赖于养殖场的管理水平及饲养员的经验和饲养水平<sup>[13]</sup>。这为促进养殖模式的转型升级、提高生产效率和减少疫病传播增加了重重困难。推动生物传感器、粪污处理、空气交换和畜禽转运等硬件设备的研制和国产化,有助于提高我国畜禽的整体饲养管理水平,提高生产效率。

## 3 畜牧业高质量发展关键举措

为了发挥新兴生物技术和工业工程技术在畜牧业

转型发展中的重要作用,要在政策法规、管理、资金以及学科建设与人才培养等方面进行统筹规划。

(1)饲用资源开发关键技术。挖掘新的蛋白源和提高现有蛋白质资源的利用率,是缓解我国蛋白质资源短缺的有效途径。这对未来营养资源供给方式和功能提出了新的要求。合成生物学是农业持续增长的关键和未来农业发展的方向。虽然合成生物学还处于早期研究阶段,但最近十年,该领域取得了非常显著的研究进展。采用合成生物学技术,创建适用于饲料工业资源化利用的细胞工厂,将可再生低值原料转化为动物可以高效利用的重要营养组分、功能性营养添加剂和营养化学品是解决饲料工业领域所面临问题的重要途径<sup>[14]</sup>。此外,因地制宜,充分利用并开发各省、市、自治区的本地特色饲用植物资源,开发新型的是缓解饲料原料资源短缺的另一条有效途径。

(2)构建源头减排的微量元素为主线的种养结合的绿色高效优质养殖体系,推广生态种养有机结合养殖模式。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>[15]</sup>。推动种植-养殖土地规划与审批模式改革,建立区域粪污土地承载力测算及生态风险评价技术体系,集成养殖区域土地承载力评价与种养生态耦合技术,制定畜禽养殖规模与配套种植土地的相关规定,研发含有低于特点的新型饲料原料的日粮配方,研发区域粪污资源化利用生态功能提升技术,构建不同环境区“种-养-肥沼/加工”多元化生态耦合模式。优化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>[16]</sup>。政府政策支持符合条件的县(市、区、旗)整县推进畜禽粪污资源化利用,鼓励液体粪肥机械化施用微量元素平衡粪肥<sup>[17]</sup>。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>[18-19]</sup>。

(3)构建养殖废弃物原位减控与高效处置系统工程,实现养殖源头减排。畜禽对饲料中营养素和矿物元素消化利用率低是规模化畜禽养殖污染环境的重要原因之一。在生物发酵饲料、低蛋白氨基酸平衡日粮、有机矿物元素的研发、安全高效利用、产品特色饲料资源高效低能耗加工、有毒有害物质高效去除技术和环境减排技术等技术领域取得突破,是构建精准化高效营养技术体系和实现畜牧业可持续循环发展的重要途径。通过改变微量元素的添加形式,增加其吸收利用率,有助



图1 畜牧业高质量发展举措

于减少饲料中的添加量以及对环境的排放,从而降低饲用矿物元素引起的生态环境污染和破坏。近些年来,采用氨基酸微量元素替代无机微量元素是主要的“减量增效”策略。例如氨基酸铜或碱式氯化铜替代硫酸铜,氨基酸锌或碱式氯化锌代替氧化锌或硫酸锌,氨基酸螯合铁代替无机铁等。研究表明,日粮中微量元素的添加量与粪便中排出量呈正相关。与无机微量元素相比,添加相同剂量有机形式的微量元素,可增加吸收率,减少粪便中的排出<sup>[20]</sup>。例如,日粮中用较少的有机形式的锌代替无机锌既满足了肉鸡和蛋的营养需求,又降低了矿物质对环境的影响<sup>[21]</sup>。本团队研究发现,使用氨基酸金属螯合物能显著提高畜禽对微量养分的消化吸收率<sup>[22]</sup>。肉鸡日粮中50~75 mg/kg 羟基蛋氨酸螯合锰可有效替代100 mg/kg 硫酸锰<sup>[23]</sup>。使用有机铁饲喂哺乳仔猪,与无机铁相比,仔猪体重、日增重,血红蛋白和血液红细胞数含量等指标均显著增加,有机铁促进了铁的吸收与利用,降低排粪量和粪中排铁量<sup>[24]</sup>。在满足生猪养殖营养需要量的情况下,如何科学合理的使用饲料中的微量元素,从而降低养殖业中微量元素的排放,是研究亟待解决的问题<sup>[25]</sup>。

(4)提升现代畜牧业设施装备水平与智能化管理,

运用自动控制、物联网、信息、基因、生物等方面的技术,结合我国饲料生产与畜牧业的发展特色以及从业人员的专业水平,研发适合我国国情的软件和硬件,推动国产产品的市场占有率,降低软硬件价格,从而提升现代畜牧业设施装备水平与智能化管理水平,为生猪精细化饲养、新品种培育、养殖过程优化、污染控制和屠宰加工提供新的技术手段,提升现代畜牧业设施装备水平与智能化管理水平,实现供需动态监控及全产业链溯源,建设智能化信息化生猪养殖大数据平台。

#### 4 小结与展望

促进畜牧业高质量发展是进一步优化农业结构、增加农民收入、促进乡村振兴的必要举措<sup>[25]</sup>。基于畜牧业转型发展,利用功能性微量元素等绿色饲料产品和构建高效粪污处理和微量元素平衡种养结合生态循环农业模式,是农民脱贫致富和乡村振兴的必经之路,将促进畜牧业关键技术创新、生态循环模式创建、典型示范引领,也是能够发挥畜牧业在农业中的生态调控功能的体现,将显著提升科技对畜牧业质量效益竞争力在农村生态环境改善中的功能支撑,引领乡村全面振兴和农业农村现代化。

#### 参考文献:

- [1] 张盛南,王永颖,张鑫,等.油菜饲料化开发的必要性及利用研究进展[J].天津农学院学报,2021,28(2):85-88.
- [2] 吴浩玮,孙小淇,梁博文,等.我国畜禽粪便污染现状及处理与资源化利用分析[J].农业环境科学学报,2020,39(6):1168-1176.



- [3] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于加快推进畜禽养殖废弃物资源化利用的意见(国办发[2017]48号)[EB/OL].[http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-06/12/content\\_5201790.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-06/12/content_5201790.htm),2017-06-12.
- [4] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于促进畜牧业高质量发展的意见(国办发[2020]31号)[EB/OL].[http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-09/27/content\\_5547612.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-09/27/content_5547612.htm),2020-09-27.
- [5] 农业农村部. 农业绿色发展技术导则(2018—2030年)[EB/OL].[http://www.moa.gov.cn/gk/ghjh\\_1/201807/t20180706\\_6153629.htm](http://www.moa.gov.cn/gk/ghjh_1/201807/t20180706_6153629.htm),2018-07-06.
- [6] 中共中央,国务院. 乡村振兴战略规划(2018—2022年)[EB/OL]. [http://www.gov.cn/xinwen/2018-09/26/content\\_5325534.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2018-09/26/content_5325534.htm),2018-09-26.
- [7] 郑祖庭. 2020年大宗饲料原料市场供需形势回顾与展望[J]. 中国禽业导刊,2021,(2):23-27.
- [8] 成升魁,董纪昌,刘秀丽,等. 新时代中国国民营养与粮食安全研究中的关键科学问题——第249期“双清论坛”综述[J]. 中国科学基金,2021,3:426-434.
- [9] 贾武霞,文炯,许望龙,等. 我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.
- [10] 付龙,张淑芬,马珊珊,等. 畜禽粪污资源化利用中存在的问题及建议[J]. 现代畜牧科技,2021(9):83-84.
- [11] 吴信,万丹,印遇龙. 畜禽养殖废弃物资源化利用与现代生态养殖模式[J]. 农学学报,2018(1):163-166.
- [12] 刘晶,金红伟,王明磊,崔皓,李德勇. 智能化管理装备实现多层次、全覆盖信息化管理——农业农村部畜禽养殖机械化典型案例之三[J]. 中国奶牛,2021(7):54-56.
- [13] 初欢欢,林婷婷,张洪亮,秦志华,杨瑞梅,单虎. 现代楼房养猪智能化环境控制及疾病预防技术概述[J]. 猪业科学,2021,38(7):49-52+4.
- [14] 赵立枝,朱大玲,李德茂. 利用甲酸产单细胞蛋白菌株的筛选及发酵工艺[J]. 饲料研究,2021,44(9):88-93.
- [15] 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.
- [16] 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)[EB/OL].[http://www.moa.gov.cn/ztl/mywrfz/gzgh/201509/t20150914\\_4827900.htm](http://www.moa.gov.cn/ztl/mywrfz/gzgh/201509/t20150914_4827900.htm),2015-09-14.
- [17] 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]. 浙江大学,2014.
- [18] RYSCHAWY J, MARTIN G, MORAIN M, et al. Designing Crop-Livestock Integration at Different Levels: Toward New Agroecological Models?[J]. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*,2017,108(1):5-20.
- [19] YENICE E, MIZRAK C, GULTEKIN M, et al. Effects of Organic and Inorganic Forms of Manganese, Zinc, Copper, and Chromium on Bioavailability of These Minerals and Calcium in Late-Phase Laying Hens[J]. *Biol Trace Elem Res*,2015,167(2):300-307.
- [20] Ao T, Pierce J. The replacement of inorganic mineral salts with mineral proteinates in poultry diets[J]. *World's Poultry Science Journal*,2013,69(1):5-16.
- [21] 李丽立,张彬,印遇龙,等. 氨基酸螯合物在畜禽集约化养殖业中的应用[J]. 中国家禽,2009,31(15):32-33.
- [22] MENG T T, GAO L M, XIE C Y, et al. Manganese Methionine Hydroxy Analog Chelated Affects Growth Performance, Trace Element Deposition and Expression of Related Transporters of Broilers[J]. *Animal Nutrition*,2021,7(2):481-487.
- [23] 张彬,李丽立,李铁军,等. 不同铁源对哺乳仔猪生长、代谢和环境的影响[J]. 应用生态学报,2000,11(1):91-94.
- [24] 吴信,万丹,印遇龙. 畜禽钙磷和微量元素营养研究进展[J]. 生物技术进展,2021,11(4):455-461.
- [25] 陈伟生,关龙,黄瑞林,等. 论我国畜牧业可持续发展[J]. 中国科学院院刊,2019,34(2):135-144.

## Technology and Realization Pathway of Promoting High-



## Quality Development of Animal Husbandry

WU Xin<sup>1,2</sup>, ZHAI Zhenya<sup>1,2</sup>, WAN Dan<sup>1</sup>, YIN Yulong<sup>1</sup>

1. Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Sciences; Key Laboratory of Agro-ecological Processes in Subtropical Region, Chinese Academy of Sciences; National Engineering Laboratory for Pollution Control and Waste Utilization in Livestock and Poultry Production, Changsha 410125

2. Institute of Biological Resource, Jiangxi Academy of Sciences; Jiangxi Functional Feed Additive Engineering Laboratory, Nanchang 330096

**Abstract:** Animal husbandry is an important part of modern agriculture. At present, the per capita share of meat in China has exceeded the world average, and the per capita share of poultry and eggs has reached the level of developed countries. The supply of meat, eggs and milk is related to the safety of people's "vegetable basket". However, there are still some prominent problems in animal husbandry, such as the low quality and efficiency of the development of relevant industrial systems, the problems of product quality and safety, the increasingly severe constraints on resources and environment, the imperfect support and guarantee system, and the weak ability to resist risks. Livestock and poultry industry is an important pillar industry of China's agricultural economy. The implementation of the transformation, upgrading and innovation project of livestock and poultry industry will help lead the transformation of China's livestock and poultry industry, adapt to the new situation of livestock and poultry breeding and promote supply side reform. It is of great and far-reaching strategic significance to meet the people's increasing demand for high-quality animal protein products and yearn for a better life. This paper discusses the problems related to animal husbandry and the technology and realization path to promote its high-quality development.

**Keywords:** animal husbandry; high quality development; combination of planting and breeding; feed resources; organic trace elements

(责任编辑:何岸波 章丽君; 责任译审:毛子英 何岸波)