动物营养学报 2020,32(10):4831-4840
Chinese Journal of Animal Nutrition

doi:10.3969/j.issn.1006-267x.2020.10.034

饲料无抗时代动物生产的营养策略与饲养管理

朱正鹏[1,2]　谭会泽[3]　何　健[4,5]　冯光德[5]　李　彬[1,2]　古长松[1,2]

(1.四川特瑞美生物科技有限公司,成都 610000;2.四川特驱农牧科技集团有限公司,成都 610207;3.广东温氏食品集团股份有限公司,云浮 527439;4.西南科技大学生命科学与工程学院,绵阳 621000;5.四川铁骑力士集团有限公司,成都 610000)

摘　要: 饲料工业中使用抗生素作为饲料添加剂可追溯到20世纪40年代,已有70年多年的历史,随着抗生素残留和细菌耐药性问题的日益严峻,国家农业农村部发布194号公告,规定自2020年7月1日起全面禁止在饲料中添加抗生素。针对抗生素禁用后畜牧行业面临的畜禽生长性能降低、死淘率升高等问题,本文就禁抗后在动物生产的营养策略、饲养管理等方面需注意的问题进行系统性地阐述和总结,以期在严峻的禁抗形势下为畜牧行业的健康发展提供参考。

关键词: 抗生素;饲料;营养策略;饲养管理

中图分类号:S816　　**文献标识码:**A　　**文章编号:**1006-267X(2020)10-4831-10

自20世纪30年代人类首次发现抗生素以来,抗生素在人类疾病治疗和防治方面起到了不可磨灭的作用。饲用抗生素是在人用抗生素的基础上发展起来的,在饲料中添加亚治疗剂量的抗生素可以有效提高饲料转化率,促进畜禽生长。抗生素作为改善动物健康状况和生产水平的有效途径之一,在相当长的时间内起到了巨大的作用。但随着对抗生素促生长机制研究的深入,以及世界各国对食品安全工作的重视,滥用抗生素作为饲料添加剂带来的抗药性、畜产品药物残留和环境污染等问题引起了全球的重视。瑞典、欧盟、日本、韩国等国家分别于1986年、2006年、2008年和2011年相继规定在饲料中禁止使用抗生素促生长剂。我国于2016年8月,14部委联合发布《遏制细菌耐药国家行动计划》(2016—2020年)应对细菌耐药带来的风险挑战[1]。通过不断完善,国家农业农村部2019年发布了《中华人民共和国农业农村部公告第194号》[2],规定2020年7月1日起全面禁止在饲料中添加抗生素,开启了中国无抗饲料的新时代。本文针对饲料无抗条件下动物营养策略与饲养管理实践中需注意的问题做一阐述和总结,以期为畜牧行业在新的形势下健康发展提供些许参考和借鉴。

1　无抗条件下的营养策略

在饲料无抗的推进过程中,国内外进行了大量的"减抗""替抗"和"无抗"研究,多从增强畜禽机体抗病力、促进肠道健康和提高消化能力切入,从精准营养、原料质量控制、原料处理、抗生素替代物筛选组合、加工工艺优化、饲料成品处理与饲喂形态等多方面开展了较为全面和系统的研究,积累了较多的技术成果与无抗饲料解决方案。无抗条件下应用"精准营养"要求准确地测定和评价饲料原料的有效能值、氨基酸含量及消化率和其他营养物质生物有效性,精准评估畜禽不同阶段的营养需要量。在此基础上,综合考量动物营养需要量、原料特性、原料价格、畜产品质量、环境、饲养管理等因素,进行配方的精准设计和调整。精准营养在相当长的一段时间里主要被用于解决蛋白质饲料原料短缺、价格高以及粪污和环保压

收稿日期:2020-08-06

基金项目:国家重点研发计划项目(2018YFD0500402);四川省国际科技创新合作项目(2018HH0160);四川省重大科技专项(2018NZDZX0005);成都市顶尖创新团队项目;成都市武侯区"诸葛精英计划"

作者简介:朱正鹏(1980—),男,黑龙江牡丹江人,博士,从事动物营养学与饲料科学研究。E-mail: Zhuzp1980@foxmail.com

力等问题。随着饲料无抗时代的到来,实施精准营养可以一定程度地准确评估饲料消化利用率,降低饲粮蛋白质水平,减少未被消化的蛋白质进入后肠发酵,降低营养物质发酵产生过多有害副产物而带来的肠道健康风险。具体而言,在无抗生产条件下,需要饲粮满足畜禽维持、生长、免疫、繁殖的营养需求,同时避免原料营养价值或畜禽营养需求评估偏差而导致的抗营养因子和蛋白质等摄入过多或过少;在满足营养需求以保证正常新陈代谢的同时最大程度减轻肠道负担,维持正常的肠道结构和肠道微生态系统,从营养调控角度维持畜禽健康,减少胃肠道疾病,促进生长。

精准营养的实施与原料营养价值的准确评价和不同品种、日龄的动物营养需求的评定密切相关。李德发团队系统性地建立了中国猪饲料原料评价技术体系与中国猪饲料原料动态有效养分体系,开展了对中国单一饲料原料净能体系的建设工作,已完成猪常用蛋白质饲料原料、能量饲料原料、纤维饲料原料和油脂饲料原料 20 多种、60 多个样品的猪净能值的测定[3-5],逐步建立了适合当前中国饲料产业现状的饲料原料猪净能值预测模型。蒋宗勇和张克英团队完成对黄羽肉鸡、艾维茵肉鸡、天府肉鸭和樱桃谷鸭的净能需要量评定,同时对其主要谷物原料及蛋白质饲料原料的净能值进行了评定,并建立了相应的预测模型,为肉禽净能体系的应用提供了参考数据[6-11]。猪、禽净能需要量和饲料原料净能评定的不断完善和应用是无抗条件下营养策略制定的先决条件,也是低蛋白质氨基酸平衡饲粮配制、饲料原料选择和预处理以及添加剂的筛选和配伍的基础。

传统的营养需要量研究多关注生产性能指标,随着无抗饲料的应用,未来的营养需要量研究将更多关注免疫、肠道健康甚至畜产品品质等指标,例如对氨基酸、维生素和微量元素的研究和应用将更加关注免疫和肠道健康。同时,随着微量元素供给量的管理规范和对粪污与重金属的环保要求,越来越多的企业也开始应用有机微量元素来改善微量元素的利用率并降低粪污的影响[12]。

近年来,我国科学家也在不断完善和更新基于我国国情的动物营养需要量和各种标准规范,如《猪营养需要》《黄羽肉鸡饲养标准》《仔猪、生长育肥猪配合饲料》等诸多国家标准、农业行业标准和团体标准等。这些标准的完善和更新会加速畜牧行业对营养精准供给的重视和实践,保证畜牧行业的健康发展。

保证饲料原料核心营养物质价值的精准评价和动物营养物质的精准供给,才能做到在无抗条件下满足动物对能量、氨基酸、维生素和微量元素的基本要求。这是无抗条件下保证动物生产的基本营养要求。

1.1 饲料原料

1.1.1 谷物及其加工副产物

谷物是畜禽饲粮主要的能量来源,我国饲料工业中常用的谷物有玉米、小麦、稻谷、高粱、麦麸、米糠、干酒糟及其可溶物(DDGS)等。

玉米、小麦、稻谷和高粱是主要的谷物,饲料工业对其关注点在于品种、容重、霉菌毒素、抗营养因子和收获时期等。玉米、小麦和大米等谷物的碳水化合物存在淀粉结构不同等差异,进而导致这些谷物中淀粉消化成葡萄糖的速度不同,所以葡萄糖进入肝门静脉速度也不同[13],因此需要考虑饲粮中谷物的种类及其淀粉构成。虽然有研究表明不同存储期的小麦[14]和玉米[15]有效能和氨基酸利用率差异不大,但小麦和玉米存在明显的后熟期问题,新收获小麦和玉米使用不当会增加引起肠道健康问题(稀便、过料等)的风险。

谷物及其加工副产物中霉菌毒素的污染普遍较为严重,主要引起生产性能降低,肝脏、免疫系统、神经和生殖系统损伤等,造成较大的经济损失。目前已被分离、鉴定的霉菌毒素超过 400 种[16]。在饲料原料中较为常见且重点关注的霉菌毒素一般有黄曲霉毒素、玉米赤霉烯酮、呕吐毒素、T-2 毒素、伏马毒素等。饲料工业多通过关注产地、品种和加工运输过程来降低饲料的毒素风险。饲料加工生产环节必须严格控制饲料原料水分、优化加工工艺、适当添加防霉剂和加强饲料储存管理,行业也多采用物理性吸附和生物降解等脱毒方法处理原料或饲料[17]。此外,企业也应制定其原料和产品霉菌毒素最高限量的内部标准,保障在无抗条件下最大限度降低因霉菌毒素引起畜禽生长机能的损伤和免疫力的破坏。

由于国家储备粮制度等因素导致我国存在一定数量的储存期较长的谷物,也被称为陈化粮,主要包括玉米、小麦和水稻等。目前陈化谷物主要是用于饲料工业和生物乙醇工业,后者的加工副产物 DDGS 等最终多数还是用于饲料工业。这些

陈化谷物及其副产物的应用不仅需要考虑其能量和氨基酸有效值,同时还要考虑其维生素和脂肪酸质量问题,陈化谷物可能会影响动物机体的抗氧化能力和肠道健康,进而影响动物的生产性能和畜产品品质[18]。因此,在无抗条件下使用陈化谷物及其副产物需要更加关注其潜在的影响动物健康的风险。

1.1.2　饼粕类

豆粕是我国畜禽饲粮中常用的植物性蛋白质饲料。我国大豆压榨工业一直存在豆皮回掺到豆粕中的问题,导致大豆中常见抗营养因子如胰蛋白酶抑制因子、大豆球蛋白和 β-伴大豆球蛋白等在豆粕中含量增加,易引起幼龄畜禽的腹泻和过料等问题。值得注意的是,豆粕碳水化合物中的棉子糖、水苏糖和甘露聚糖等糖类会影响豆粕的有效能值[19-20],甚至诱发动物肠道过度免疫反应[21],进而导致腹泻和过料等问题。大豆其他加工产物如大豆浓缩蛋白、大豆分离蛋白和发酵豆粕等都存在上述潜在问题,只是程度和含量的差异,选择此类原料应关注上述风险。

棉籽粕、菜籽粕、椰子粕和棕榈仁粕等植物性蛋白质饲料虽然有较高的粗蛋白质含量,但其含有的抗营养因子难以在工业上被有效消除或抑制,一直是制约其在猪饲粮中大规模使用的因素[22]。此外,受从业者固有思维的影响,此类饲料原料的颜色和气味等感官因素也导致其不易在猪饲粮中大规模使用。因此,此类饲料原料多用于禽饲粮,其抗营养因子和寡糖类物质的处理和应对方案与豆粕类似。

近年来,我国很多饲料企业也在尝试自制发酵豆粕、发酵棉菜粕等,将发酵出的高水分原料直接应用于饲粮或养殖现场,直接使用高水分发酵原料的技术近年来得到迅速推广和应用。饲粮中添加此类发酵原料可以改善畜禽肠道健康和畜产品品质。现场发酵工艺需要关注菌种组合与底物的匹配、发酵工艺标准化、商业饲料添加高水分原料工艺标准等系统问题。生物发酵原料的应用为无抗条件下改善饲粮品质提供了一种选择。

饲料企业应强化豆粕等植物性蛋白质饲料的抗营养因子含量与质量稳定性指标的监控,做到原料分级存放和使用。饲料无抗时代,应严格控制蛋白质原料质量,准确评估其氨基酸组成和抗营养因子含量,选择高消化率、氨基酸组成较优、抗营养因子含量低的原料来源,减少风险原料用量,利用微生物技术发酵植物性蛋白质原料是无抗后改善畜禽饲粮品质的潜在途径。

1.1.3　动物性饲料

非洲猪瘟 2018 年在我国爆发以来,饲料工业对于动物血液制品、肉骨粉等原料的使用极为谨慎,养猪产业几乎不再使用此类动物性饲料。目前用于猪饲粮的动物性饲料主要是牛乳制品、水产品等非猪源蛋白质。此类原料由于价格等因素很少用于禽饲粮。猪饲粮中动物性饲料的选择主要考虑价格、产品稳定性和掺假等问题。

1.2　抗生素替代物

抗生素替代物的筛选一直是学术界和行业的研究重点。本团队前期对 1990—2017 年国外公开发表的文献进行了整理,汇总了多种抗生素替代物在猪养殖中的使用效果[23],近期又对国内 2010—2020 年核心期刊(CSCD 收录)发表的猪、禽养殖中不同抗生素替代物的使用效果进行了筛选和总结。所统计国外文献来源于 PubMed、ScienceDirect、Web of Science、CAB Abstract 和 Agricola 等数据库,国内文献来源于知网、万方、维普等数据库;文献的分类和整理的关键词为益生菌、寡糖多糖、植物精油、有机酸、中草药、植物提取物、动物生长性能、免疫、死淘率等。其中,国外文献 2 010篇,国内文献 129 篇,初步形成了抗生素替代物的有效性概况,以期为实际生产应用提供一定的参考,详见表 1 和表 2。

从行业实际应用的角度出发,抗生素替代物的选择应考虑其作用机理、有效成分和稳定性、不同地域或季节效果、动物生长性能改善情况、试验结果的重复性等生产指标和标准。因此,基于对一类抗生素替代物的研究,找出其作用结果的正负概率,对数据的分析就显得十分必要。本文分析了几类潜在抗生素替代物对动物生长性能、免疫功能和抗氧化能力的影响,其具体的作用机理等不在此文赘述。

1.3　饲料加工工艺

从我国饲料工业近 40 年的发展变化看,饲料已由最低成本配方逐渐向配方优化和原料加工技术方面转化。无抗时代,饲料企业若能充分把握和最大程度发挥原料的营养价值,尤其是大宗原料的处理技术和应用效果,就可以在激烈的市场竞争和严峻的禁抗形势下取得先机。

虽然无抗时代不存在不同畜种用药的交叉污染问题,理论上不同畜种可共用一条生产线。但是,现在行业竞争对生产工艺的要求已经细化到了不同畜种,甚至是同一畜种不同生理阶段都要单线设计生产工艺和设备。因此,随着无抗饲料的推广以及行业竞争的加大,未来更多企业将采取专线生产工艺等加工方式。

表 1 1990 年至今国外抗生素替代物对猪生长性能影响的研究汇总

Table 1 Summary of studies on effects of antibiotic alternatives on growth performance of pigs from abroad since 1990 %

项目 Items	文献数 Literature number	效果 Effects	平均日增重 ADG	平均日采食量 ADFI	料重比 F/G	死淘率 Mortality rate
益生菌 Probiotics	311	−	1.6	3.2	1.0	0
		+	39.9	12.9	25.7	4.8
酵母 Yeast	98	−	1.0	1.0	0	1.0
		+	23.5	12.2	11.2	1.0
益生元 Prebiotics	99	−	0	1.0	0	0
		+	11.1	6.6	9.1	0
寡糖 Oligosaccharide	92	−	4.3	3.3	0	0
		+	18.5	8.7	20.7	2.2
淀粉/纤维 Starch/fiber	281	−	15.3	12.5	8.5	0.4
		+	8.9	7.8	6.8	1.4
有机酸 Organic acids	151	−	1.3	0.7	0	0
		+	31.8	12.6	17.9	6.6
植物精油/提取物/萃取物 Plant essential oil/extract	365	−	2.2	3.8	1.6	0.3
		+	23.2	9.3	16.4	0.8
锌/铜 Zinc/copper	613	−	0.5	0.8	0.5	0
		+	38.7	24.0	19.4	1.8

“−”:表示研究中抗生素替代物对生长性能或死淘率有负面影响;“+”:表示研究中抗生素替代物对生长性能或死淘率有正面效应。表格内数据计算方法为:负效应百分比(%)=负效果文献数/有该指标测定的文献总数;正效应百分比(%)=正效果文献数/有该指标测定的文献总数。限于文章篇幅,本表文献不在参考文献中列出,如需要可联系作者。

“−”: means that the additive has a negative effect on growth performance or mortality rate; “+”: means that the additive has a positive effect on growth performance or mortality rate. The calculation method of data in the table is as follows: percentage of negative effect (%) = number of literatures with negative effect/total number of literatures within relevant index; percentage of positive effect (%) = number of literatures with positive effect/total number of literatures within relevant index. The literatures in this table are not listed in the references. Please contact the author if necessary.

表 2 2010 年至今国内抗生素替代物对猪和禽生长性能、免疫功能和抗氧化能力影响的研究汇总

Table 2 Summary of studies on effects of antibiotic alternatives on growth performance, immune function and antioxidant capacity of pigs and poultry in China since 2010

项目 Items	文献数 Literature number	效果 Effects	平均日增重 ADG	平均日采食量 ADFI	料重比 F:G	免疫功能 Immune function	抗氧化能力 Antioxidant capacity
益生菌 Probiotics	62	−	0	8.1	3.2	0	0
		+	69.4	12.9	48.4	83.3	75.0
寡糖/多糖 Oligosaccharide/polysaccharides	13	−	0	0	0	0	0
		+	23.1	23.1	30.8	100.0	/
有机酸 Organic acids	13	−	0	0	0	0	0
		+	46.2	0	61.5	100.0	100.0

续表 2

项目 Items	文献数 Literature number	效果 Effects	平均日增重 ADG	平均日采食量 ADFI	料重比 F∶G	免疫功能 Immune function	抗氧化能力 Antioxidant capacity
植物精油/提取物/萃取物 Botanicals	16	−	0	0	0	0	0
		+	62.5	31.3	43.8	50.0	100.0
中草药制剂 Herbal medicine preparation	25	−	4.0	8.0	4.0	0	0
		+	52.0	20.0	48.0	48.0	60.0

“−”:表示研究中抗生素替代物对生长性能、免疫功能或抗氧化能力有负面影响;“+”:表示研究中抗生素替代物对生长性能、免疫功能或抗氧化能力有正面效应。表格内数据计算方法为:负效应百分比(%)= 负效果文献数/有该指标测定的文献总数;正效应百分比(%)= 正效果文献数/有该指标测定的文献总数。限于文章篇幅,本表文献不在参考文献中列出,如需要可联系作者。

“−”: means that the additive has a negative effect on growth performance, immune function or antioxidant capacity; “+”: means that the additive has a positive effect on growth performance, immune function or antioxidant capacity. The calculation method of data in the table is as follows: percentage of negative effect (%) = number of literatures with negative effect/total number of literatures within relevant index; percentage of positive effect (%) = number of literatures with positive effect/total number of literatures within relevant index. The literatures in this table are not listed in the references. Please contact the author if necessary.

提高饲料原料消化率与降低抗营养因子含量是饲料禁抗后系统性营养策略,改善和升级现有的饲料加工工艺是重要的技术手段之一。为了更好地促进饲料的消化吸收利用率,因为成本等因素在过去没有广泛应用的加工工艺将重新被行业认知和使用,如膨化和膨胀等工艺,这些工艺可以显著提高原料的糊化度,有利于仔猪等幼龄动物对营养物质的吸收和利用[24]。近年来,粉料熟化工艺和烘焙工艺等也逐步被用于饲料加工过程。近年来,由于非洲猪瘟疫情的冲击,目前猪饲粮普遍延长调质时间并提高调制温度,虽然可以灭活潜在病原菌和病毒,提高饲料熟化度,但是也易导致维生素等功能性成分的损失,因此,设计产品时也要考虑此类加工处理所造成的潜在营养物质损失。为了降低加工对热敏物质的破坏,近年来油脂和酶制剂等后喷涂、包被等保护性技术也得以广泛应用。此外,液体原料加工和饲料液体化处理等新技术也值得饲料和养殖企业的关注。

1.4　液体饲料

液体饲料是相对于粉状或颗粒饲料的一种物料形态,包括液体的饲料原料、饲料添加剂、补充料、配合饲料等。欧洲养殖行业实践表明,液体饲料对于断奶仔猪健康和生长性能具有促进作用,我国生产实践也存在一定的湿拌料饲喂习惯。发酵液体饲料(fermented liquid feed,FLF)是利用粮食加工、乳制品生产、果蔬加工以及其他农产品加工过程中所产生的高水分副产品,根据动物营养需要辅以玉米、大麦、小麦、豆粕等配料进行液体发酵后,利用悬浮技术加工而成。高水分的液体饲料或我国常见的湿拌料较常规饲料对动物肠道的物理性影响较小,有利于母猪改善采食量。发酵液体饲料的益处是发酵可以改善饲料中有益微生物的数量和种类,抑制饲料和动物肠道中有害微生物的生长,提高营养物质消化率,降低胃肠道疾病,有助于实现养殖中的减抗和替抗[25]。

在液体饲料饲喂生产实践中,原料质量、粉碎粒度、水料比等因素需根据饲喂对象进行适当调整。液体饲料饲喂系统对饲料输送管道设备的建设、维护和卫生管理有很高的要求。此外,液体饲料饲喂技术也会引起畜禽干物质采食量不足、饲料变质与浪费、微生物污染等问题。当前对于液体饲料饲喂系统的研究相对较少,虽然加工和输送设备等领域相对成熟且已完成产业化生产,但液体饲料的原料数据库、营养标准、品质控制及液体饲料对动物生产性能和产品质量与安全的影响等方面还需深入研究。

1.5　饲粮配方设计

无抗条件下,饲粮配方设计需要考虑的因素要远远多于之前,除了上述饲料原料、加工工艺和饲养模式等因素外,还需要考虑其产品设计自身的能量体系、氨基酸体系、微量元素和维生素体系、添加剂体系,甚至是纤维体系等的参数选择和

设定。

传统的饲粮配方设计选择的动物营养物质需要量,往往是基于最优的生产性能条件下的需要量。而无抗条件下营养师对动物营养物质需要量的考量,应该是在保证动物正常生产性能的情况下,如何保证其最佳的免疫或健康状况的需要量,而此时的需要量往往高于原有的标准。因此,无抗条件下营养师设计产品时,首先需要采用最有效的饲料营养价值评价体系,如净能体系、标准回肠可消化氨基酸体系和有效磷体系等,这些指标是最接近生物可利用的有效成分,以保证饲料有效营养成分的准确评估。目前针对动物最优免疫或健康的营养物质需要量的研究相对缺乏,因此需要建立最优免疫或健康状况下的营养物质需要量参数,尤其是能量、氨基酸和维生素等核心营养要素。近年来对于纤维素的研究也表明,一定比例的特定纤维底物如燕麦皮、粗麦麸等有利于仔猪肠道发育和健康,无抗条件下产品的设计需要引入一定的纤维体系参数,以促进幼龄畜禽的肠道发育[26]。对于氨基酸和维生素需要量的研究,需要关注肠道健康、机体免疫等指标。同时,可能需要提高原有的营养指标安全阈值,以保证满足潜在的需要量。

在选择能量饲料时,需要考虑淀粉来源及其吸收代谢速率差异,做好必要的谷物组合[13]。氨基酸同样要考虑原料完整氨基酸和晶体氨基酸之间的吸收代谢速率差异[27]。除了常规饲料原料的选择外,产品设计时还应较以往更多关注抗生素替代物或能够促进机体免疫和健康的功能性产品的选择和组合,此类产品的评估和选择更多的是由不同企业技术体系和管理体系所决定的,但更多的决策考虑因素应该是产品的应用效果和综合成本等核心因素。

2 无抗条件下的饲养管理

无抗饲料的推广应用,一定是建立在科学的饲养管理基础上的。在不添加抗生素的情况下,由于气候、季节、养殖方式和管理条件等存在广泛差异,养殖场的饲养管理尚不完善,环境改变和病菌侵袭可能导致畜禽健康和生产性能受到严重影响。所以,按照生物安全、环境控制、疾病防治、饲养监管甚至动物福利等要求进行科学的饲养管理,减少生产上对药物和抗生素的依赖性,对提升畜禽的抗应激能力和生产性能有积极作用。

2.1 生物安全

在非洲猪瘟和新冠肺炎双疫情背景下,生物安全作为疫病防控的第 1 道防线,是每个养殖场生产管理中不可或缺的重要部分。生物安全工作的核心是在生产过程中,把场外、场内、养殖群体细分成管理上可行的最小管理单元,并对管理单元的状况和操作变化进行危险度评估,防止外界的新病原体进入养殖管理区间,以及阻止病原在管理区间的传播与扩散。生物安全工作实际从养殖场的建设选址开始,选址的原则是尽可能满足远离其他养殖场和主要公路干道;养殖场外最小管理单元可细化至饲料、水源、养殖设备、运输车辆、访客、新引进动物、引种、鸟类及周边野生动物等方面;而养殖场内部,则应对日常生产流程、生产管理进行生物安全评估,可以细分为隔离、养殖密度、湿度、温度、饲喂、全进全出、圈舍卫生、饲料、饲养员、养殖工具、有害生物等最小管理单元。所有生物安全单元均需定期进行清洗、消毒工作并进行有效性评估。在积极探索、健全生物安全体系的同时,一定要围绕畜禽品种养殖特点,开展各项饲养参数及模式等方面的研究,形成内部饲养规程、健康养殖技术规范和消毒评价标准等章程。总之,良好的生物安全体系一定是针对畜禽品种养殖特点以及养殖水平而制订的,由点到面、不断完善的管理措施。

当下及今后一段时间内,非洲猪瘟和新冠肺炎双疫情还将存在一段时间,除了传统的生物安全关注点以外,养殖场人员的流动也需要密切管理和监控,以防止人类传染病的传播。非洲猪瘟疫情下,猪场人员的饮食和食材也需要进行必要的调整和管理,如猪场禁止采购和食用含有猪源性食材的食品。双疫情影响下,针对生物安全,很多新的管理措施和要求对猪场人员的管理和稳定性也构成了较大的挑战。因此,猪场更应该强化住宿条件的改善和必要的娱乐与网络建设等员工基础生活和娱乐条件的改善,以保证人员的稳定性。

2.2 环境控制

抗生素停用后,畜禽对环境的变化更加敏感,饲养密度大、环境卫生差等问题都会诱导畜禽发生应激反应,使生产性能受到影响。在欧美国家,养殖成本中用于养殖环境等硬件设施的成本投入

与推广应用无抗饲料后的经济效益回升成正比。董尚云[28]对无抗肉鸡饲养模式的研究表明,在优质鸡苗和饲粮、良好的饲养设备设施的基础上,自动化环境控制下实施无抗肉鸡饲养是可行的。近年来应用较多的标准化圈舍和围栏、电子饲喂站、圈舍环境自动化控制、空气过滤等先进的设备和环境管理对于改善动物生产性能和动物健康状况有较大的作用,尤其是肉鸡和蛋鸡等集约化养殖水平高的畜种。陈焕春[29]对2015—2017年12 580家猪场的疾病情况进行了总结,发现猪的呼吸系统疾病占42.02%,消化道疾病占19.07%,繁殖障碍疾病占13.72%;控制呼吸道疾病的关键是猪舍内的通风换气、提高对有毒有害气体的监控能力,控制消化系统疾病的关键是舍内温度和湿度。因此,饲料禁抗后,为减少畜禽的应激反应,应保证畜禽各阶段的温度、湿度、通风和光照等环境条件在最适范围,同时,要注意空气、饮水、饲粮的清洁,切断病原体的传播途径,杜绝感染源。

2.3　群体免疫力改善

饲料禁抗后,必须明确抗生素是针对个体发生疾病时进行治疗,而不是全群无差别的日常保健。如何通过营养手段提高动物的群体免疫力并改善生产性能是饲料工业关注的焦点。在抗病营养方面的相关研究表明,通过营养手段如最优的维生素组合与含量、添加促进免疫的功能性物质等,可增强畜禽免疫机能,促进免疫系统发育,定向精准地调理畜禽健康状况,改善动物生产性能[30-31]。同时,也有越来越多的养殖企业采用饮水系统强化免疫,显著改善了群体的免疫力和健康状况。因此,禁抗后的群体健康管理需要考虑必要的营养和管理投入。

2.4　饲养管理精细化

2.4.1　猪饲养管理

随着无抗饲料的应用,越来越多的企业将关注养殖场的饲养管理技术。企业将更多地关注断奶日龄、多阶段饲养、全进全出、饲养密度、分性别饲养管理等基本的管理操作。从饲养管理角度分析,饲养密度过高、断奶过早等饲养管理方式会对断奶仔猪的生长性能造成严重影响。周凯等[32]研究报道,高饲养密度会影响仔猪体内游离丝氨酸(Ser)、精氨酸(Arg)、蛋氨酸(Met)等功能性氨基酸代谢,从而导致仔猪的生长性能下降和免疫功能受损。Niekamp 等[33]研究发现,仔猪21日龄前断奶容易因免疫系统不成熟而使其抗病力降低。因此,在无抗条件下,断奶仔猪需要更加精细化的现场管理措施,包括提供更多的饲养空间、对弱仔进行单独护理与饲养以及在现有饲养基础上适当延长断奶日龄。此外,精细化饲养管理可以延伸到母猪的健康提升,通过强化后备、妊娠、哺乳母猪的现场生产管理、体况管理和分胎次营养需求来提高仔猪的初生活力、均匀度、体重等生产性能。总之,科学的饲养管理要以提升动物福利和改善养殖环境为方向,才能从根本上保障动物的生产力。

2.4.2　禽饲养管理

对于规模化养禽场,除了要保障动物福利和环境改善外,还可以积极探索新的养殖方式,例如近年来建立的立体笼养模式[34],通过自动饮水、自动喂料、环境智能精准控制、自动除粪等设备和设施的应用,为肉鸡全程无抗养殖创造了良好的条件。近年来以肉鸭为代表的水禽的饲养管理也出现了很大的变化,南方区域的池塘养殖逐步转变为半池塘-半地面养殖或半池塘-半塘上网养养殖,甚至是地上网养等模式。北方地区出现了从地面养殖逐步转变为地上网养,甚至是立体的笼养模式等集约化养殖模式。这些新的饲养模式的出现在一定程度上改善了动物的生长性能或单位面积产肉量,也降低了家禽对抗生素的依赖[35-39]。当然,新饲养模式下动物的营养需要和饲养管理也需要进行研究。总之,在家禽养殖的过程中,可以通过经验的积累,研究养殖关键技术,借助营养、免疫和饲养管理制度等措施,在养殖过程实现无抗养殖。

2.5　水质管理

畜禽饮用水的质量与安全对其健康和生长性能起到巨大的作用。杜绝由微生物(包括病原体)引起的疾病传播及水质恶化等问题是养殖场饮用水生物安全工作的核心。养殖场在选择水源时,尽量选择细菌细胞浓度较低的地下水(10^3 ~ 10^4 个/mL)[40],当下非洲猪瘟肆虐的情况下,还要定期对水中非洲猪瘟病毒进行监测[41-42]。有条件的养殖场还应定期对水中铁等金属元素含量进行监测[43]。病原体容易附着在水管线内壁增殖,形成牢固的生物膜,对水源造成持续污染,水质管理应考虑定期对水箱和水线进行清洗与消毒。在管理体系中,畜禽与水的接触最为频繁,交叉感染

的风险大,且各地养殖场水质差异巨大,做好饮用水安全防控是预防疫情传播和无抗饲料顺利应用的重要保障。

3 小 结

2020 年饲料全面“禁抗”,“无抗”养殖也是大势所趋,这既是挑战也是机遇,养殖行业必将迎来科技创新、转型升级的新时代。饲料完全无抗化之后,并没有单一技术手段可以有效地达到完全替代抗生素的效果,需结合饲料制造端与养殖端进行综合考量。饲料制造端需“因地制宜”制定精准营养策略,控制和优选高品质原料;选择合理的前处理手段降低抗营养因子;搭配适宜品种和剂量的益生菌、酸化剂等添加剂;改善和优化现有的生产工艺和饲喂方式。养殖端应加强养殖场生物安全和环境控制,提高饲养管理水平,优化畜禽免疫和疾病防控,严密监控水质安全。只有做到饲料生产和畜禽养殖的共同优化、高度配合,才能真正做到无抗时代的高效养殖。无抗饲料的全面推广应用,加速了高端化、智能化、绿色化、服务化的现代农牧产业体系的构建,必将实现畜牧养殖效益与食品安全、生态友好的共赢。

参考文献:

[1] 关于印发遏制细菌耐药国家行动计划(2016—2020 年)的通知[EB/OL].[2016-08-25].http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s3593/201608/f1ed26a0c8774e1c8fc89dd481ec84d7.shtml.

[2] 农业农村部.中华人民共和国农业农村部公告第 194 号[EB/OL].(2019-07-09).http://www.moa.gov.cn/nybgb/2019/201907/202001/t20200103_6334292.htm.

[3] 张桂凤.生长猪豆粕净能推测方程的构建[D].博士学位论文.北京:中国农业大学,2014.

[4] 李亚奎.生长猪谷物类原料净能预测方程的构建[D].博士学位论文.北京:中国农业大学,2018.

[5] 刘德稳.生长猪常用七种饲料原料净能预测方程[D].博士学位论文.北京:中国农业大学,2014.

[6] 桓宗锦.肉鸡玉米和豆粕净能的测定及其预测模型的建立[D].硕士学位论文.雅安:四川农业大学,2009.

[7] 高亚俐.回归法和饥饿法测定维持净能及 0-3 周龄艾维茵肉鸡净能需要量研究[D].硕士学位论文.雅安:四川农业大学,2010.

[8] 于乐晓.评定 2-3 周龄天府肉鸭和樱桃谷鸭净能需要量的研究[D].硕士学位论文.雅安:四川农业大学,2015.

[9] 于梦超.评定小麦肉鸭净能值的研究[D].硕士学位论文.雅安:四川农业大学,2017.

[10] 李杰.评定天府肉鸭豆粕净能的研究[D].硕士学位论文.雅安:四川农业大学,2015.

[11] 蒋守群,林映才,丁发源,等.黄羽肉鸡饲料代谢能的研究[J].中国畜牧杂志,2002,38(5):26-27.

[12] ZHU Z P,YAN L,HU S D,et al.Effects of the different levels of dietary trace elements from organic or inorganic sources on growth performance,carcass traits,meat quality,and faecal mineral excretion of broilers[J].Archives of Animal Nutrition,2019,73(4):324-337.

[13] 戴求仲.日粮淀粉来源对生长猪氨基酸消化率、门静脉净吸收量和组成模式的影响[D].博士学位论文.雅安:四川农业大学,2005.

[14] 袁建敏,王茂飞,卞晓毅,等.玉米的化学成分含量及影响因素研究进展[J].中国畜牧杂志,2016,52(11):69-72.

[15] 韦志彦,王金水,张艳,等.新收获小麦后熟过程中蛋白质和氨基酸含量的变化[J].中国粮油学报,2010,25(2):23-30.

[16] KABAK B,DOBSON A D W,VAR I.Strategies to prevent mycotoxin contamination of food and animal feed:a review[J].Critical Reviews in Food Science and Nutrition,2006,46(8):593-619.

[17] ASWANI KUMAR Y V V,RENUKA R M,BODAIAH B,et al.Mycotoxin strategies:impact on global health and wealth[J].Pharmaceutica Analytica Acta,2016,7(7):1000498.

[18] 朱正鹏,王瑜铭,丁莹,等.陈化玉米对肉鸭生长性能、抗氧化功能及免疫器官指数的影响[J].中国畜牧杂志,2018,54(11):71-74.

[19] HINSON R B,GARY L A.Net energy content of soybean meal and glycerol for growing and finishing pigs[D].Ph.D.Thesis.Columbia:University of Missouri-Columbia,2009.

[20] 李德发.大豆抗营养因子[M].北京:中国科学技术出版社,2003:368.

[21] ÖZPINAR H,AYDIN İ H,KLASING K C,et al.Interaction of mannan oligosaccharide with immune system “Transport of MOS in to the Lamina Propria”[J].Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi,2012,18(1):121-128.

[22] CHHABRA A,SINGH P.Antinutritional factors and contaminants in animal feeds and their detoxification:

a review [J]. Indian Journal of Animal Sciences, 2005,75(1):101-112.

[23] SCHWEER W, GABLER N. Evaluation of sub-therapeutic growth promotion antibiotic alternatives [J/OL]. [2017-03-29]. National Hog Farmer. https://www. nationalhogfarmer. com/animal-health/evaluation-sub-therapeutic-growth-promotion-antibiotic-alternatives.

[24] LI H, WANG H Y, WANG L, et al. The variation of gelatinization of ingredients for piglet feed based on the expanding and pelletizing technology[M]. Kansas City: Missouri, 2013:21-24.

[25] O'MEARA F M, GARDINER G E, O'DOHERTY J V, et al. Effect of wet/dry, fresh liquid, fermented whole diet liquid, and fermented cereal liquid feeding on feed microbial quality and growth in grow-finisher pigs[J]. Journal of Animal Science, 2020, 98(6): skaa166.

[26] FLIS M, SOBOTKA W, ANTOSZKIEWICZ Z. Fiber substrates in the nutrition of weaned piglets-a review [J]. Annals of Animal Science, 2017, 17(3):627-643.

[27] YEN J T, KERR B J, EASTER R A, et al. Difference in rates of net portal absorption between crystalline and protein-bound lysine and threonine in growing pigs fed once daily [J]. Journal of Animal Science, 2004,82(4):1079-1090.

[28] 董尚云.无抗肉鸡饲养模式探讨[D].硕士学位论文.北京:中国农业大学,2004.

[29] 陈焕春.猪系统性疾病的流行现状与防控措施[J].北方牧业,2017(11):15.

[30] 彭焕伟.饲粮维生素组合对肉种鸡繁殖性能及后代肉鸡生产性能影响的研究[D].博士学位论文.雅安:四川农业大学,2011.

[31] 刘秀丽,侯勇跃,李锋.抗病营养微生态制剂在畜禽养殖上的研究进展[J].畜牧与饲料科学,2014,35(增刊1):36-40.

[32] 周凯,吴信,刘春龙.饲养密度对仔猪生长性能和血清游离氨基酸含量的影响[J].动物营养学报,2019,31(1):485-490.

[33] NIEKAMP S R, SUTHERLAND M A, DAHL G E, et al. Immune responses of piglets to weaning stress: impacts of photoperiod[J]. Journal of Animal Science, 2007,85(1):93-100.

[34] 姜晓刚.肉鸡立体笼养技术面面观-笼养肉鸡的现况及发展趋势分析[J].北方牧业,2017(22):22-23.

[35] 秦鑫,卢营杰,苗志强,等.饲养方式和密度对爱拔益加肉鸡生产性能、肉品质及应激的影响[J].中国农业大学学报,2018,23(12):66-74.

[36] 舒刚,杨志勤,王家秀.地面平养和笼养对青脚麻鸡生产性能和屠宰性能的影响[J].中国畜牧杂志,2012,48(11):63-65.

[37] 袁建敏,冯于明,李庆云,等.笼养和地面平养对肉鸡生产性能的影响[J].中国畜牧杂志,2006,42(15):50-53.

[38] 顾丽红,林哲敏,赵建国,等.嘉积鸭地面平养、网床平养与网床加发酵床平养对比试验[J].黑龙江畜牧兽医,2018(22):41-54,51.

[39] 王沐,于真来,魏守海,等.发酵床养鸭和传统地面养鸭生长性能的比较研究[J].中国家禽,2016,38(17):70-72.

[40] 陈晓,汪毅,丁志斌,等.饮用水生物安全现状、评价方法及对策措施[J].净水技术,2019,38(5):65-72.

[41] KARALYAN Z, AVETISYAN A, AVAGYAN H, et al. Presence and survival of African swine fever virus in leeches [J]. Veterinary Microbiology, 2019, 237: 108421.

[42] HE Q, YU D M, BAO M D, et al. High-throughput and all-solution phase African swine fever virus (ASFV) detection using CRISPR-Cas12a and fluorescence based point-of-care system [J]. Biosensors and Bioelectronics, 2020, 154: 112068.

[43] CARSON T L. Current knowledge of water quality and safety for livestock[J]. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 2000, 16(3): 455-464.

Nutritional Strategy and Feeding Management of Animal Husbandry under Antibiotics-Free Feed Age

ZHU Zhengpeng[1,2] TAN Huize[3] HE Jian[4,5] FENG Guangde[5] LI Bin[1,2] GU Changsong[1,2]

(1. *Sichuan TEK-MAX Biotechnology Co., Ltd., Chengdu* 610000, *China*; 2. *Sichuan Tequ Agriculture and Animal Husbandry Technology Group Co., Ltd., Chengdu* 610207, *China*; 3. *Guangzhou Wen's Foodstuffs Group Co., Ltd., Yunfu* 527439, *China*; 4. *School of Life Science and Engineering, Southwest University of Science and Technology, Mianyang* 621000, *China*; 5. *Sichuan Tieqilishi Group Co., Ltd., Chengdu* 610000, *China*)

Abstract: Since the 1940s, antibiotics as feed additives have been used in the feed industry for more than 70 years. With the increasing problem of antibiotic residues and bacterial resistance, and according to "Announcement No. 194 of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs, PRC", China banned the addition of antibiotics in feed on July 1, 2020. Evidences showed that growth performance and mortality of livestock were influenced by the ban of antibiotics in feed. In order to solve these problems and develop a healthy feed and husbandry industry, we summarized the nutritional strategy and feeding management in animal husbandry with antibiotics-free feed. [***Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2020, 32(10): 4831-4840**]

Key words: antibiotics; feed; nutritional strategy; feeding management

Author, ZHU Zhengpeng, E-mail: Zhuzp1980@foxmail.com

(责任编辑 管景颖)