

家畜环境卫生学附牧场设计

——全国高等农林专科统编教材

● 李震钟 主编

● 畜牧兽医专业用

● 农业出版社



全国高等农林专科统编教材

家畜环境卫生学附牧场设计

李震钟 主编

133266

家畜环境卫生学

1984.11.17 李震钟

家畜环境卫生学附牧场设计

李震钟 主编

责任编辑 李锦明

农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092mm 16开本 15.375印张 2插页 353千字

1993年10月第1版 1995年10月北京第2次印刷

印数 3,701—6,800册 定价 12.90元

ISBN 7-109-02429-6/S·1575

主 编 李震钟 (西北农业大学)
编 者 李震钟 (西北农业大学)
 吴庆鹤 (山东农业大学)
 王新谋 (北京农业大学)
 许 由 (西南农业大学)
审稿者 余振华 (主审, 山东农业大学)
 陈宝音 (张家口农业专科学校)

全国高等农林专科基础课程教材第一批统编教材书目

高等教育出版社出版书目

- | | |
|----------------|------------|
| 1. 高等数学 | 2. BASIC语言 |
| 3. 植物生理及生化 | 4. 遗传学 |
| 5. 植物学 | 6. 家畜生理学 |
| 7. 动物生物化学 | 8. 普通动物学 |
| 9. 淡水生物学 | 10. 鱼类生理学 |
| 11. 畜禽解剖与组织胚胎学 | 12. 组织胚胎学 |
| 13. 鱼类学 | 14. 生物化学 |

农业出版社出版书目

- | | |
|-----------------|---------------|
| 1. 无机及分析化学 | 2. 有机化学 |
| 3. 土壤肥料学 | 4. 农业气象学 |
| 5. 农业生态学 | 6. 兽医临床诊断学 |
| 7. 畜牧微生物学 | 8. 家畜育种学 |
| 9. 家畜环境卫生学附牧场设计 | 10. 田间试验及统计分析 |
| 11. 果树试验与统计 | 12. 生物统计及试验设计 |
| 13. 食品生物化学 | 14. 食品微生物学 |
| 15. 果蔬采后生理学 | 16. 果蔬原料学 |

中国林业出版社出版书目

- | | |
|----------|----------|
| 1. 测量学 | 2. 森林植物学 |
| 3. 植物生理学 | 4. 土壤学 |
| 5. 气象学 | 6. 数理统计 |
| 7. 测树学 | |

东北林业大学出版社出版书目

森林生态学

四川科学技术出版社出版书目

- | | |
|------------|-----------|
| 1. 农业概论 | 2. 农业经济学 |
| 3. 农业经济与管理 | 4. 经济应用数学 |
| 5. 兽医微生物学 | |

广西科学技术出版社出版书目

- | | |
|---------------|------------|
| 1. 动物遗传学 | 2. 家畜繁殖学 |
| 3. 家畜饲养学附饲料分析 | 4. 淡水养殖水化学 |

出版说明

高等农林专科教育是高等农林教育体系中一个相对独立、不可缺少的层次。

我国高等农林专科教育，自进入80年代以来，有了长足发展，在校人数迅速增加，为适应发展的需要，改变教学多年来一直借用本科教材的局面，建设具有农林专科教育特色的教材体系，经国家教委批准，于1986年7月成立全国高等农林专科基础课程教材委员会，并在全国高等农林专科教育研究协作组制定的农林专科生培养基本要求和部分专业教学计划以及课程教学基本要求的基础上，首批组织统编了49种教材。

这批教材力求体现农林专科生培养基本要求，突出应用性，加强实践性，强调针对性，注意灵活性；遵循教学规律，具有科学性、系统性，由浅入深，循序渐进，理论联系实际；既具有广泛的适应性，又具有先进性和时代特征。

这批教材在适用农林专科教育的修业年限上，兼顾了二、三年制的需要，同时可供电大、函授等专科教育和中等专业学校教师，以及有关科技人员参考。

这批教材的编审出版是在国家教委高教司直接领导下进行的，并得到农业出版社、高等教育出版社、中国林业出版社、四川科学技术出版社、广西科学技术出版社的通力合作与大力支持，在此深致谢意。

本教材的编审出版，不仅是为了解决部分课程教学所用教材的有无问题，而更重要的是在新的历史条件下，为建设具有高等农林专科教育特色的教材体系探索路子，试图提供一些有益的尝试，故缺点错误在所难免，恳望各校在使用过程中提出宝贵意见，以便再版时作进一步修改。

全国高等农林专科基础课程教材委员会

1990年

目 录

绪论	1
第一章 适应与应激	5
第一节 家畜的适应	5
第二节 应激	9
第二章 空气热环境及其卫生学意义	16
第一节 家畜的体热调节	16
第二节 热辐射与环境温度	22
第三节 空气湿度	30
第四节 气流	32
第五节 空气热环境的综合评定	34
第六节 中国的气候带	36
第三章 其他空气环境因素及其卫生学意义	41
第一节 光照	41
第二节 气压	51
第三节 噪声	53
第四节 畜舍空气中的有害气体	56
第五节 畜舍空气中的微粒和微生物	60
第六节 空气电离	63
第四章 土壤环境和水环境	66
第一节 土壤环境	66
第二节 水环境	70
第五章 畜牧场总体设计	78
第一节 工艺设计	79
第二节 场址选择	82
第三节 场地规划和建筑物布局	87
第四节 牧场总图设计	94
第六章 畜舍建筑设计	97
第一节 畜舍的主要结构	97
第二节 畜舍的保温隔热设计	102
第三节 畜舍的采光	114
第四节 畜舍的通风	123
第五节 畜舍的给水和排水	134

第六节 畜舍的内部设计.....	137
附表.....	143
第七章 畜牧场环境保护	168
第一节 环境污染及其危害.....	168
第二节 畜牧场废弃物的处理与利用.....	171
第三节 畜牧场环境管理.....	178
第四节 畜牧场环境卫生监测.....	188
实验指导	190
实验一 空气环境气象指标的测定(一).....	190
实验二 空气环境气象指标的测定(二).....	199
实验三 空气中CO ₂ 和NH ₃ 的测定.....	205
实验四 水质卫生评定(一).....	208
实验五 水质卫生评定(二).....	210
实验六 建筑制图与识图(一).....	214
实验七 建筑制图与识图(二).....	227
教学实习指导 畜牧场初步设计	234

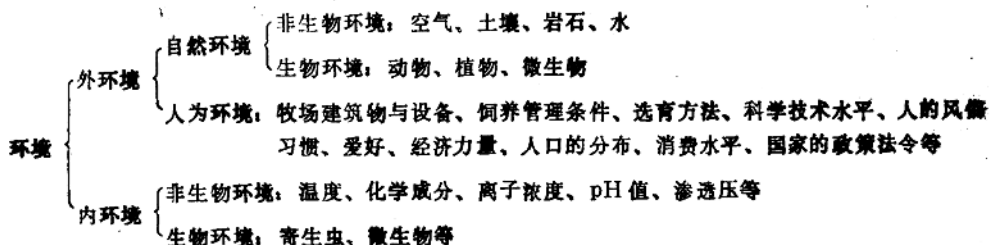
结 论

家畜从出生到死亡，时时刻刻都生活在一定的环境中，与环境不断地进行着能量和各种物质的交换，受着环境各种各样的影响。

家畜的环境，包括内环境和外环境两大部分。内环境指机体内部一切与生存有关的物理因素、化学因素和生物学因素，这些都有专门的学科进行研究。目前人们常说的家畜环境，一般主要指外环境，即周围一切与家畜有关的事和物的总和。

家畜的外界环境，内容非常广泛，概括起来，可以分为自然环境和人为环境两大类。自然环境包括空气、土壤、岩石、水和生物（包括植物、动物、微生物）；人为环境包括牧场建筑物与设备、饲养管理条件、选育方法、以至人的风俗习惯、爱好、科学技术水平、经济力量，以及人口的分布、消费水平、国家的政策法规等。

如下所列的每个部分，都包含着极其复杂的内容。譬如空气，它的温度、湿度、运动、压力、化学成分、夹杂物，以及光、声、电的发生和传播等，都是一个一个具有独特性质的环境因素，总称为空气环境。其中每一种环境因素都不是恒定的，而是时时刻刻在变化着。每个环境因素的变化，也不是孤立发生和存在的，而是受着其他许多因素的影响，同时也影响着许多其他因素，使它们随之发生相应的变化。因此，每个因素的变化，不仅单独地作用于畜体，而且以与其他因素相结合的综合形式对家畜产生影响。这就是说，环境时时刻刻都在变化着，家畜每时每刻都在受着变化着的环境的错综复杂的影响。



家畜在漫长的发展过程中，形成了一定的自身调节能力。环境一旦变化，立刻就作用畜体，畜体内随之进行自我调节，产生一定反应。家畜正是依靠这种调节能力，在特定的环境中维护着体内平衡，使生命得以保持正常。但是，任何动物的自我调节能力都有一定限度。如果环境的变化很突然或过于强烈，家畜依靠自身调节能力不足以维护体内平衡，就会使生长发育、生产性能受到影响，甚至出现疾病，以至死亡。

可见，环境对家畜的影响非常大。家畜的每一个生理阶段，每一个生理过程，每一项生产指标，都时时刻刻受着环境的影响。据有关研究资料，乳牛产奶量的遗传力（ h^2 ）只有0.2—0.3，猪产仔头数的遗传力只有0.05—0.15，鸡产蛋量的遗传力只有0.25。资料进一步分析表明，家畜的生产力，大约20%取决于遗传，40—50%取决于饲料，30—40%取

决于环境条件。大量事实证明，家畜的遗传潜势能否发挥出来，决定于饲养水平和环境条件。过去由于科学发展水平的限制，人们对环境的重要性认识不足，因而长期以来在畜牧业中强调了遗传育种和饲料饲养的重要性，对环境问题注意不够。本世纪50年代以后，随着科学技术的迅猛发展，人们的认识产生了飞跃，懂得了遗传潜力和饲养效力的发挥离不开环境，环境条件的改善可以使饲养效果和家畜生产力水平显著提高。在这种认识的基础上，从60年代开始，工厂化养殖业在一些发达国家大量涌现。所谓工厂化养殖业，实质上是运用先进的科学理论和工业技术，为家畜提供比较适宜的小环境，使它的生产潜势充分发挥出来，因而生产力大幅度上升。这正是科学理论和生产实践的发展促进了人们认识的提高，因而采取有效措施来控制 and 改善环境，使畜牧业走上新的阶段，达到更高水平的明证。现在人们已经普遍认识到，品种、营养、环境、防疫是影响畜牧业发展的四大因素。还有人预言，今后的几十年是环境科学更加迅速发展的历史阶段。

环境因素的变化，具有一定的规律性，譬如空气温度，每天都呈规律性的升降变化，每年更有季节性的波动。这些规律性，人们可以通过学习、研究和生产实践来认识。环境因素变化对动物体所引起的反应，也有一定的规律性，人们同样可以认识。随着科学的发展和实践经验的积累，人们对这两种规律性的认识必将不断提高和深化。

家畜环境卫生学是研究外界环境因素的特性、运动规律以及它们对家畜的影响的规律性的科学。具体地说，家畜环境卫生学的研究对象，是外界环境与家畜这两大部分，以及这二者之间的关系。研究的任务，是分析二者各自的变化以及相互间的影响，分清环境因素的哪些变化及影响是有益于家畜健康和生产的，哪些是有害的，找出规律，用以指导家畜育种、饲养管理、疾病防治乃至经营管理，改进和提高畜牧业生产。

家畜环境科学同其他科学一样，有它自己的发展历史。早在远古时期，人类为了驯养家畜，就开始注意外界环境的影响，设法为这些动物遮雨雪、避风寒，所以在中国古籍中有许多这方面的记载。但是这些观察和措施毕竟是零散的、原始的。19世纪，随着自然科学的迅速发展，环境生物学方面的论述也越来越多。到了20世纪40年代，原苏联出现了“家畜卫生学”，并被列为高、中等农业院校畜牧、兽医专业的必修课程。50年代初，我国引进了苏联教材，并邀请原苏联专家来讲学，为全国各农业院校开设该课程奠定了基础。但是，由于认识和生产技术水平的限制，家畜卫生学始终没有得到应有的重视。70年代后半期，国外先进科学理论和生产技术大量涌进我国，国内的研究成果和生产经验总结也接连报道出来，人们才豁然意识到环境科学在畜牧业中具有不容忽视的重要作用，各农业院校积极开设了“家畜环境卫生学”，生产部门也高度重视和采用了环境科学理论与技术，使我国家畜环境科学进入了灿烂的历史时期。

我国的畜牧业，由于历史的原因，长期处于从属地位。尤其在广大农村，一直是自给自足的小农经济附属部分。在这种极度分散和落后的情况下，各种科学技术都难以被采用。即使如此，饲养者也还是很注意环境问题的：夏季给家畜遮阳、通风，冬季防寒保暖，勤扫圈舍以保清洁、干燥，驱蚊除蝇以防疾病。但是，由于认识上的局限和技术方法落后，效果十分有限，所以常常因为环境不良而使家畜生长缓慢，生产力很低，发病率高，甚至大量死亡。全国每年因此而造成的经济损失是十分严重的。近十多年，随着科学文化的普及和生产水平、经济力量的改善，饲养者对家畜环境的认识和调控能力显著提

高。例如，寒冷地区出现了塑料大棚养畜，炎热地区以通风、喷水来消暑，对于提高家畜的健康和生产力都有良好的效果。尤其在大城市郊区，兴建了一些现代化畜牧场，对于环境的调控能力达到了较高程度，因而使家畜的遗传力得到充分发挥，生产力大幅度上升，甚至接近或达到了世界先进水平。事实充分证明，环境科学的实践与理论来之于生产，又极其有力地推动了畜牧业生产；畜牧业生产每向前迈进一步，都给环境科学提出了新课题，促进了环境科学的试验研究，使它向更高的境界发展。这就是说，家畜环境科学是“从生产中来，到生产中去”，即以其从生产实践中提炼出的科学理论服务于生产、推动生产，同时又不断从生产中吸取营养，使自己进一步丰富和充实，获得新的发展。一旦脱离了生产实践，就成了无源之水，丧失了生命力，失去存在和发展的可能。

家畜环境卫生学是由环境科学和畜牧科学交叉渗透而形成的新学科。从总体上看，它包含三大部分：一是家畜的环境生理，讲述外界自然环境的组成，各种环境因素的特征、相互关系、变化规律及对家畜的影响；二是家畜环境的控制，阐述合理规划畜牧场及正确设计畜舍的理论和办法，给家畜创造一个比较适宜的小环境，使其生产潜势得到充分发挥；三是环境保护，研究如何防除外界污染物对畜牧场的影响及畜牧场对周围环境的污染。课程内容十分广泛、丰富，因而要求的基础知识也非常多，涉及家畜生理学、家畜行为学、微生物学、病理学、防疫学、气象学、土壤学、水质卫生学、建筑制图、建筑材料、房屋建筑、环境保护等。就是说，这是一门既有相当深度、又有特殊广度的学科，是既有一定难度、又饶有兴趣的学科。

从课程体系上看，它是一门专业基础课。它以数学、物理、化学、生理、病理、微生物、气象、土壤等许多学科为理论依据，同时又为畜牧、兽医方面的许多专业课奠定基础。其实就拿家畜的遗传、营养、繁殖、病理等专业基础课来说，也都必须与外界环境条件紧密联系起来，因而出现了遗传生态学、营养生态学、疾病生态学等，这些学科都是从不同侧面深入研究环境与家畜的密切关系。譬如，家畜的遗传物质是受环境的严重影响的。环境变了，家畜的基因型有可能发生变化，形成遗传适应。研究家畜的营养，也离不开环境，仅以温度为例，在炎热或寒冷的环境中，温度每升、降 1°C ，家畜的消化、代谢都会发生变化，饲养效果也会出现差异。家畜疾病的防制，引种和育种的理论与实践，更是离不开环境科学。至于各种家畜的饲养管理技术，几乎每一个环节，每一个步骤都不能不涉及环境问题。所以可以毫不夸张地说，环境科学是研究和发展畜牧业的重要基础理论之一，离开了环境科学，就不可能有现代化的畜牧业。

党的十一届三中全会以来，我国城乡各地畜牧业都发展很快，新建了许多畜牧场。设计和修建畜牧场，重要目的之一是以人为手段对家畜的外界环境进行控制，为家畜生产力的充分发挥创造有利条件。为了适应社会生产发展的需要，本教材加强了牧场规划与畜舍设计部分，以求增强实践性，使学生通过学习进一步掌握有关理论和技术，走上工作后能够担负起合理规划畜牧场和设计畜舍的重任。需要指出的是，本课讲述的只是初步设计，它的任务是为技术设计提供依据。建筑科学是不同于畜牧学的另一极其复杂的科学技术领域，远不是本课程所能完成的。因此，在这方面不应该，也不可能对本课程或对学生提出过高的要求。

家畜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、分析它对家畜健康和生产力的影响、掌握其规律性；二是试验研究法，即在实验室条件下，以人为方法模拟某种环境条件，观察其对家畜影响的过程和程度，或对某一因子的不同强度或不同数量进行对比分析，研究其规律性；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，以便及时采取防制措施，确保家畜外界环境的安全。这三种方法，目前都被广泛地采用着。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。

（李震钟）

第一章 适应与应激

每种动物都生活在各自的环境中。环境的每种因素都在以不同方式影响着动物，动物则通过自身的调节、生物学性状的改变乃至遗传基础发生变化等，对环境因素作出相应的反应。这种相互作用经过相当漫长的历史，结果使每种动物只能生存在一定的环境中。

环境因素在一定限度内变化时，动物能够从行为、生理、甚至形态、结构和遗传上发生改变，从而顺应于环境因素的变化，使生长、发育、生殖、生产性能依然保持良好状态。如果环境因素的变化超出了这个限度，动物体所发生的改变不足以承受环境改变所带来的压力，结果生理机能受阻，生长、发育、生殖、生产性能下降，甚至发病、死亡。所有这些，就涉及动物的适应和应激问题。

第一节 家畜的适应

一、适应的概念

动物的适应是个非常复杂的过程，其概念和内涵也非常丰富，许多学者都从不同角度进行了研究，并给予不同的解释。畜牧科学工作者认为，适应是指生物受到内部和外部的刺激而产生的有利于生存和生产的反应。

适应具有重要的生物学意义。动物通过这些反应，使机体的生物学性状乃至遗传基础发生改变，因而在改变了的环境中获得更多的生存和繁殖机会。人们通常用适应性来表示动物的适应能力。良好的适应性应具备以下特点：在较差的环境条件（如营养不良、气候恶劣、管理不善等）作用下，体重没有明显变化，繁殖力不下降，发病率及死亡率不升高，能保持良好的生产性能。需要特别强调的是，生产性能是否发生变化，是家畜是否适应环境的重要标志。舍弃了这一条，家畜就失去了经济价值，当然就谈不上适应了。

家畜对外界环境的适应，包含着表型适应和基因型适应两个方面。表型适应包括行为适应、生理适应、形态结构适应；而基因型适应就是遗传适应。动物适应性的强弱，取决于表型适应和基因型适应的综合效应，在实践中很难把这二者区分开。但为方便起见，仍对它们分别进行讨论。一般来说，动物对环境的适应要经过许多过程才能完成。而且，当一个过程完成后，环境又可能出现新的变化，动物必须进行新的适应过程。因此说，适应是一个经常进行着的动态过程。

“习惯”是指动物对重复刺激的感知逐渐有所降低的过程，是动物适应于外界环境比较初级的阶段。例如，动物对突然的冷刺激非常敏感，但是只要环境温度不是动物难以耐受的极端低温，经过多次或经常的刺激，动物会逐渐习以为常，成为习惯。这时，动物还没有完全适应于冷刺激；只有经过长期的复杂反应过程，才能达到适应。

“风土驯化”是习惯的发展和深化，是动物通过长期的复杂生理调节而逐渐适合于新

环境的过程。这一过程，增强了动物对持续性外界环境条件变化的耐受力。在新环境中经过风土驯化的家畜，能够在该环境条件下正常地生存、生长发育、繁殖，并能保持原有的生物学特征和生产性能。家畜在新环境中风土驯化情况如何，决定于家畜机体的遗传性，即家畜的遗传基础，而且与家畜个体发育的条件，如家畜的原来起源地与新环境差异的大小、营养条件等有密切关系。家畜的风土驯化可以是短暂的，也可以是长久的；可以是表型的，也可以是基因型的。因此，风土驯化可以使家畜直接达到适应，也可以通过人工选择定向地改变遗传基础，然后达到适应。

二、适应过程的调节

家畜具有一系列复杂的调节机制，运用这些机制来调节体内的平衡，使机体能很好地与外界环境协调起来。

当外界环境因素单独地或综合地作用于动物体时，动物首先出现神经调节。通过神经调节，动物改变自身的一些行为状态、生活习性以及某些生理功能。在这一调节过程中，家畜能够迅速地对环境因素的变化作出反应，从而减缓外界不良刺激的影响。这是家畜适应环境最有效的调节机能之一。行为和习性的改变可以通过许多方式表现，例如，在放牧时，动物可以通过寻找树荫、风口来缓解炎热的不良影响；舍饲家畜则可通过改变姿势、改变采食和饮水的时间、数量等，缓解高温带来的危害。值得提出的是，在适应过程中，尽管神经调节起着主导作用，但不能排除其他调节机制的参与。

如果环境因素对畜体的作用是持续的，体液调节会随之出现。体液调节不象神经调节出现的那样迅速，但其效用却更加普遍、持久。它能改变激素的合成与分泌，改变酶的活性，因而改变体内的代谢，使机体与环境间的协调性更加稳定和持久。例如，动物进入冷环境后，立即通过行为的调节而作出反应，寻找避风处，身体蜷缩，呼吸变深、变慢等，这些都是以神经调节为主的。倘若冷环境的作用是持续不断的，仅靠这样的调节就不够了，机体必须在减少散热量的同时，努力增加产热，以维持体内的热平衡，保持体温稳定。这一增加产热过程，是由酶来催化完成的，而酶的活性又需要激素来调节。这就是说，冷刺激对动物所引起的全部反应，需要有体液调节的广泛参与；否则反应过程就不能全面完成。

如果环境因子的作用比较长久，动物体会进而出现形态结构上的变化。例如，北方黄牛如果在幼龄时被引到炎热的南方，会长得体型矮小；仔猪在寒冷环境中会长出绒毛，等等。形态结构的变化，需要比较长的时间才能完成。这些变化，仍属于非遗传性的表型适应，因为动物体的遗传物质并未改变。只有在最后发生了基因的改变时，才达到遗传适应。这就是说，环境的变化使某些对适应具有决定性影响的基因发生改组后，通过自然选择和人工选择，使性状向着一个方向发展，结果出现了某些新特征，形成了可遗传的基因型适应。显然，家畜从行为上、生理上、形态结构上以及基因型上发生变化以至最终达到适应，是家畜群体通过自然选择或人工选择，经过世代连续变化的结果，是一个漫长的过程。可以说，地球上现有动物物种和家畜品种，都是在漫长的发展中经过自然选择和人工选择而形成和保留下来的基因适应型。它们对当地环境具有特殊的适应性，这也是它们在当地能够很好地生存和保持高产的重要保证。表1—1是一些畜禽适应特殊环境条件的

适应表现。

表 1-1 家畜对特殊环境条件的适应表现

环境特点	适应表现	代表动物(品种)
太阳辐射	长腿 短而反射能力强的被毛	骆驼 羚羊
高温	夏季脱毛 增加皮肤皱褶面积 体小、耳长 毛粗松 毛细密	有蹄动物 牛(婆罗门牛) 驴 阿瓦西绵羊 美利奴绵羊
高湿度	黑色素沉积,毛薄	水牛
低温	长毛中混生绒毛 身体末梢外露少 牧食性强 皮下脂肪层厚 棕色脂肪多 体躯短粗,毛密而厚	牛(苏格兰高地牛) 牦牛(西藏) 麝牛(北极) 北极动物 某些哺乳类幼畜 夏尔马
饲料有季节性	形成反刍胃 脂肪组织贮存于肩峰 脂肪组织贮存于肥尾 脂肪组织贮存于肥臀 脂肪组织贮存于瘤胃	反刍动物 骆驼 绵羊(阿瓦西、卡拉库尔) 绵羊(索马里、苏丹黑头羊) 羚羊
缺水	皮厚,嘴周围有硬组织 嘴厚,有长乳头状突起 饮水能力强 肩峰——假储器,储存代谢水 脱水能力强	骆驼
高海拔	血红细胞密度大,血液运氧能力强 在氧分压低的条件下,毛细血管血液把氧输送到组织细胞的能力高 从饲料中吸取养分的效率高	马驼、羊驼、牦牛

三、有关适应的几个法则

一些长期从事适应性研究的学者,在对世界动物的分布规律、形态特征及其与环境之间的关系进行研究分析之后,发现气候因子单独地或综合地影响着动物的许多方面。他们通过分析与概括,提出了一些基本规律和法则。

(一) **格罗杰(Gloger, 1833)法则** 格罗杰法则着重于阐述气候因子与动物皮肤、被毛颜色的关系。他强调指出,温度和湿度共同作用,影响着动物的皮肤和被毛颜色。一般来说,生活在温暖、潮湿地区的动物(主要指哺乳类和鸟类),皮肤颜色较深,即黑色素含量高;而生活在寒冷、干燥地区的同种动物,皮肤颜色较浅,即黑色素含量较少。

格罗杰在广泛调查研究中发现,动物皮肤与被毛中的色素含量受环境温度、湿度影响很大,因而不同地区的同种动物,体表颜色常有很大差异。即便是颜色相同的同种动物,在不同温、湿度条件下,颜色的深浅也有明显不同。例如,熊在高寒地区呈浅色,甚至是白色(北极熊);而在温带和热带,颜色逐渐加深为灰色、棕色以至黑色。牛的皮毛颜色也是随着温度与湿度的递增而逐渐加深,皮脂腺的分泌也随着温度的递增而增强,使得被毛光泽度增大,加强了对太阳辐射的反射能力。在炎热地区,为了更好地适应高温气候,家畜常以深色皮肤与浅色被毛相结合。印度瘤牛是个典型例子,其浅色被毛有利于反射强烈的太阳辐射,而黑色表皮又可以吸收紫外线,从而保护深层皮肤组织不致受到紫外线的伤害。

格罗杰法则只是阐述了气候因素与动物皮毛颜色间的一般关系。大自然中还有许多复杂情况,例如,弱小动物为了躲避捕食,在长期的自然选择下,形成了一些保护色;还有些动物,特别是禽类,为了在繁殖过程中获得交配机会,选择了能够吸引异性的华丽羽毛颜色。这些都是格罗杰法则支配下的特殊变化。值得注意的是,家畜的皮毛颜色除了受格罗杰法则所述的自然选择作用外,还因人的经济活动和喜爱而强烈地受到人工选择的干预,因此绵羊大都是纯白色,鸡则有黑、白、红、黄、花等多种羽色。这就是说,家畜的毛色既有在总体上服从格罗杰法则的一面,又有不同于野生动物的特殊性。

(二) 贝格曼(Bergmann, 1841)法则 贝格曼在长期研究动物的形态与分布的关系之后指出,同种动物,生活在寒冷地区的,体格较大;生活在炎热地区的,体格较小。这一规律,在野生动物、家畜乃至人都有反映。例如,我国猪的体格,由南向北逐渐增大。据徐克学(1982)对我国43个猪种分析,地理纬度与猪的体高的相关系数为0.5784,与体长为0.4053,与胸围为0.4541,与体重为0.4643。南方的黄牛显著小于北方,奶牛也有类似趋势。据秦志锐材料,我国南方2375头黑白花奶牛的平均体高为130.7cm,北方2227头平均为136.9cm。蒙古马高大粗壮,西南马则显著矮小。当然,家畜由于长期受人选择的干预,出现了一些特殊种群,但这些例外丝毫不能降低贝格曼法则的普遍指导意义。

(三) 爱伦(Allen, 1877)法则 爱伦致力于研究环境温度对动物身体的体表面积及体型的影响。他指出,同种动物,生活在炎热地区的,体表面积相对较大;生活在寒冷地区的,体表面积相对较小。这是因为,动物体内的热量主要是通过皮肤散发出去的。皮肤面积愈大,愈有利于散热,适宜在炎热地区生存;皮肤面积愈小,愈有利于防寒,适合在寒冷地区生存。而皮肤相对面积的大小,又与体重有关,体重愈大,体表相对面积越小;体重愈小,则体表相对面积愈大。由此可以认为,爱伦法则是对贝格曼法则的解释和补充。爱伦还指出,生活在炎热地区的动物,身体的突出部分(如头、耳、角、四肢、尾、垂肉等,又叫做身体末梢部分)显然比较大,这样就扩大了体表面积,有利于散热。这些特征,在瘤牛、努宾山羊等热带畜种身上都有典型表现。

(四) 威尔逊(Wilson, 1854)法则 威尔逊根据大量研究结果,论述了气候因素对动物体被及皮下绝缘层的影响。体被是指皮肤及其衍生物,包括羽毛、蹄、角、汗腺与皮脂腺等;而绝缘层主要是皮下脂肪。它们覆被并保护着动物躯体,同时也感受外界环境的刺激,同环境进行物质与能量的交换。动物的被毛有三种类型,长粗毛、短光毛和绒

毛。其中绒毛是热的良好绝缘体，而短光毛既可有效地反射太阳辐射，又可加速皮肤表面的对流散热。常见的动物被毛是粗毛和绒毛的混合体。威尔逊指出：

1. 被毛中绒毛的含量与环境温度呈反相关，粗毛的含量与环境温度呈正相关；
2. 生活在寒冷地区的动物，皮肤较厚而且致密，生活在炎热地区的则相反；
3. 生活在寒冷地区的动物，皮下脂肪较多，生活在炎热地区的则较少。

哺乳动物的被毛尽管在各年龄阶段、各季节间有很大差异，但总的变化趋势及一般规律是与威尔逊法则一致的。

以上这些法则，是动物学家在大量调查研究的基础上得出的规律性结论，对于畜牧工作者具有重要参考价值。需要注意的是，家畜是人类豢养的动物，由于人工选择的影响，其基本性状在总体上符合于这些法则，但也出现许多例外。在畜牧实践中，既要注意遵循这些法则，用它来作为指导，又要不受这些法则的约束，善于因时因地进行分析，在可能的范围内进行创新。

第二节 应 激

环境是不断变化着的。当环境的变化处于家畜的适宜范围之内时，家畜可以通过自身的一般调节而保持适应，因而能够正常生长发育、生殖，保持其原有的生理机能和生产性能。如果环境因子的变化超出了适宜范围，机体就必须动员体内防御能力，以克服环境变化所带来的不良影响，使机体仍能保持体内的平衡，达到适应。这种对不良环境的反应过程，就是应激反应。

一、应激的概念

应激一词译自英文stress一词，它的原意是紧张、压力、应力。我国医学界译为应激，现已被畜牧兽医工作者普遍接受。

stress一词首先由加拿大学者塞里(H. Selye)于1936年提出。他对各种疾病进行细致的研究之后发现，不同的疾病除了具有各自特有的征候之外，还常有些共同的非特异性征候，甚至一些环境因素，如冷、热、干、湿、光、声等，对动物不仅可以引起特异性反应，还可引起非特异性反应。通过这些反应，提高机体对于刺激因素的抵抗力和适应性。塞里起初把这些反应称之为“全身适应综合症(general adaptation syndrome, 简写为GAS)，后来改称为应激。凡能引起应激的刺激因素，称做应激源(stressor)。目前普遍认为，应激的恰当定义，是“动物机体对外界或内部的各种刺激所产生的非特异性应答反应的总和”。可见，应激的概念是明确的。但是由于这一术语被不太严格地广泛使用于一些场合，有些人把它的涵义误解为损伤、劳损、逆境等，因此有必要对应激的性质作进一步说明。

(一) 应激的本质是生理反应 这种生理反应的目的是，动员机体的防御系统去克服应激源所造成的不良影响，使机体在不太适宜的环境中仍能保持体内平衡。缺乏应激反应或应激反应失调，就会导致体内平衡破坏，出现疾病甚至死亡。可见，应激反应是动物机体在长期进化过程中形成的一种扩大适应范围的生理反应，是生物体的一种特殊的合理状