



系统思维在家畜生态学中的应用与实践

张立阳, 廉红霞, 付彤, 苏传友, 孙宇, 王林枫, 张薇*, 高腾云*

(河南农业大学 动物科技学院, 河南省家畜营养调控与生态养殖国际联合实验室, 河南 郑州 450002)

[摘要] 在系统论视域下, 生态意识是一个深入到人类社会各个层面并包含着诸多要素与结构的复杂系统。生态学应用于农业领域的分支学科家畜生态学是一门新兴学科, 主要研究家畜与环境的相互关系, 其建立和发展过程运用了生态学和系统论的原理与方法。从发展要求来看, 对于家畜生态学的理论体系、方法论和实验手段尚需要认真的研究; 对于家畜生态学不同层次教学和科学研究工作的发展, 尚需采取有效的行动。该文基于系统论视域, 分析系统思维特征在家畜生态学理论中的体现; 系统思维方法在家畜生态学教学和研究中的应用与实践; 以及基于系统思维提出并尝试解决家畜生态学具体热点问题等, 对系统思维的实践及家畜生态学教学和科研发展有着促进意义。

[关键词] 系统思维; 家畜生态学; 教学研究

[中图分类号] S811.5

[文献标识码] A

[文章编号] 1005-5228(2023)02-001-05

doi:10.3969/j.issn.1673-1182.2023.02.001

家畜生态学(Domestic animal ecology), 是把家畜及其自然环境、人工环境和社会环境作为有机整体, 运用生态学和系统论的原理与方法, 研究其中的相互关系、系统作用、调节控制和持续发展规律的学科。家畜生态学中心任务是阐明不同时期家畜与环境的相互关系, 目标是改善环境, 以促进畜禽健康和实现动物福利, 以及畜牧场环境保护工作, 实现畜禽遗传资源保护和畜牧业可持续发展^[1]。生态学是已有百余年发展历史的学科, 但蓬勃发展于20世纪60年代以后, 当前已成为一个宏大的科学领域, 涉及自然、经济、政治、社会各个方面, 形成了众多的学科分支和交叉学科。与畜牧业紧密联系的家畜生态学, 是生态学原理在应用期间发展起来的分支学科, 至今只不过70余年的历史。在这一过程中, 系统论的原理和方法被广泛应用, 起到了中药的指导作用。21世纪我国畜牧业的发展应当走生态可持续的道路。生态畜牧业就是要在系统论的指导下, 遵循和利用生态学规律, 应用现代科学成果和系统工程方法, 进行绿色、可持续的畜牧业生产^[2]。

系统思维是指以系统论为思维基本模式的思维

形态, 它不同于创造思维或形象思维等本能思维形态。系统思维能极大地简化人们对事物的认知, 给我们带来整体观。系统是一个概念, 反映了人们对事物的一种认识论, 即系统是由两个或两个以上的元素相结合的有机整体, 系统的整体不等于其局部的简单相加^[3]。系统思维方式的客观依据, 乃是物质存在的普遍方式和属性, 思维的系统性与客体的系统性是一致的^[4]。系统思维方式以系统论为理论基础, 具有整体性、结构性、立体性、动态性、综合性等理论特征。

家畜生态学是一门新兴学科, 从发展要求来看, 对于家畜生态学的理论体系、方法论和实验手段尚需要认真的探索; 对于家畜生态学不同层次教学和科学研究工作的发展, 尚需采取有效的行动^[5], 对于系统论在家畜生态学教学和研究中更深层次的应用与实践更需要进一步研究。本文基于系统论视域, 分析系统思维特征在家畜生态学理论中的体现; 系统思维方法在家畜生态学教学和研究中的应用与实践; 以及基于系统思维提出并尝试解决家畜生态学具体热点问题等。本文对系统思维的实践及家畜生

[收稿日期] 2021-01-18 **[修改日期]** 2021-06-15

[基金项目] 河南农业大学高等教育科学研究课题(2021YB08); 河南农业大学高等教育教学改革研究与实践项目(21XM0157)

[作者简介] 张立阳(1991—), 男, 内蒙古赤峰人, 讲师, 主要从事反刍动物生产研究。E-mail: zhangliyang@henau.edu.cn

* **[通讯作者]** 张薇(1991—), 女, 湖北荆门人, 讲师, 主要从事动物营养与饲料科学研究。E-mail: weizhang@henau.edu.cn;
高腾云(1964—), 男, 河南郑州人, 教授, 主要从事家畜生态和反刍动物生产研究。E-mail: dairycow@163.com

态学教学和科研发展有着促进意义。

1 系统思维特征的理论体现

1.1 系统思维整体性在家畜生态学理论中的体现

系统思维方式的整体性是由客观事物的整体性所决定,整体性是系统思维方式的基本特征,它存在于系统思维运动的始终,也体现在系统思维的成果之中。家畜生态学主要以家畜及其自然环境、人工环境和社会环境为研究对象,从不同角度、不同层次、不同过程来研究各种环境对家畜的影响,以及家畜生产对环境等影响。家畜生态学推动畜牧业可持续发展具有整体性特征,即各种因子对动物生产的调控具有时序性,体现出对生产全过程的整体效应。家畜生态学有别于畜牧科学的任何一个分支学科,如动物遗传学、动物营养学、家畜繁殖学等。畜牧学的这些分支学科为家畜生态提供了各种数据来源和技术手段,而家畜生态学则为畜牧学各分支学科的发展提供宏观指导思想与系统观。从生物学角度看,家畜生态学涉及的各种环境因子对家畜品种形成、生活习性、体格与体型、健康、生产性能、适应、应激、种群分布与动态、家畜生态系统以及资源分布的影响规律;影响的机制和深度涉及家畜遗传物质的表达、动物的适应性、对逆境的抵抗力、应激、行为发育、组织器官生长发育的影响、个体生长发育与生产性能的影响,包括饲料转化效率和药物治疗效果的影响。从环境因子的类型来看,家畜生态学研究物理因子即非生物因子,包括温度、湿度、气流、空气质量、光照、水等环境因子,以及生产技术、饲养管理方式、社会经济条件等对家畜的影响。以上内容充分体现了家畜生态学的整体性特征。

1.2 系统思维结构性在家畜生态学理论中的体现

系统思维方式的结构性,就是把系统科学的结构理论作为思维方式的指导,强调从系统的结构去认识系统的整体功能,并从中寻找系统最优结构,进而获得最佳系统功能。家畜生态学理论的结构性特征主要体现在推动畜牧业可持续发展的层次性中,即各种因子对家畜及其系统的影响,涉及分子—细胞—组织—器官—个体—种群—系统—生物圈各层次^[6]。家畜生态学的结构性特征,包括了家畜分子生态、个体生态、种群生态、生态系统生态的研究。从分子水平上,家畜生态学研究揭示和控制畜禽有关性质的基因与环境之间的互作关系,是今后家畜生态学的发展方向之一,这一领域十分需要分子生物学的基础理论、实验方法与实验手段。以动物为

核心的家畜与环境相互关系的个体水平的研究,侧重研究环境对家畜的影响,包括适应性、生态型、健康、福利、驯化、生产性能、疫病防控,研究基本单位品种或生态型。从生态系统水平上,加强对畜牧业生态系统的生态过程、生态效应的研究,重视畜牧生产系统健康评价与管理、系统养分平衡管理等^[7]。

1.3 系统思维动态性在家畜生态学理论中的体现

系统的构成是复杂的,内部诸要素之间的联系及系统与外部环境之间的联系时刻处于变化之中,因此系统的稳定是相对的,系统具有明显的动态性。系统的变化:一是系统内部诸要素的结构及其分部位位置不是固定不变的,而是随时间不断变化的;二是系统都具有开放的性质,总是与周围环境进行物质、能量、信息的交换活动。生态学领域系统的动态性原则最主要体现在生态系统与平衡方面。能量流动、物质循环和信息传递同样也是生态系统的三大核心功能。生态系统是一个动态系统,要经历一个从简单到复杂、从不成熟到成熟的发育过程。生态系统时刻在运动和发展之中,平衡是相对的,不平衡是绝对的,生态平衡的系统,是相对稳定的状态,作为开放的系统,物质和能量的输入输出始终在正常进行之中,局部、小范围的破坏或扰动可通过系统调控机制进行调节和补偿,不影响整体的平衡。畜牧生态系统是典型的人工生态系统,畜牧生态系统的构建要遵循生态学原理和系统论原理,具有畜牧生态系统观,重视对畜牧生态系统的结构和工艺进行合理设计。

1.4 系统思维综合性在家畜生态学理论中的体现

系统思维方式的综合性有两方面的含义:一是任何系统整体都是这些或那些要素为特定目的而构成的综合体;二是任何系统整体的研究,都必须对它的成分、层次、结构、功能、内外联系方式的立体网络作全面的综合的考察,才能把握系统整体。系统思维的综合性在家畜生态学理论中主要体现在推动畜牧产业可持续发展过程的协同性方面,即在深刻了解家畜与环境复杂多变生态关系的基础上,重视畜牧产业发展与家畜生态系统平衡的协调性,实现畜牧产业发展与社会、经济、环境的和谐^[8]。不同类型的畜牧生态系统都存在是否可持续发展问题,其关键控制因素就是畜牧业生产的生态承载力,即畜牧业发展与环境相协调的关系问题。关系畜牧业可持续发展的生态承载力包括三方面的含义:资源承载力、环境承载力和生态弹性力^[9]。按照系统思维的综合性指导,运用畜牧业可持续发展应遵循的生态

学原理所建立的“桑基鱼塘”、“猪-沼-鱼-果”等复合畜牧生态系统均是系统思维综合性在家畜生态学实践中的成功应用。

2 系统思维的应用与实践

2.1 系统思维整体法的应用与实践

整体法是在分析和处理问题的过程中,始终从整体来考虑,把整体放在第一位。整体法要求把思考问题的方向对准全局和整体、从全局和整体出发。家畜生态学研究把家畜与自然环境、人工环境和社会环境作为一个系统整体来看待,对其相互关系与协同作用的基本规律进行研究与运用,是系统思维整体法在家畜生态学发展中的总体应用体现。坚持系统思维方式的整体性,首先必须把研究对象作为系统来认识,即始终把研究对象放在系统之中加以考察和把握。具体方面,在研究家畜与环境的相互关系中,家畜的环境影响因素既有温度、湿度、气流、光照等非生物因素,也有植物、动物与微生物等生物因素,且这两类环境因素越来越强烈的受到来自人类社会的经济、技术与文化等因素的干预,这就增加了家畜生态学研究的复杂性,研究中必须利用整体法综合各方面因素开展工作,才能实现家畜生态系统的平衡和可持续发展。

2.2 系统思维结构法的应用与实践

系统由各部分组成,部分与部分之间组合是否合理,对系统有很大影响,这就是系统中的结构问题。系统结构是与系统功能紧密相连的,结构是系统功能的内部表征,功能是系统结构的外部表现。比如,畜牧生态系统的构建过程需充分利用系统思维结构法。畜牧系统的结构是指系统各组分的时空配置格局及组分间的能流、物流和信息流顺序关系。包括:由不同动物、植物种类的组成与数量关系的格局构成的物种结构;动物种群与植物群落在一定大小的三维空间中的垂直与水平格局及其变化形成的空间结构;动物种群及植物种群的生活周期随时间或季节的变化而有规律地变化,具有明显的时序性,即时间结构;系统内动物、植物间形成的食物链与食物网,是物质循环、能量流动和信息传递的主要路径,即营养结构。基于系统思维方式的结构性,在具体畜牧实践活动中,紧紧抓住畜牧系统结构这一中间环节,在要素不变的情况下,努力创造优化结构,实现畜牧系统最佳功能,从而获得最佳效益。

2.3 系统思维要素法的应用与实践

要使整个系统正常运转并发挥最好的作用或处

于最佳状态,必须对系统中各要素考察周全和充分,充分发挥各要素的作用。家畜生态学领域生态因子相关研究是系统思维要素法在家畜生态学发展中的具体体现^[10]。家畜环境中存在诸多生态因子,其类型、性质、作用强度、作用方式等各不相同,彼此之间相互组合,互为促进和制约,发挥综合效应,构成了家畜多种多样的生存环境,为家畜种类、品种(系)的形成创作了条件。生态因子作用的综合性、非等价性、不可替代性和可调剂性、阶段性、和限制性规律以及最小因子定律和耐受性定律等的研究都应基于系统思维要素法开展,进一步研究家畜环境与生态因子的作用,以及生态因子对家畜健康与生产性能的影响。同时系统思维要素法对研究家畜对环境的适应、家畜的应激与动物福利、家畜对环境的影响都起到了指导作用^[11]。

2.4 系统思维功能法的应用与实践

功能法是指为了使一个系统呈现出最佳态势,从大局出发来调整或是改变系统内部各部分的功能与作用。畜牧生态系统从本质上说是一种人工生态系统,其构建或设计是从当地自然资源和社会经济情况出发,依据生态学原理,把系统各要素以最佳方式配置在一起,对生产、生活等多项建设进行分析、设计和计算。在畜牧生态系统结构设计的主要内容中,包括水平结构设计、垂直结构设计、时间结构设计、食物链结构设计和总体设计等几个方面均从各部分的功能出发,有机结合,形成完整的畜牧生态系统,这体现了系统思维功能法的作用。同时,畜牧生态系统设计,包括接口技术、加环技术和延链技术等技术的应用均充分体现了系统思维功能法的具体应用和价值。此外,在家畜营养生态角度,通过营养调控手段,比如养分平衡营养技术等,来提高饲料营养物质的利用率,但同时应降低畜禽排泄物中各种成分的残留量,减少环境污染,在这一过程,要充分利用系统思维功能法进行指导。

3 基于系统思维解决热点问题

3.1 系统思维对畜禽品种资源的保护与利用

畜禽品种资源就是指畜禽遗传资源,是畜牧业资源的重中之重。基于系统思维,畜禽遗传资源的保护与利用是相辅相成,缺一不可的,保护是利用的前提,是持续有效利用的基础。畜禽遗传资源的利用主要有两种形式,对于一些地方良种及育成品种对当地自然生态条件及饲养管理方式有良好的适应性,同时具有较好的生产性能等特点的,可直接用于

畜产品生产;对于一些适应性差或生产性能较低的品种,直接作为种畜利用的价值不大,但可作为杂种利用的原始材料及培育新品种的原始材料。对于畜禽遗传资源的保护,要充分利用系统思维,全方位开展保种工作,具体方法如活体保护、精液保存、胚胎保存以及基因保存等;同时也要采取建立原种场、划定保种区、合作保种、分级保种等保种措施。

3.2 系统思维对家畜营养生态的调控与研究

家畜营养生态是由动物营养学与生态学以及系统科学等相互结合和渗透发展起来的。家畜营养生态是现代畜牧业可持续发展的重要研究内容,包括广义和狭义两方面,广义的指生态系统食物链中养分在生态位中的供给关系与平衡状态;狭义的指以生态学原理为指导,平衡动物营养与动物健康、环境保护的关系。关于营养生态的研究目前仍处于探索阶段,有许多不够成熟的地方,在生产实践中,既要考虑到动物正常生长发育的需要,又要考虑到营养对环境的影响,从而达到既提高畜牧业经济效益,又减少畜牧业对环境污染的目的,使畜牧业更好的为人类服务。这就需要运用系统思维方法,从整体出发,将营养调控和环境因子作为统一整体,重视环境因子对动物营养需要的影响,以及动物饲养过程反馈给整个生态链的影响^[12]。

3.3 系统思维对动物健康及畜产品安全的强化与保障

随着畜牧业发展过程中集约化程度的提高,养殖环境、病害发生率、粪污处理等问题也日益凸显,继而严重威胁畜产品的稳定供应和畜产品安全。饲用物质饲料和饮水是影响动物健康和畜产品安全最主要的因素,饲用物质中的包括有毒有害成分、饲料脂防酸腐败、饲料中添加剂使用不当、饲料中养分不平衡、抗生素残留、金属污染、生物污染等均是威胁动物健康和畜产品安全的常见因素。运用系统思维和生态学理论强化饲料安全不仅要充分考虑不同饲料原料的安全,同时要充分考虑饲料间的组合效应,在动物日粮配方设计中,通过日粮配合来调控饲料间的组合效应、避免饲料间的负组合效应、最大限度地发挥饲料间的正组合效应,以提高饲料的营养价值^[13]。同时,运用生态学理论强化饲料安全,包括饲料原料的合理选择和加工、饲料配方技术改进、加强饲料基础性研究工作、研究开发高效、安全、环保的饲料添加剂等^[14]。

3.4 系统思维对家畜废弃物的处理和利用

畜牧生产产生大量废弃物,主要包括粪尿、废

水、垫料、畜禽尸体以及加工废弃物等。畜牧业发展对环境造成的危害已引起广泛关注。如何保证畜牧业可持续发展和人类健康,是当前畜牧业发展亟待解决的问题。运用系统思维和生态学理论对家畜废弃物处理和利用要充分应用系统思维整体法,在废弃物的产生和处理两方面开展工作。首先从动物生产的源头开始,开展过程控制,实现资源利用效率最大化,废弃物减量化,贯彻畜牧业清洁生产机制,应用营养调控技术减少氮、磷、有机质、微量元素和甲烷的排出,同时严格管控兽药残留;同时充分利用畜禽废弃物的可资源化特性,根据自然生态系统中动物废弃物回归大自然,满足各植物种群生长繁殖的养分需要规律,并依据现代化作物栽培技术、肥料技术和环境保护技术,对集中排放的家畜废弃物进行适当加工,使其转化为安全、有效的肥料,用于作物生产等^[15]。

4 小 结

家畜生态学是一门新兴学科,是畜牧学科的发展观和方法论。从当前发展要求来看,畜牧业进入快速发展时期,系统地、综合地分析家畜与环境的互动效应,实现畜牧业可持续发展,亟待家畜生态学的理论指导。当前,家畜生态学的研究领域不断拓展和深入,研究方法与技术手段不断更新,多学科交叉与融合趋势明显。畜牧学科为家畜生态提供了各种数据来源和技术手段,而家畜生态学则为畜牧学各分支学科的发展提供宏观指导思想与系统观。系统思维特征在家畜生态学理论中具有全面体现,同时系统思维方法在家畜生态学发展中也有充分应用。家畜生态学的发展呈现空前活跃繁荣景象,但对于其理论体系、方法论和实验手段尚需要认真的探索,系统论在家畜生态学教学和研究中更深层次的应用与实践也需要更加深入的研究。系统思维在家畜生态学未来发展过程也必将起到重要的指导作用,促进学科的进一步融合。

参考文献:

- [1] 廖新佛,陈玉林.家畜生态学[M].北京:中国农业出版社,2009.
- [2] 石磊,任有蛇,吕丽华,等.新时代生态文明建设背景下家畜生态学教学改革探索[J].现代农业科技,2020(14):245-246.
- [3] 上海交通大学钱学森研究中心.智慧的钥匙—钱学森论系统科学[M].上海:上海交通大学出版社,2015.
- [4] 范冬萍,黄键.当代系统观念与系统科学方法论的发展[J].自然辩证法研究,2021,37(11):9-14.

- [5] 贾永全.家畜生态学科建设的若干思考[J].家畜生态学报,2016,37(4):1-3.
- [6] 冀德君,常伟,许志诚,等.家畜生态学课程中的“层次”问题研究[J].家畜生态学报,2007(6):184-186.
- [7] 吴迪.家畜生态学课程建设探索与实践[J].黑龙江农业科学,2015(6):116-119.
- [8] 中国畜牧兽医学会家畜生态学分会.我国家畜生态学科发展的回顾与展望[C].21世纪畜牧兽医生产和科学技术论坛,1999:150-154.
- [9] 史光华,孙振钧,高吉喜.畜牧业可持续发展的综合评价[J].应用生态学报,2004(05):909-912.
- [10] 马田甜.习近平生态文明思想的系统论意蕴[D].合肥:合肥工业大学,2021.
- [11] 唐秀华,陈全顺.建构与维生:生态意识的系统论审视[J].宁夏党校学报,2021,23(4):94-99.
- [12] 王建祥,金岭梅,傅明贤,等.利用生态学原理促进家畜生产发展的研究[J].家畜生态,1994(4):38-40.
- [13] 张吉鹏.饲料间的组合效应及其在配方设计中的应用[J].草业科学,2009,26(12):113-117.
- [14] 冀德君,李锐,甘宗辉,等.《家畜生态学》研究性教学的思路[J].家畜生态学报,2012,33(3):121-123.
- [15] 廖新伟.中国家畜生态学发展的关键领域与研究发展对策[C].陕西杨凌:中国畜牧兽医学会家畜生态学分会第七届全国代表大会暨学术研讨会,2008:497-528.

Application and Practice of Systematic Thinking in Domestic Animal Ecology

ZHANG Liyang, LIAN Hongxia, FU Tong, SU Chuanyou, SUN Yu,
WANG Linfeng, ZHANG Wei*, GAO Tengyun*

(Henan International Joint Laboratory of Nutrition Regulation and Ecological Raising of Domestic Animal,
College of Animal Science and Technology, Henan Agricultural University, Zhengzhou, China 450002)

Abstract: From the perspective of systematic theory, ecological consciousness is a complex system that goes deep into all levels of human society and contains many elements and structures. Domestic Animal Ecology, a branch of ecology applied to agriculture, is an emerging discipline, which mainly explore the relationship between livestock and environment. Its establishment and development process is based on the principles and methods of ecology and system theory. From the perspective of development requirements, the theoretical system, methodology and experimental means of domestic animal ecology still need to be further studied. Effective actions need to be taken for the development of teaching and scientific research at different levels of domestic animal ecology. Based on the perspective of systematic theory, this paper analyzes the embodiment of the systematic thinking characteristics in the theory of domestic animal ecology, the application and practice of systematic thinking method in domestic animal ecology teaching and research, and hot issues of domestic animal ecology. This paper is of great significance to the practice of systematic thinking and the development of domestic animal ecology teaching and scientific research.

Key words: systematic thinking; Domestic Animal Ecology; teaching research