



21 世纪精品规划教材系列

动物环境与卫生



DONG WU HUAN JING YU WEI SHENG

主编◎郝景锋 于洪艳



延边大学出版社

21 世纪精品规划教材系列

动物环境与卫生

主 编	郝景锋	于洪艳		
副主编	胡光林	刘宝德	高桂凤	宋 泰
编 委	于洪艳	王立辛	方文山	白志坤
	吴 斌	宋 泰	郝景锋	胡光林
	高桂凤			
审 稿	张 辉	马明颖		

延边大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

动物环境与卫生 / 郝景锋, 于洪艳主编. — 延吉 :
延边大学出版社, 2016.5

ISBN 978-7-5688-0031-0

I. ①动… II. ①郝… ②于… III. ①家畜卫生—环
境卫生 IV. ①S851.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 117692 号

动物环境与卫生

主编:郝景锋 于洪艳

责任编辑:何方

封面设计:可可工作室

出版发行:延边大学出版社

社址:吉林省延吉市公园路 977 号 邮编:133002

网址:<http://www.ydcbs.com>

E-mail:ydcbs@ydcbs.com

电话:0433-2732435

传真:0433-2732434

发行部电话:0433-2732442

传真:0433-2733266

印刷:三河市德辉印务有限公司

开本:787×1092 毫米 1/16

印张:18.5

字数:441 千字

版次:2015 年 6 月第 5 版

印次:2015 年 6 月第 5 次

ISBN 978-7-5688-0031-0

定价:38.00 元

前 言

动物环境与卫生学是一门以维护动物健康为宗旨,揭示动物环境的基本规律,传授改善与保护动物环境的应用技术,倡导动物福利与节约资源,并以提高畜牧生产的转化效率为最终目标的学科,是动物医学、动物科学、动物防疫与检疫以及特种动物养殖等相关专业必不可少的专业基础课程。

为适应现代化畜牧业发展与高等教育畜牧、兽医人才发展的需要,本教材内容贯穿良好农业规范以及相关先进技术规程,能够更加适应当代畜牧、兽医一线发展的需要,与实际联系更紧密,更加符合地方高校转型发展的需要,随着集约化、工厂化畜牧业的发展,畜牧业生产中的环境问题日益突出,各种环境应激、冷热环境的不良影响、畜牧场污物、污水对环境的破坏以及与环境相关的疾病的发生,迫切需要解决畜牧业生产所面临的问题,本教材在参考以往优秀教材的基础上,既继承了气候因素和防寒、防暑的主线,又延伸了畜牧业环境污染问题,在以往教材的基础上,编写过程中更加注重地理位置、环境气候因素对动物环境的影响,在原有内容的基础上增加了动物行为学的相关知识,突出对动物的保护以及福利的重视。

本教材的编写一直得到吉林农业科技学院、院各级领导以及全体同仁的大力支持,本教材参考了大量前辈、专家、学者的教材以及科研成果,延边大学出版社为本教材的顺利出版做出了大量精心的工作,在此一并表示衷心的感谢。

本书编写分工如下:吉林农业科技学院郝景锋(第二章、第三章),吉林农业科技学院于洪艳(第七章、第九章),吉林农业科技学院胡光林(第六章一至四节),吉林农业科技学院刘宝德(绪论、第一章),吉林农业科技学院高桂凤(第八章一至三节),吉林农业科技学院吴斌(第六章五至五节),吉林农业科技学院宋泰(第四章),吉林农业科技学院方文山(第十章),东北农业大学白志坤(第八章四至五节),辽宁医学院王立辛(第五章),全书由郝景锋统一定稿。

农业的产业化是农村发展的重要途径,民富则国强,天人合一的生态文明观是中国社会可持续发展的本源。畜牧业健康生产、食品安全和畜牧场环境保护理念日益深入人心,本版教材贯穿动物福利、健康生产和环境保护主轴,进一步丰富了教学内容。不仅可以作为动物医学、动物科学、动物药学、野生动物与自然保护区以及农业工程学等专业的教材,也可作为畜牧兽医专业、设施农业工程专业及农业建筑环境与能源工程专业参考教材。

虽然我们已经尽了最大努力,但限于我们的知识结构和经验不足,加之时间仓促,书中难免存在缺点和不足之处,敬请同行、读者批评指正。我们全体编者向为本书审稿的吉林农业科技学院张辉教授、马明颖副教授及所有帮助本书编写和出版工作人员表示衷心的感谢!

编者



目 录

绪 论	(1)
第一节 动物环境卫生学概念	(1)
第二节 动物环境卫生学发展简史	(2)
第三节 动物环境卫生学的内容及相关的学科	(3)
第四节 学习与研究动物环境卫生学的意义	(4)
第五节 动物环境卫生学的研究方法	(6)
第一章 动物对环境的适应	(8)
第一节 生物节律	(8)
第二节 家畜应激	(12)
第三节 家畜适应	(17)
第四节 环境适应的分子生物学	(21)
第二章 热环境	(25)
第一节 热环境与动物热调节	(26)
第二节 环境温度对动物生理机能和生产性能的影响	(45)
第三节 空气湿度对动物的影响	(68)
第四节 气流对动物的影响	(72)
第五节 空气热环境的综合评定	(76)
第三章 光照和噪声对动物的影响	(81)
第一节 光照	(81)
第二节 噪声	(93)
第四章 空气中的有害物质与空气离子	(98)
第一节 大气有害物质对人畜的影响	(98)
第二节 畜舍中有害气体及其对动物的影响	(106)
第三节 畜舍和畜牧场空气中的微粒	(113)
第四节 畜舍空气中的微生物	(115)
第五节 空气离子	(118)
第五章 水、土壤对环境的影响	(123)
第一节 水环境	(123)
第二节 水的人工净化与消毒	(127)
第六章 畜牧场生产工艺与场地规划和布局	(129)
第一节 畜牧场及其分类	(129)



第二节	建筑材料的基本特性	(131)
第三节	畜牧场生产工艺设计	(138)
第四节	畜牧场场址选择	(156)
第五节	畜牧场场区规划和建筑物布局	(159)
第六节	畜牧场防疫和环境绿化设计	(165)
第七章	畜舍设计及畜舍环境控制与管理	(168)
第一节	畜舍设计的概念及原则	(168)
第二节	畜舍类型及其小气候特点	(169)
第三节	畜舍结构和作用	(173)
第四节	畜舍的防暑与降温	(181)
第五节	畜舍保温防寒	(186)
第六节	畜舍光照的控制	(190)
第七节	畜舍通风换气	(195)
第八节	畜舍饮水设备及污水粪尿的排出	(204)
第九节	垫料的使用	(212)
第十节	畜禽饲养密度及饲养方式	(213)
第八章	畜牧场环境保护	(220)
第一节	畜牧场的环境污染	(220)
第二节	畜禽粪便的污染、危害及其资源化处理	(223)
第三节	畜牧场废水对环境的污染、危害及其净化处理	(238)
第四节	畜牧场空气污染、危害及其控制	(247)
第五节	畜牧场环境污染的综合防治	(249)
第九章	畜牧场环境管理、监测与评价	(253)
第一节	绿化环境	(253)
第二节	环境消毒	(256)
第三节	灭鼠灭虫	(263)
第四节	尸体处理	(265)
第五节	预防疾病的卫生管理措施	(266)
第六节	畜牧场环境监测内容与评价方法	(267)
第十章	家畜的行为管理	(276)
第一节	行为管理与设施	(276)
第二节	家畜管理与福利	(281)
参考文献		(288)

绪 论

※ 内容提要

介绍动物环境卫生学概念,动物环境卫生学学科发展历史;展示动物环境卫生的相关学科以及研究方法,揭示动物环境卫生学科对于畜禽生产的重要意义。

※ 教学目标

通过教学,了解动物与环境的关系,了解动物环境卫生学学科发展情况以及国内外研究进展;掌握动物环境卫生对畜禽生产的影响及畜牧业生产实际中的应用,重点掌握动物环境卫生对动物养殖的卫生学意义以及研究方法。

第一节 动物环境卫生学概念

一、动物与环境

广义的环境是指除遗传因素以外的一切影响动物生存、繁殖、生产和健康的因素,包括外界环境和内部环境。通常所说的环境,一般是指动物所处的外界环境,即指周围一切与动物有关因素的总和。动物外界环境是不断变化的,有的因素变化还具有规律性,例如空气温度,随着时间和季节的变化,呈现出昼暖夜凉和冬冷夏热的规律性变化。动物内部环境与外界环境之间随时进行着物质和能量的交换。动物在不断变化的外界环境中,通过自身的调节机构,使机体与环境之间的物质和能量交换处于动态平衡状态,并保持内部环境的相对恒定(体内平衡/内稳态);但是动物这种适应性调节能力是有限的,当环境变化超出其适应范围时,机体与环境之间的平衡与统一被破坏,动物生产力和健康将会受到影响,严重时可导致死亡。在畜牧生产中,动物的环境、品种、饲料以及防疫共同决定了动物生产力水平,其中20~30%取决于环境条件,10~20%取决于动物品种,40~50%取决于饲料。适宜的环境是提高动物生产力水平的必要条件,优良品种、全价饲料、严格的防疫制度,只有在良好的环境条件下才能充分发挥作用,因此,通过采用合理的生产工艺、运用工程手段或设施设备为动物创造适宜的环境条件,是非常必要的。

二、动物环境卫生学的概念

动物环境科学是畜牧学与环境学相融合形成的一门综合性学科,主要研究环境与动物之间的相互关系。由于动物环境所包含因素种类繁多,范围广泛,因此,动物环境科学是由动物环境卫生学,动物生态学,动物行为学等课程组成的学科体系。动物环境卫生学则是动物环境科学的分支,主要研究动物与外界环境因素相互作用和影响的基本规律,并依据这些



规律制订利用、保护、改善和控制畜牧场和畜舍环境的措施。其目的在于为动物创造良好的生活和生产条件,以保证动物健康,提高生产力,充分发挥动物的利用价值,降低畜牧业生产成本,提高畜牧业生产的经济效益。由于环境因素繁多、范围广泛,动物环境卫生学不可能涵盖其全部内容。更为确切地说,动物环境卫生学并非研究所有环境因素与动物的关系,而主要是研究外界环境,尤其是畜牧场及畜舍环境(空气、水、土壤、生物及牧场建筑设备、管理条件等)对动物(个体和群体)影响的基本规律以及利用这些规律改善环境、保护环境以提高畜牧业生产水平。

第二节 动物环境卫生学发展简史

一、动物环境卫生学在国外的发展

动物环境卫生学与其它学科一样,是随着生产的发展和科学技术的进步逐步建立并不断发展的。19世纪自然科学的发展,有关环境生物学方面的论述逐渐增多。19世纪末法国学者 Claude Bernard 和 20 世纪 20 年代美国生理学家 Walter B. Cannon 先后提出动物机体的内部环境在变化的外界环境中保持体内平衡的概念。20 世纪 30 年代加拿大病理学家 Hans Selye 提出了应激理论,这为动物环境卫生学的发展奠定了理论基础。20 世纪 20~30 年代,前苏联畜牧兽医学为适应国营与集体畜牧业的巩固和发展,解决在畜牧场建设与生产中遇到的有关空气、土壤、水和畜舍等环境问题,开展了广泛的研究,并逐步形成了一门独立的、以广义环境为体系的学科——动物卫生学,其代表人物有:斯科罗霍金科和奥涅戈夫等。20 世纪 40 年代西方发达国家的学者,纷纷建立动物人工气候室,模拟自然气候环境变化,研究动物在不同环境中的生理变化规律,推动了动物环境生理学的发展。1945 年美国学者布罗迪(S·Brody)的《生物力能学和生长》被认为是这个新兴学科的经典著作。在 20 世纪 60~70 年代,动物环境学在理论上不断深入与系统化,在生产上有关环境理论及环境工程手段不断应用,促进了现代化畜牧业的发展。20 世纪 70 年代末,作为一门新型学科,动物环境学逐步独立、完善,代表的著作有:约翰逊(H·D·Johnson)主编的《动物生物气象学的进展》(1976)、埃斯梅(M·L·Esmay)的《动物环境原理》(1978,有中文译本)、塞恩斯伯里(D·Sainsbury)等人编的《动物健康与畜舍》(第 2 版,1979)、芒特(L·E·Mount)的《人和动物对热环境的适应》(1979)以及柯蒂斯(S·E·Curtis)的《畜牧业的环境管理》(1983)。在这期间美国农业工程师学会于 1974 年、1982 年及 1988 年先后召开了三次“国际动物环境学术讨论会”,所收论文分别以《Stress Physiology of Domestic Animal》I、II、III 公开出版。

二、动物环境卫生学在国内的发展

在中国,关于动物环境的记载可追溯到公元前二千年以前。殷虚出土的大批甲骨卜辞中可以见到“家”、“牢”、“灾”等象形字;战国《吴子》(一卷)中“夫马必居其处所,适其水草,节其饥饱,冬则温厩,夏则凉庑”,记叙了动物环境卫生的重要性。近代中国的动物环境卫生学的发展大体经历了三个阶段:

早期有关动物环境的知识与技术是在实践中积累并通过各种动物的饲养管理措施来体现的。



建国以后,随着国民经济计划经济的实施,国营和集体农牧业的发展,高等农业院校借鉴前苏联课程设置在畜牧、兽医专业开设了《动物卫生学》课程;系统讲述外界环境(包括水、土、空气等)对动物生产和健康的影响以及改善畜牧生产环境的技术措施。1964年汤逸人和杨诗兴在其编著的《畜牧学进展》中分别发表了“动物生态学”、“动物气候生理学的进展”以及介绍世界各国建立和使用动物人工气候室情况的“动物用人工气候室”三篇论文,对广大畜牧科技人员进行了一次大范围动物环境科学知识的教育启蒙。这个时期动物卫生学研究主要侧重于从宏观上研究空气、水、土壤等外界环境因素对动物的作用与影响,以揭示动物与其环境的关系,为改进畜牧生产所采取的工程或管理措施提供理论依据与参数。

20世纪80年代以后,畜牧生产集约化程度的提高和人工模拟环境工程技术与测试手段的完善促进了动物环境卫生学的发展。动物环境卫生学学科的研究范围不断扩大:一方面,在应用技术领域研究各种畜禽在不同设施环境条件下的生理机能、生产性能和行为表现,研究集约化畜牧生产的环境改善和控制所采用的工程技术和措施,研究畜牧场废弃物对畜牧业生产和环境的污染问题以及废弃物处理的技术与措施。这些研究成果在畜牧生产中得到广泛应用,推动了优质高效畜牧业的稳定发展;另一方面,在理论研究方面从深度上探索各种环境因素对动物机体代谢、营养需要、生殖、生长发育、免疫系统等的的影响,以及动物对环境因素作用所产生的适应性反应的机理。在这个时期,有关专家教授编写一大批教材,如1981年王庆镐教授主编的《动物环境卫生学》;1989年王新谋教授主编的《动物环境卫生学》;1991年李震钟教授主编的《动物环境卫生学附牧场设计》;1993年杨金教授主编的《动物环境卫生学及牧场设计》;1997年戚威理主编的《动物环境卫生学》。这些教材的出版,对于推动学科发展起到了积极作用。此外,一大批专家教授编写了动物环境科学的专著,如黄昌澍教授主编的《动物气候学》、李震钟教授主编的《动物环境生理学》、王新谋教授主编的《动物粪便学》和廖新娣博士主编的《猪场废水处理与利用技术》等,这些专著在丰富教学内容,推动学科发展等方面,发挥了积极的作用。1987年成立的中国畜牧兽医学动物环境卫生学分会对动物环境卫生学的教学及科研的发展起了推动作用,经原国家科委批准创办的《动物生态》杂志已成为宣传、普及推广动物环境科学技术新成果和新进展的主要阵地。近10年来,动物环境卫生学在环境与营养、应激生理、环境控制、畜牧场与畜舍建筑设计、畜牧业环境检测技术和畜牧业环境保护等方面的研究都获得了很大的进展。这些标志着动物环境卫生学学科在中国已经形成并迅速发展壮大。

第三节 动物环境卫生学的内容及相关的学科

一、动物环境卫生学的主要内容

动物环境卫生学是由环境科学和畜牧科学交叉渗透形成的新学科,包括三部分内容,一是动物环境生理,讲述外界环境因素的组成,各种环境因素的特征、相互关系、变化规律及其对动物生理机能、生产性能和健康的影响;二是动物环境的控制,阐述畜牧场选址、规划、布局、畜舍设计及畜牧场和畜舍环境管理的技术与方法,为动物创造适宜的环境条件;三是畜牧场环境保护,研究如何消除外界环境对畜牧场的污染及畜牧生产对外界环境的污染,防治畜产公害。动物环境生理学为畜舍环境控制提供理论依据和技术参数,它是学科发展的基



石;畜牧场及畜舍环境控制是学科发展的归宿,其目的是为动物生活和生产创造良好的条件,充分发挥动物的生产潜力,提高生产水平,降低生产成本,因此,动物环境控制是学科的核心和关键;环境保护是畜牧业持续稳定发展的客观要求,是环境控制的补充和发展,它对于保障畜禽健康、产品安全 and 质量,促进畜牧生产持续稳定的发展具有重要作用,因而是学科的有机组成部分。本部教材的主要内容包括:

1. 阐述环境的概念和环境因子对动物作用的一般规律;
2. 适应与应激对畜禽生理机能和生产性能的影响以及预防应激危害的技术措施;
3. 热环境、光环境、噪音、海拔高度、空气有害物质对动物的影响;
4. 水、土环境对畜禽生产和健康的影响及其卫生学防护措施;
5. 动物营养与环境的相互关系以及提高不同环境条件下畜禽生产力的营养调控措施;
6. 畜牧场生产工艺与场地规划布局,既包括畜牧场概念,畜牧场建筑材料基本特性等基础知识,又包括畜牧场生产工艺设计、畜牧场场址的选择、畜牧场规划、布局技术与方法等;
7. 畜舍环境控制与改善的技术与方法;
8. 畜牧场环境保护的理论与技术;
9. 畜牧场环境管理与环境监测、评价的技术与方法。

二、动物环境卫生学的性质及其与其它学科的关系

从课程体系上看,动物环境卫生学是一门专业基础课,是连接基础课如数学、物理、化学、生物学与动物生产学、临床兽医学与预防兽医学的桥梁,它既以动物解剖与组织胚胎学、动物生物化学、动物生理学为理论基础,又为动物生产学和动物疾病防治学提供理论依据和技术方法。同时也与其它专业基础课如动物营养学、动物繁殖学保持着密切的联系,如环境科学与遗传学、繁殖学、营养学、疾病学相交叉分别形成了遗传生态学、繁殖生态学、环境营养学、疫病生态学等。动物环境卫生学内容十分广泛,与动物生理学、动物生物化学、动物行为学、动物营养学、动物繁殖学、动物育种学、微生物学、病理学、传染病学、气象学、土壤学、水质卫生学、建筑材料学、环境保护学等相关内容紧密联系,又与动物生态学密切相关。

第四节 学习与研究动物环境卫生学的意义

一、动物环境卫生学面临的任务

研究动物环境卫生学既要加深理论研究,又要与生产相结合,为生产服务。我国自 1975 年大力提倡发展规模化、集约化畜牧场以来,畜牧业开始由传统生产向现代化生产转化,各大城市纷纷兴建现代化畜牧场,经过 20 多年的努力,我国工厂化畜牧场的比例占 10% 以上,专业户生产约占 20%,使畜牧业由副业变成一个独立的产业。在动物的品种繁育体系、饲料工业体系和疫病防治体系受到广泛的重视而日趋完善时,环境问题成了制约畜牧业持续稳定高效发展的重要因素。据调查我国畜牧场环境存在的主要问题有:舍内夏季高温、冬季温度偏低、湿度大、通风差,空气质量差。



根据动物环境卫生学的现状和综合性强的特点,学科发展方向必然是与其他学科进一步渗透,使研究向深度和广度发展,同时注重尽快地将科学研究成果应用于生产,推动现代化畜牧业的发展。目前,我国动物环境卫生学面临的两大任务是:

1. 加深理论研究

为了进一步研究环境因素对动物影响的机理,必须加强与相关学科的渗透。应用分子生物学、细胞生物学、生物化学、动物生理学、免疫学、生态学等学科的研究方法研究环境问题;从细胞水平和分子水平上研究环境因素如何影响动物机体的代谢、免疫力,动物如何产生适应性反应等,深化动物环境卫生学的基础理论。

2. 加强应用研究

在提高生产技术措施方面,根据各地区的气候特点,研究制订符合动物生物学特点与生理要求的舍饲环境控制参数和舍饲生产工艺要求,为动物环境工程及设施设计与设备研制提供依据;研究适应现代化畜牧生产的环境控制技术和设施;运用动物环境卫生学理论解决在饲养管理中的环境问题;建立适于不同地区环境条件的动物生产模式,提高畜牧生产水平。在环境保护方面,加大研究力度,对畜牧场污染物质应本着“减量化、无害化、资源化”的原则,努力实现清洁生产,解决畜产公害问题;研究畜牧生产对环境的污染现状、指标和监控方法;研制出适合我国畜牧场废弃物处理的设备,并用于生产。在生态畜牧业方面,要研究动物环境科学的基本理论与技术在畜牧生产以及农业生产中的作用,如何促进农牧良性循环和畜牧业的可持续发展。

二、学习与研究动物环境卫生学的意义

动物环境卫生学的理论和技术在畜牧场规划布局、畜牧场及畜舍的设计、畜牧场环境管理、畜牧场环境保护及动物疫病防治、动物饲养管理和动物育种等方面,都有现实意义,具体表现为:

1. 为动物的环境控制和改善提供理论依据

外界环境因子不断发生变化,同一地区不同的时间范围环境状况不同,同一时刻不同地区的环境状况也不同。环境因子的时空变化与动物对环境需求的相对稳定之间的矛盾就成为制约畜牧业生产的主要因素,这种矛盾的解决必须依赖于环境控制。动物环境生理学的研究揭示了动物生产所需要的适宜环境的参数,为动物环境控制提供了理论依据。

2. 为畜牧场设计提供技术和方法

畜牧场是集中饲养动物进行畜牧业生产活动的场所,畜牧场环境状况及畜牧场生产经营状况依赖于畜牧场的设计。例如,畜牧场的水源数量充足,质量优良是畜牧生产顺利进行的前提,在进行畜牧场选择和设计时,若水源选择不当,就会影响生产的正常进行;再如,土壤中的病原微生物可能引起动物传染病的发生,在进行畜牧场设计时,若不考虑土壤状况,可能导致动物传染病流行,或土壤中某些元素含量过高引起动物中毒。动物环境卫生学为科学进行畜牧场设计提供理论依据和技术方法。

3. 为动物环境保护提供有效的途径

动物环境保护包含两方面的涵义,一是保护畜牧场环境,免受外界环境的污染,二是力求畜牧生产不对外界环境造成污染。实现上述目标,需要运用动物环境卫生学的理论,分析畜牧场环境污染产生的原因,有针对性地制订污染减量化措施,并采用生物的、物理的、化学



的方法和设备、设施处理、利用畜牧场废弃物,力争实现污染物的零排放和清洁生产,保护环境,使畜牧生产持续稳定地发展。

4. 为规模化集约化畜牧生产提供技术保障

规模化、集约化畜牧业生产极大地提高了畜牧业生产水平,但规模化、集约化畜牧业生产也加剧了畜牧场和畜舍环境的恶化,因而对动物环境卫生学提出了更高的要求,促进了动物环境卫生学的发展。同时,动物环境科学技术的进步,也极大推动了工厂化畜牧生产的发展。例如,根据动物体热调节机制及其对温度、湿度及通风的要求,研发的通风、供暖、降温设备,改善了畜舍温度、湿度环境和空气卫生状况,保障了肉、奶、蛋等畜产品四季均衡生产;再如,根据家禽生理机能与光照的关系制订的人工控制光照技术的普及,使得蛋鸡的规模化生产得以稳定均恒地进行。由此可见,动物环境卫生学的研究成果,为工厂化集约化畜牧业生产的发展提供了技术保障。

5. 为动物疾病的预防提供有效的方法

科学地设计畜牧场,一方面可以杜绝场外的病原进入场内,另一方面可防止病原在场内不同的畜群之间传播。严格的环境管理,不但可减少特异性病原引起的疾病,而且还可预防由于环境的剧烈变化引起的非特异性疾病。特别是集约化规模化畜牧生产,环境因子的剧烈变化引起的非特异性疾病对生产造成的损失巨大,需要采取科学的设计和严格的管理来消除这些疾病;运用环境卫生学的理论和方法,还可消除土壤和水体污染对动物健康的不良影响。

6. 为绿色畜产品生产提供技术支持

一方面,畜牧场若受到环境污染,污染物如农药、重金属、病原等环境污染物通过空气、土壤、饲料、水等途径进入动物体内,危害动物健康,降低动物产品品质与动物性食品的安全性;另一方面,畜牧场与畜舍环境管理不善使环境恶化而引发疾病流行,导致药物滥用,也危及到动物性食品的安全。因此,运用动物环境卫生学的理论与技术改善环境、保护环境是生产绿色畜产品的主要技术措施之一。

7. 有利于更好地发挥其它生产技术的效力

动物对于营养物质的消化、吸收和转化能力与温度、湿度、气流、光照等环境因子密切相关。只有注意到这种关系,根据变化的环境对动物日粮进行适当的调整,才会获得良好的效果。再如,动物的繁殖性能,产肉性能及产奶性能与温度、光照有密切的关系,只有采取适当的环境控制措施,才能提高畜产品的数量和质量。此外,动物遗传潜力的发挥,也依赖于环境,因而一方面需要根据当地的气候特点制订育种的目标,另一方面对于优良的品种,需要提供适宜的环境,只有这样,动物生产潜力才能得以发挥。

第五节 动物环境卫生学的研究方法

动物环境卫生学的研究方法,大体有三种:一是调查研究法,即通过调查,了解各种环境因素的性质、数量和运动规律,分析它对动物健康和生产力的影响,掌握其规律;二是试验研究法,在实验室模拟各种环境条件,观察其对动物生活、生产和健康的影响过程和程度,例如,人工气候室法是试验研究法的一种,就是运用人工气候室模拟各种气候因子的变化,研究气候因子对动物的影响;三是监测法,即以实验室手段对环境的物理特性、化学特性和生



物学特性进行系统监测,掌握其变化规律,以及及时采取防治措施,确保动物外界环境的安全。这三种方法,目前都被广泛地采用。人们可以根据问题的性质、设备条件、技术力量等,酌情选择使用。(刘宝德)

复习思考题

1. 环境的概念是什么?
2. 动物环境卫生学的概念是什么?
3. 学习动物环境卫生学的意义是什么?



第一章 动物对环境的适应

※ 内容提要

介绍内环境与外环境,阐述内环境的稳衡性和生物节律,动物对环境应激反应表现以及发生机制;展示动物对于环境的适应性,揭示动物环境卫生学科对于畜禽生产的重要意义。

※ 教学目标

通过教学,了解内环境与外环境关系;掌握内环境的稳衡性和生物节律对畜禽生产的影响及畜牧业生产实际中的应用,重点掌握动物对环境应激意义以及研究方法,重点掌握动物如何适应环境的变化。

本章定义内环境与外环境,阐述内环境的稳衡性和生物节律,从刺激与反应原理,讲授主动维持内环境的稳衡性与拓展对外环境耐受性的生物学意义、生物节律与适应周期性环境变化的关系、体液调节与无特异性的应激机制。从适者生存角度阐述生理适应、隔热适应、形态适应、行为适应和习惯化。从表现遗传学角度,在分子水平介绍了环境对基因表达、蛋白质功能和分子伴侣作用的影响。通过本章学习,可以初步理解家畜环境适应的原理,延长光照时间与平抑产蛋的季节而保障常年市场供给的原理,应激与热休克蛋白的药物开发的原理,环境与营养调控可改变牦牛的代谢类型的原理,以及通过基因标记实现节粮用牧草等粗饲料生产优质牛肉的技术原理,从理论与实践角度启发学生的发散性思维,培养开拓能力。

第一节 生物节律

环境生理学是研究各种环境条件对生物体影响的自然科学。家畜的机体细胞沐浴在细胞外液之中,细胞外液就是内环境,而与家畜个体相接的则为外环境。从系统与环境的关系看,细胞则对应内环境,个体对应外环境,草地上动物群体对应草地生态,即围绕系统边界的因素都可称为环境,但该因素必须对系统产生影响,符合刺激与反应原理。

一、生物的稳衡性

1. 稳衡性的定义

动物的内环境,细胞外液的物理化学性质(温度、pH、渗透压和盐分浓度)可以保持惊人稳定性。1932年美国生理学者坎提出稳衡性定义。生物稳衡性,亦称自身稳定,系指在外界环境变化时,生物维持内环境相对稳定的生理平衡状态。环境生理学实质就是研究内环



境和外环境的相互关系。

早在 1865 年,法国实验生理学之父儿纳德在实验医学导论中写道:生物内部环境的稳定性是维持自由生活的条件。动物能够在一定程度上减少对外界条件的依赖性,从海洋到陆地,甚至更恶劣的环境,很难想象细胞生物能够自由登陆,所以,细菌、病毒往往借助于宿主或“培养基”才能登陆。由于内环境的稳定且相对独立于外界条件,从而提高生物对环境的耐受范围。

2. 刺激与反应

动物在生存过程中,不断经受着各种刺激。刺激是指能引起细胞兴奋的内外环境因素的变化。动物内外环境的变化必须满足三方面的条件才能引起细胞或组织的兴奋形成刺激,这三者是强度、时间和强度的变化率,即刺激的三个要素。刺激必须达到一定的强度才能引起细胞的兴奋,如果刺激的强度不够就不足以引起反应,能引起反应的最低刺激强度叫阈强度。

动物行为是指动物对环境条件(包括内、外环境)刺激所表现出的有利于自身生存和繁殖的可见动作或反应。每一个动物,在任何时候都从环境得到大量的生物和非生物的信息,如食物、温度、同类、捕食者等。动物并非对所有刺激都做出反应,而是选择那些对生存和繁殖有生物学意义的刺激产生适应性反应。动物选择那些必须反应的刺激的过程称为刺激过滤。这种过滤由感觉器官和中枢神经系统来完成,分别称为外周过滤和中枢过滤。对外界环境的刺激发生反应是动物特征之一。

3. 调定点负反馈模型

生物“内部环境的稳定性”是怎样产生的呢?外因通过内因而起作用,著名调定点的负反馈模型。例如,体温调定点为 37°C ,下丘脑感应到体温上升或下降时,就会启动各种体温调节反应,发汗促进散热以降温或肌肉颤抖产热使体温上外。当内环境受到威胁时,动物通过自身生理与行为的复杂反馈调节活动保持内环境及其机能相对稳定,这种稳定不一定都是在固有水平即原有状态下一成不变,也可以经过适应调节后再恢复到固有水平或者稳定在新的水平:若从分子生物学认识稳衡性的实质,则依赖细胞因子、激素和神经传递物质相互作用维持神经、免疫和内分泌系统与功能的整体稳定性。

负反馈机制包括减少产量或任何器官或系统恢复到其正常运作的范围活动。例如血压调节,血管壁阻力可以感觉到血液流动叫血压上升,血管作为感受体,把这个信息传递给大脑,大脑整合后将命令发送至心脏和血管,这两者是效应器,心率会下降,增加血管直径(或血管扩张)。这一变化导致血压回落到正常范围。相反的时候会发生血压下降,并会引起血管收缩。再如代谢调节,当代谢水平低于正常值时,会以较慢的速度适应挨饿。因此在剥夺食物,试图减肥时发现最初很难。由于机体需调低新陈代谢设定点,使身体的生存与低能源供给相适应。

基于整体性的原则,刺激可能是生理的、心理的、社会的,或是灵性的。家畜的热调节系统主要是通过神经系统、内分泌系统与行为来控制的。神经与行为的控制,反应很快;内分泌控制则反应较慢,但持续时间较长。当然,行为与内分泌都是受神经系统控制的。

生物稳衡性普遍存在。鸟类和哺乳动物是不受气温或水温等周围温度的左右、维持体温稳衡的动物,家畜均表现出恒温性,其体温维持主要靠代谢热维持,故称内温性。恒温动物体温通常高于实时环境,恒温的优势在于:常以安定的体温,维持高水平的生理活性,在



较广的环境温度范围内,体细胞的生长和功能得到保证。变温动物则主要依靠减少热量散失或利用环境热源使身体增温,靠行为被动式地调节体温。恒温动物在变动的环境中通过行为和控制在体内产热的生理过程,以维持体内平衡。体内平衡包括:热平衡(能量平衡)、化学平衡(水和电解质的平衡)和循环平衡(心脏和血管的调节机能)。

稳衡性是动物的基本特征,事实上,具有稳衡性机制的生物只能增加自身的生态耐受幅度,例如,广温性使自身变为一个广适应性物种。如果稳衡性遭到破坏,将面临异常、疾病甚至死亡或物种灭绝。在畜牧生产中只有为家畜提供的环境在其耐受范围之内,家畜才会表现出不发病、无异常,保证其生产潜力的发挥。

二、生物节律

1. 生物节律的概念与分类

生物节律是指生理反应和生化过程以至在行为、习性上都呈现一定的周期性。在此周期内的某一时刻,生理反应、生化过程、行为习性等均达到最活跃程度即最高值,而在另一时刻又处于最不活跃程度即最低值。这种波动都呈有规律的重复,即从原点开始,经过一定形式的变化再回到原点,表现出周期性。虽然在生理学、生物化学、药理学以及行为学的研究中,人们很早就注意到生命现象中的节律变化。但直到 20 世纪 60 年代时间生物学创立之后,才开始对节律现象和机制进行系统研究。

生物节律所需时间称为周期,周期长的可达一年,也可以是几个月、几天或几小时。生物节律的周期按时间的长短可分为:次昼夜节律,周期超过 30min,甚至几个小时,如进食节律,当自由采食时,差不多所有的动物一天都吃 9~12 餐;近潮汐节律,跟随 12.5 h 的潮汐节律;概日节律,接近 24 h 的节律,如人类睡眠和苏醒等;超昼夜节律,时相通常大于 28h,但不超过两天半。近似周节律,鸡在产蛋过程中通常连产几天,歇产一至两天,该周期近似为一周;一些海岸线的动物有这种节律,例如水生的蟹类动物涨潮时才会活动,而生长在岸上的蟹则会在退潮时觅食;近似 20 日节律,17~21 日,如牛和猪的发情周期为 21 天,具有近似 20 日节律的特点;近似 30 日节律,如灵长类动物的发情以 30 日为一周期。

近似年节律,家畜被毛的脱换、马驴羊繁殖季节、配种、产仔等,都有近似年节律的特点。在四季分明的地方,年节律可表现为季节性节律。

还有一些特殊节律或高频节律,周期通常不到 30 min,如鱼的电器官活动频率为 1 000 次/s,酶合成和酶活性的振荡周期为 1 min 到几十分钟,人的心跳约为 70 次/min,肺呼吸为 15~20 次/min,脑的呼吸控制中枢的节拍约为 3s 一次。此外,也可根据生物的组织水平和生理机能对节律进行分类,如细胞节律(神经冲动)、器官节律(内分泌系统的活动)、机体节律(昼夜节律)以及种群节律(种群大小结构的周期性变化)等。

2. 内源性生物节律

动物的生物节律,按其性质可分为内源节律和外源节律两类。外源节律也称为昼夜节律,其对外界环境条件可产生直接反应,如蛾类白天潜伏、晚上活动,蝶类则相反。如将其置于恒定条件(如连续黑暗或连续光照)下,它们原有的昼夜活动节律就会消失。

内源节律属于自激振动,动物在长期进化过程中形成的固有的、由体内机能产生的生物节律。由单细胞发出振动的被称为起搏点,内源节律在没有外界环境刺激条件下,能保持原有生理机能不发生巨大变化,而继续有规律地进行。如昆虫的运动、取食、羽化以及萤火虫



发光等节律,即使在恒定条件下原有的节律也不会消失,这就是所谓的生物钟。对于生存于自然环境中——尤其是穴居或土栖的动物,生物钟可使机体相应的生理反应在环境变迁出现之前就已开始,使得机体的某些变化适合进行某些活动。

生物钟可以自激振荡,同时又接受环境周期变化的信号,调控自激振荡,使机体生命活动的近日节律与环境同步,根据外周环境的昼夜变化能有节奏地、协调地进行。过去认为,哺乳动物的生物钟位于下丘脑的视交叉上核 SCN,近来研究发现,体外培养的心肌细胞和肾细胞等完全脱离神经体液的调节,仍表现近日节律,难以用神经中枢的生物钟学说加以解释。因此生物钟的产生应是从分子到细胞、组织器官和整体相互作用,协调产生自激振荡的结果。

哺乳动物的生物钟机制的研究现取得重大突破,几种生物钟相关基因已相继被克隆和分离鉴定。视交叉上核有 2 个神经核组成,每个侧核约含 8 000 个突触,区分为中核和外壳,分别含有血管活性的肠肽和精氨酸加压素,但均含有 γ -氨基丁酸。生物钟是由输入通路、中央振荡器,包括生物钟基因及其自主调节环路和输出通路三部分组成的。输入通路将感受到的外界变化信息传递给中央振荡器,在自主调节环路对生物钟基因表达的节律性调节以后,经输出通路输送给靶器官,使之表现概日节律性。

概日节律从时间上安排诸多重要生理机能的次序,按照固定模式维持着各种生命活动的稳衡性和次序性。例如,优质睡眠的导入从夜晚开始体温徐徐下降,松果体激素达分泌高峰,使交感神经抑制其觉醒水平,发育期动物的生长激素分泌也进入高峰期。睡眠时血糖的补给一直处于较低水平,黎明,肾上腺皮质激素分泌增加。

周期的倒数为节律的频率。在周期内变化过程中各个时间的数值平均数为平均值。平均值和最高值或最低值之差称为振幅。周期中节律在各时刻之值称为相位。有的也将周期内特定点称为特定相位,如峰值相位。

3. 生物节律的特性与应用

很多生物节律现象直接和地球、太阳及月球间的周期性变化对应。所以周期性节律也是复杂的生物学适应性问题,许多因子如温度、湿度、光照、风、声音、气压、引力、潮汐、地磁、宇宙射线以及来自外界的其他各种因素都可对动物的生物节律产生作用,而被认为是定时因子或同步因子。生物节律与光、温度趋同,也有发散,定时因子,同步生物节律的变化都是从环境发生突变的时间开始的,而生物节律的这种改变,即改变一个过程或一些现象的发生时间,使之超出原来正常周期范围,被称为调相或相位移动。

动物体内的生物节律具有整合相关的各代谢过程和生理活动、协调环境变迁与机体机能、在变动的温热环境中改变生理过程的速率以保存体内能量的作用。生物改变原有节律或消除原有节律、改变原有节律的频率等称为调相。在畜牧生产中具有重要意义,它可利用对外界环境因素的控制来影响家畜原有的节律,以满足生产需要。

例如,在家禽生产中已广泛应用人工光照来提高产蛋量。如在自然饲养条件下,春雏开产时正赶上自然光照逐渐减少和气温逐渐下降的秋季,往往开产后即面临逐渐休产。科学养鸡采用人工辅助光照,使产蛋期持久,产蛋量增加,已经成为广泛采用的增产措施,使鸡在一年四季都能正常地生长、发育和产蛋。

又如低纬度地区的日照时数与黑夜时数在一年内的变化较小,毛皮动物通常不能正常繁殖和换毛,采用人工光照使一年内的日照(光照)时数与黑夜时数的变化按高纬度地区的