

全国高等农业院校试用教材

家畜环境卫生学

东北农学院主编

畜牧、兽医专业用

农业出版社

1490

全国高等农业院校试用教材

家畜环境卫生学

东北农学院主编

畜牧、兽医专业用

农业出版社

全国高等农业院校试用教材

家畜环境卫生学

东北农学院主编

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米16开本 14.75印张 390千字

1981年4月第1版 1981年4月北京第1次印刷

印数 1—10,000册

统一书号 16144·2283 定价 1.55元

主 编	东北农学院	王庆镛
副主编	南京农学院	黄昌澍
	华中农学院	于炎湖
编 者	东北农学院	温书斋
	西北农学院	李震钟
	北京农业大学	郎震美
	吉林农业大学	涂世棕
	内蒙古农牧学院	姬国栋
	山东农学院	余振华

目 录

绪论	1
第一章 气象因素与家畜健康和生产力的关系	4
第一节 太阳辐射	5
第二节 空气温度	15
第三节 空气湿度	32
第四节 气流和气压	36
第五节 气象因素的综合作用	41
第二章 畜舍内的空气环境	47
第一节 温度	47
第二节 湿度	54
第三节 气流	55
第四节 光照	56
第五节 畜舍空气中的灰尘和微生物	60
第六节 畜舍中的有害气体	64
第七节 噪声	68
第三章 畜舍环境的控制	72
第一节 建筑材料与畜舍结构基本知识	73
第二节 畜舍的防寒与防热	83
第三节 畜舍的通风换气	94
第四节 畜舍的采光	107
第五节 畜舍的排水	112
第六节 畜舍的垫草	114
第七节 家畜饲养密度	116
第四章 畜牧场的设置	122
第一节 畜牧场场址的选择	122
第二节 畜牧场场地规划与建筑物布局	125
第三节 畜牧场的公共卫生设施	135
第五章 畜牧场的环境保护	142
第一节 畜牧场环境保护的意义	142
第二节 畜牧场环境污染的途径及危害	144
第三节 环境保护的主要环节	152
第四节 畜牧场的环境卫生监测	163
实验指导	167
实验一 空气环境气象指标测定	167
实验二 畜舍采光的测定和计算	177

实验三	畜舍中有害气体的测定	178
实验四	畜舍通风量计算	189
实验五	畜舍设计图的认识	205
实验六	水质卫生指标检查	214
实验七	饮水氯化消毒法	225
实验八	畜牧场卫生调查	229

结 论

家畜环境卫生学是研究外界环境因素对家畜的作用和影响的基本规律，并依据这些规律以制订利用、保护和改造环境措施的一门分科。它研究外界环境因素对家畜的作用和影响的基本规律，根据这些规律以制订利用、保护和改造环境的措施。其目的在为家畜创造良好的生活和生产条件，以保持健康、预防疾病、提高生产力和降低生产成本，充分发挥家畜的利用价值，来满足人民生活 and 轻工业原料上日益增长的需要。

近一、二十年来，国内外关于人类环境科学的研究已有显著的进展，对环境的涵义亦有较全面的认识。所谓“环境”系指大气、水域和土壤三个要素构成的自然整体，此三要素各有其物理特性、化学特性和生物学效应。人类的环境科学就是研究由于人类活动所引起的环境质量的变化及环境保护与改造的科学。而在家畜方面，环境的概念似更为广泛，除自然界的空气、水和土壤外，还包括人类给予家畜的饲养、管理、调教和利用；包括牧地、牧场、畜舍和家畜群体内的相互关系。亦即与家畜生活和生产有关的一切外界条件，都属于环境因素范畴。

外界环境因素是异常复杂的，不论是自然因素或人为因素，可以各种各样的方式，经由不同的途径，单独地或综合地对家畜机体发生作用和影响，并且通过家畜机体的内在规律，引起各种各样的反应。外界环境因素具有“有利”和“有害”两方面：一方面，外界环境是动物的生存条件，动物与外界环境经常进行着物质交换和能量交换；动物依赖外界环境而生长、繁殖和生产各种产品；动物接受外界环境的刺激，增强体质和提高生产力。但另一方面，外界环境也存在对动物机体有害的各种因素和刺激，动物处在有害的情况下，能发生保护性反应或适应力，以排除或防御之，假如那些有害的因素超过动物机体所能忍受的限度，则家畜机能失调，会引起疾病以至死亡。例如在一般天气条件下，适度的太阳照射，具有促进新陈代谢、加强血液循环、增进健康和调节钙、磷代谢等作用。因而常利用日光来治疗疾病或预防疾病。但在炎热的气候条件下，强烈的太阳辐射长时间作用于机体，有可能引起皮肤烧伤，热平衡破坏，甚至于发生日射病死亡。其它如空气、饮水、饲料、畜舍等都是家畜生活不可缺少的物质条件，它们有时为某些有害物质如病原体、毒物、有害气体、放射性物质等所污染，当污染在一定浓度以下时，可能无害；如果超过一定浓度，就可直接或间接引起毒害或疾病。研究家畜环境卫生学就要充分利用那些有利因素，消除和防止那些有害因素，以保证健康和提高生产性能。

由于科学技术的不断发展，各学科之间的分工愈来愈细，家畜环境卫生学的研究范围也愈有针对性和愈为深化。根据当前国内外畜牧生产的实践证明，无论是集约的或粗放的经营，虽都必须重视各种环境因素的研究，但是在上述各种环境因素中，水、土两个因素较之空气环境相对稳定，而且也较易于控制。它们主要通过饮水和饲料作用于家畜，只要合理组织供水，可以有效地解决饮水问题；而家畜的营养和中毒，以及家畜日常的饲养管理等因素，已

另有饲养、饲料和内科学等专门学科。这样一来，空气环境和为克服空气环境的不良影响而修建的畜舍及其环境，就成为家畜环境卫生学的主要研究对象，这对高密度的现代化集约畜牧业更有现实意义。因此本课程所论述的与过去的家畜卫生学截然不同，不是对所有环境因素面面俱到，而是以研究空气环境并以改善和控制空气环境作为基本内容：一方面阐明在各种空气环境因素作用下，家畜机体所产生的生理反应的基本规律；另一方面通过人为的改善和控制，来保持易变的空气环境条件的相对稳定性，避免使家畜机体产生应激状态。因此，本书的主要内容包括下列几方面：

论述太阳辐射、空气温度、空气湿度、气流和气压等气象因素如何单独地或综合地影响机体的生理过程，而对家畜的健康和生产力发生作用。

阐述畜舍内空气环境因素（温度、湿度、气流、光照等）的变化规律及其对家畜的影响；研究畜舍空气中的灰尘、微生物、有害气体和噪声对家畜的危害性，并指出各项环境因素的卫生要求。

研究畜舍环境的控制措施。如何从畜舍的结构设计和材料选择以及日常的管理上，达到防寒、隔热、通风换气、采光、排水和防潮等目的，以尽量减少饲料能量的浪费，使之最有效地用于家畜生产。通过设计修建理想的畜舍，这已成为适于家畜生理和生产的环境，已成为畜牧生产现代化的标志之一。

讨论饲养密度与家畜健康和生产力的关系，提出适宜饲养密度的参数，以达到最经济地利用畜舍的目的。

研究在兴建畜牧场时，应如何从场址选择着手，进行牧场场地和建筑物的合理规划和布局；并注意牧场内的卫生设施，使整个牧场符合环境卫生的要求。

讨论畜牧场的环境保护，防止工业三废和农业化肥及农药的污染，妥善处理 and 利用家畜粪、尿，防止畜产公害；并进行畜牧场的环境卫生监测。

家畜环境卫生学是一门综合性的学科，涉及的范围非常广泛，与它有联系的学科也很多。它必须以许多基础科学如物理学、化学、气象学、气候学、微生物学、生理学、生态学、行为学、病理学等为基础；同时又与许多学科如饲养学、繁殖学、育种学、牧场经营管理学、畜牧机械化、农业工程学、家畜临床医学等又有密切联系。

家畜环境卫生学是畜牧、兽医两专业的专业基础课，改善和控制环境条件，维护家畜的健康和提高生产力，是两个专业的共同要求。在畜牧专业，它是制订各种家畜的合理饲养管理和利用措施，以及设计不同类型畜舍和牧场的理论基础。在兽医专业，它是一门预防医学，应特别注意环境因素中能引起家畜机能失调的因素，注意环境卫生的防护和监测，防止从空气、水、土壤等传染疾病。但由于畜牧业生产的集约化发展，在国外许多畜牧业发达国家，动物的疾病形式已发生了很大的变化，不是大量发生可用疫苗、血清和抗菌素防治的急性、特异性疾病，而是出现慢性的、逐渐加剧的综合性病征。这些疾病难于诊断，常造成很高的发病率和重大的经济损失。要消除这些疾病，同样需要有畜牧生产实践、畜舍建筑设计和环境控制的知识。

近十余年来，在国际上随着家畜遗传育种、家畜营养与饲养、家畜环境生理、家畜生态、农业工程等学科的进展，随着饲料工业的建立和发展，以及新技术在畜牧生产中的广泛应用，畜牧生产有了飞跃的发展，家畜生产力和畜产品商品率有了很大提高，饲料消耗明显降低。

这些成绩的取得,除了品种、饲料、饲养管理技术、防疫卫生外,家畜环境的改善是一个重要手段,例如目前广泛采用的工厂化饲养方式,不仅要求严格的畜舍环境,而且也为实现家畜环境的控制创造了条件。

由此可见,畜牧生产已从家畜对环境因素的被动防御与适应的时代,进入了可将人工控制环境,使之符合家畜生理要求,从而为最有效地发挥家畜生产力、均衡获取优质产品变为现实的时代。

当前,我国社会主义建设已进入新的发展时期,家畜环境卫生学在畜牧生产现代化中的任务是:

首先,应吸取国内外有关家畜环境卫生方面的科研成果、先进技术,整理和总结我们祖先的宝贵遗产,以及广大劳动人民和农、牧场职工的实际生产经验,充实家畜环境卫生学的内容,使之成为既有理论,又能指导我国畜牧生产的科学。

根据我国各地区的自然气候特点,并在条件可能时,建立人工气候室,研究各项气象因素对家畜健康和生产力的影响规律,结合国内外的研究成果和实践经验,逐步制订各种家畜的空气环境卫生参数。

在家畜环境卫生理论和卫生参数的基础上,按照我国各地的自然条件和经济特点,探索改善和控制畜舍环境的有效措施。并为不同家畜的环境控制畜舍的设计提供理论依据。

各地区在兴建牧场时,必须按照农牧结合、生态平衡的基本原则,做到场址选择、建筑物布局和场内公共卫生设施的建设合理化。在牧区,应考虑自然环境的改善措施,减轻灾害性天气引起的损失。

研究改善饮水、粪便处理和防止土壤污染等环境保护措施,定期进行卫生监测,以消除可能引起家畜疾病的病原。

调查国内现有现代化畜牧场存在的环境卫生问题,对值得推广的经验和需要加以改进的各种经验,进行认真总结,以供各地区今后兴建现代化畜牧场时参考。

第一章 气象因素与家畜健康和生产力的关系

地球表面包围着一层很厚的空气，通常称为“大气”。大气随海拔高度的增加而逐渐变稀。根据高空探测，大气是由几种物理特性不同的层次组成，其中最接近地面的一层称为“对流层”。对流层的厚度在赤道地区约17公里，两极约9公里，每上升100米，温度约下降0.6℃。大气中4/5的物质集中于这一层，一切天气现象都在这一层发生，它与动物的关系最为密切。

气象即指对流层中所发生的冷、热、干、湿、风、云、雨、雪、霜、雾、雷、电等各种物理状态和物理现象，而决定这些物理状态和物理现象的因素，称为“气象因素”，包括太阳辐射、气温、气湿、气压、气流（风）、云量和降水等，这些因素之间存在着极其密切的关系，并且复杂地相互结合和相互影响。气象因素在一定时间和空间内变化的结果所决定的大气物理状态，如阴、晴、风、雨等称为“天气”。气候是指某地区多年所特有的天气情况。

气象因素是动物机体的重要环境因素。它可通过不同的途径对畜体发生作用，其中最重要的是直接影响畜体的热调节，从而影响家畜的健康和生产力。因为家畜是恒温动物，体内代谢产热必须及时排出体外，才能维持体温（以直肠温度为代表）的恒定。畜体代谢产热是通过组织传导和血液循环的对流作用带到皮肤和呼吸道表面，然后以辐射、传导、对流（三者合称为“非蒸发散热”或“可感散热”）和蒸发四种方式散失于周围环境中，而散热的难易以及产热和散热能否达到平衡，主要取决于气象因素，特别是气温。当气象因素发生变动时，家畜首先借物理调节方法增加或减少热的放散，以维持热平衡。当气象因素变动超过家畜的物理调节能力时，就必须借化学调节方法，以增加或减少热的产生，使产热与散热达到平衡。当产热与散热达到平衡时，可以下式表示之：

$$M - E \pm F \pm Cd \pm Cv \pm R = 0$$

式中M为代谢产热量，E为自皮肤和呼吸道蒸发的散热量，F为使饲料和饮水加温或冷却至体温的失热或得热量，Cd为传导的散热或得热量，Cv为对流的散热或得热量，R为辐射的散热或得热量。在一般天气条件下，Cd、Cv和R都是负值，如果家畜曝晒于强烈的阳光下，或当外界温度高于皮肤温度时，则为正值。

当物理和化学调节同时进行还不能维持热平衡时，可使上式为正值或负值，表现为体温的升高或下降，说明热平衡破坏，会引起一系列生理机能的失常，严重威胁健康和生产力，甚至危及生命。

在炎热或严寒的天气条件下，动物体所发生的许多生理机能的改变，大多与热调节有关，或者为热调节生理过程中的一个组成部分，例如代谢率（产热量）、心肺活动、血液成分、内分泌机能、采食量、耗水量以及行为等的变化，都是为了维持体温正常，甚至有认为生产力如生长、肥育速率、产乳量、产蛋量等的下降，也都是以热调节为目的，而不是其后果。

气象因素还可通过饲料植物的生长、化学组成和季节性供应，以及寄生虫和其它疾病的

发生和传播，间接对动物的健康和生产力发生作用。例如在热带和亚热带炎热多雨地区，植物生长茂盛，草料供应四时不绝，但这些地区家畜的健康和生产力并不优于温带家畜，畜牧业并不发达，除高温、高湿和强烈太阳辐射直接威胁机体外，饲料植物的组成也有很大关系。在炎热多雨地区，植物生长较快，粗纤维含量较多，可消化物质或净能含量相对较少。多雨地区土壤中的矿物质和含氮物易被淋洗，饲料植物中的矿物质和粗蛋白质含量亦较少。吃含粗纤维较多的饲料，将更加加重反刍动物的热负担，矿物质和蛋白质较少，对生长发育当然不利。因此同品种的家畜在热带地区体型往往变小，生产力下降。

气象因素对家畜健康和生产力的影响，因动物种类、品种、个体、年龄、性别、被毛状态，以及家畜对气候的适应性和不良气象因素的严酷程度及持续时间等而不同。

第一节 太阳辐射

一、太阳辐射的概念

太阳辐射是地球表面上热能的主要来源，大气中所发生的各种物理过程是直接或间接由太阳辐射引起。因此，太阳辐射可说是产生各种极其复杂的天气现象的根本原因。

根据现代核物理学的研究，太阳是一个巨大的热核反应器，其直径 139 万公里，表面温度 $6,000^{\circ}\text{C}$ ，中心约 1,500 万度，在氢原子核聚变为氦原子核的过程中，产生大量的辐射能，以每秒 8×10^{25} 卡的能量放射于宇宙中。但到达地球大气外层的仅是其中的 22 亿分之一。

太阳辐射是一种电磁波，波长范围为 4—300,000 毫微米，其光谱组成按人类的视觉可分为三大部分（单位：毫微米）：

1. 红外线：波长 300,000—770；
2. 可见光：波长 770—390，其中红光为 686，橙光 656，黄光 589，绿光 526，青光 486，蓝光 430，紫光 397；
3. 紫外线：波长 382—4。

太阳辐射通过大气时，受大气透明度（云雾）、灰尘、水汽和二氧化碳等的影响，大约有 43% 被反射和散射而返回太空，14% 被大气吸收，43% 以直射光（27%）和散射光（16%）的形式到达地面。因而到达地面的光谱亦发生变化。变化最大的是紫外线。波长 200—290 毫微米的紫外线，在 20—40 公里的高空中已全部被臭氧层所吸收，如果大气没有这一臭氧层，则地球上不可能有生命；波长短于 300 毫微米的也不能通过含灰尘多的大气；短于 320 毫微米的还不能通过普通的窗玻璃。红外线有很大一部分被空气中的水汽和二氧化碳所吸收。可见光的变动很少。

到达地面的太阳辐射强度，除受大气情况的影响外，还与太阳的高度角及海拔有关。当太阳在天顶时，太阳辐射通过大气层的距离最短；与地面成 30° 角时，则距离增加一倍；与地面成 11.3° 角时，增加 4 倍。通过大气的距离愈大，则被散射和吸收的也愈多。太阳高度角还与投射地面的面积有关，太阳的高度角愈小，则每单位光束的投射面积愈大，太阳辐射也愈弱。太阳高度角决定于纬度、季节和一天的不同时间。海拔愈高，则大气的透明度愈好，灰尘、二氧化碳等的含量愈少，太阳辐射的强度也愈大。

到达地面的辐射能，一部分被地面吸收，转变为热能，一部分反射回大气。地面的反射率取决于地表的物理状态：刚下的雪的反射率最大，可达80—90%，其它如黄砂为34.6%，绿色草地为25.7%，枯草地为19%，黑湿土壤为7%。

二、太阳辐射对畜体的作用

(一) 太阳辐射的一般作用 太阳辐射对机体的作用，决定于辐射强度、被吸收的程度和它的生物化学作用。在太阳辐射的光谱中，可见光经视神经作用于机体，它不但能影响机体的生理过程，改变物质代谢，而且能改善家畜的一般感觉。

太阳辐射作用于皮肤时，可引起光热效应、光电效应和光化学效应。光热效应（可见光和红外线）是辐射能转变为热能，使皮肤温暖，毛细管扩充，加速皮肤血液循环，促进皮肤的代谢过程，改善皮肤的营养，加速再生过程。同时由热的作用，加速组织的化学变化，机体代谢亦因之而增强。光电效应和光化学效应（紫外线）是在太阳辐射的作用下，原子中的电子逸出轨道，出现阳离子，使光能变为电能，可引起组织细胞的离子化，能使组织和细胞内胶体成分的电性发生改变。由于离子浓度的变化，使细胞内蛋白质发生一系列的反应过程：反应弱时，可加速酶的作用和全身生化过程，刺激生命活力；反应强时，就会破坏胶体平衡，分解蛋白质或使蛋白质发生变性，从而破坏细胞组织。

当动物体内含有某种光敏化物质时，如采食含有叶红质的荞麦、三叶草、苜蓿和春蓼等植物，或机体本身产生的异常代谢产物，或由感染病灶吸收的毒素等，被雪光照射后，能聚集辐射能，使毛细管壁破坏，引起皮肤发疹等现象。对白色皮肤及无毛、少毛部位，其症状特别明显。除皮肤症状外，常伴有眼、口腔粘膜发炎，中枢神经系统紊乱和消化机能障碍，严重的可引起死亡。主要见于猪和羊。

太阳辐射强度的季节性变化，通过内分泌（甲状腺）活动，是引起动物被毛季节性脱换生长的主要因素。例如在南半球用异常的人工光照照射短角牛，可见试验牛在冬季生长短而有光泽的夏毛，夏季生长厚而细密的冬毛，耐热性能也显著反常。在赤道地区，由于全年光照都较恒定，引入欧洲牛后，不久便丧失被毛的季节性脱换规律。

(二) 紫外线的作用 紫外线不能穿透皮肤，大部分被表层细胞所吸收，只有少部分到达真皮的乳头和它表面的血管丛。由于紫外线的光电效应，能使细胞蛋白质变性、凝固，而抑制细菌的生长或杀灭之。对某些病毒亦有作用。紫外线的杀菌效力以波长265毫微米左右为最强。

紫外线照射皮肤，能使皮肤中的7-脱氢胆固醇变成维生素D₃，从而有调节钙、磷代谢的作用，其效力以波长265—285毫微米为最强。因白色皮肤的表层较黑色皮肤易为紫外线所穿透，形成维生素D₃的效力亦较强，所以在同样的饲养管理条件下，当饲料缺乏维生素D时，黑猪较白猪易生软骨病。

紫外线有兴奋呼吸中枢的作用，可使呼吸变深，频率下降，有助于氧的吸收和二氧化碳及水蒸气的排出。紫外线能使红血球、血红蛋白和嗜中性白血球的数量增加，提高血液携带氧及二氧化碳的能力和吞噬作用，加强机体组织的代谢过程和提高抗病能力。

过度的紫外线照射，可引起下列不良反应：（1）使皮肤损伤，如光照性皮炎，症状为皮肤出现红斑、瘙痒、水泡和水肿，给病原菌侵入造成良好机会。黑色皮肤有防御作用：在

夏季，白猪和黑猪共同放牧，在气温 28°C 以上，白猪皮肤全部受损伤，而黑猪皮肤损伤的仅 $1/16$ 。因为黑色素能吸收紫外线，使不致穿透皮肤表层。（2）作用于中枢神经系统，可使体温升高，精神兴奋，饲料利用率和肥育效率下降。（3）使眼睛受伤，可引起光照性眼炎，有眼痛、灼热感、流泪和羞明等症状，南向马厩，窗户过低，以及雪地行军的马匹常见之。此外，紫外线尚有致癌作用，例如海福特牛的两眼睑为白色，较易发生上皮癌，而瘤牛和骆驼的眼睑为黑色，则有保护作用。

（三）红外线的作用 红外线和红光能穿透皮肤达几厘米深。其穿透能力取决于波长和皮肤状态。波长愈大，穿透力愈弱；皮肤湿度大时，对红外线的吸收较多。红外线的主要作用为上述的光热效应，可引起深部组织的微血管扩张，温度升高，增强血液循环，促进组织中的物理化学过程，使物质代谢加速，细胞增生，并有消炎、镇痛和降低血压及神经兴奋性的作用。

过度的红外线照射，可产生下列的不良反应：（1）由于红外线等的光热效应，影响机体的热调节（详见下一段）。（2）皮肤温度升高，可发生皮肤变性，形成烧伤，组织分解产物被带走，引起全身反应。（3）波长 $600-1,000$ 毫微米的红光和红外线能穿透颅骨，使脑内温度升高，引起日射病。（4）对眼睛有伤害作用，可使水晶体及眼内液体的温度升高，特别是波长 $1,000-1,900$ 毫微米的作用最强，可引起视力障碍及眼病，如羞明、视觉模糊，甚至发生白内障及视网膜脱离等。

三、太阳辐射与畜体热调节

（一）畜体接受太阳辐射热量的估测 太阳辐射热从三方面作用于机体：第一，直接辐射，辐射面积以动物在太阳下的阴影估计之；第二，间接辐射，即太阳辐射散布于天空后对机体的作用；第三，反射，为周围物体和地面反射太阳辐射能的作用。其中直接辐射约占总辐射能量的 $2/3$ 左右。

家畜受太阳直接辐射的表面积，因太阳的高度角和家畜的姿势而不同。据估计，站立的绵羊，侧面迎太阳时，当太阳高度角自 0° 升高到 90° ，直接受辐射的面积下降 20% ；在 60° 以上，下降较为显著。当头部或尾部迎太阳时，太阳高度角为 0° 时，受直接辐射的表面积仅为侧面迎太阳的一半，最小的辐射表面积在高度角 $50-60^{\circ}$ 之间。家畜站立时受太阳直接辐射的面积较躺卧时小。在炎热干旱荫蔽很少的牧地上放牧的家畜，直接暴露太阳辐射下，常长时间站立而不躺卧。

据在南非约翰内斯堡（南纬 26° ）夏季和波茨坦（北纬 52° ）冬季的测定，一头体重 800 公斤的苏塞克斯(Sussex)公牛，体表面积为 6.5 平方米，在无云的白天，接受太阳辐射热量分别为 20.5 和 4 千卡，平均每小时每平方米表面积分别为 210 和 68 千卡。而该牛每小时每平方米表面积代谢产热量约为 100 千卡。可见在南非夏季晴朗的白天，动物体表接受太阳辐射热量约为代谢产热量的二倍以上，而在欧洲的冬天，约为 70% （表1—1）。

（二）动物被毛的隔热作用 被毛不但有保温作用，而且在直射的阳光和外界气温高于皮温的环境条件下，还有隔热作用，以减轻强烈的辐射热和高温对机体的影响。被毛的隔热性能与被毛的颜色、光泽、厚度、密度，以及是否平整等有关。黑色被毛吸收太阳的辐射热量约为白色的二倍（表1—2）。在炎热地区，如果浅色的被毛与深色的皮肤相结合是最理想

表 1—1 体重800公斤、体表面积6.5平方米的公牛，白天接受的太阳辐射热量

项 目	约 翰 内 斯 堡 (夏天)	波 茨 坦 (冬天)
太阳的最大高度角(度)	80	15
太阳最大高度角的直接辐射热量(卡/厘米 ² /分)	1.58	1.0
白昼时数(日出至日落)	15.0	9.0
动物接受的辐射热量(千卡/白昼)		
直接	12.5	3.0
间接(散射)	1.7	0.4
反射	6.3	0.6
合 计	20.5	4.0
白天平均每小时接受的热量(千卡/米 ²)	210	68
估计每小时的代谢产热量(千卡/米 ²)	100	100

(据 Blaxter, 1962, The Energy Metabolism of Ruminants, p.160)

的。因为前者善于反射太阳辐射能，后者又能吸收紫外线，使不致穿透皮肤表层。产于热带和沙漠地区的瘤牛就是如此，被毛多为灰白色，皮肤为暗黑色；温带和寒带的牛则相反，皮肤为粉红色，被毛则自红棕色到黑色。平整有光泽的被毛较蓬松无光泽的被毛善于反射太阳的辐射能。被毛的隔热效力随被毛的厚度、密度的增加而增大，具有较厚而密的被毛，其防止太阳辐射能的作用较被毛的颜色和光泽更为重要。一般动物的背部和头部的被毛较长，在阻拦太阳辐射能上有重大意义。

由于被毛的隔热作用，太阳辐射能到被毛表面时，一部被反射，一部被吸收。被吸收的热在通过毛层到达皮肤以前已大部消散，例如在中午到下午2时，气温为36—42°C的强烈太阳辐射下，被毛厚4厘米的美利奴羊，毛尖温度升高到85°C，而皮肤仅42°C，体温为40—40.5°C。被毛表面吸收的太阳辐射热经长波辐射和对流作用消失，但还有一部分到达皮肤，如果动物能够维持体温恒定，则这部分热和代谢产热全部由蒸发发散。

表 1—2 不同品种牛的发射率*及其在约翰内斯堡夏季接受的太阳辐射热量

品种及被毛颜色	发 射 率	白昼平均每小时接受的太阳辐射热量(千卡/米 ²)
白色瘤牛	0.49	124
奶油色西门答尔牛	0.50	127
红棕色阿非利肯特牛	0.78	197
红棕色苏塞克斯牛	0.83	210
黑色阿伯廷·安格斯牛	0.89	225

* 发射率(emissivity)是指某种物体表面吸收或放射辐射能的能力。发射率的大小自完全反射的0到完全吸收的1。通常以绝对黑体的发射率为1。一个善于吸收的物体，也是一个善于放射的物体。

(来源同表1—1)

(三) 太阳辐射与热平衡 在强烈的太阳辐射下，虽有被毛的隔热作用，但不能完全阻止辐射热的入侵，对被毛稀疏、隔热作用不良的家畜如水牛、猪和剪毛不久的绵羊为害尤大。

据田野观察，在天气炎热时，直接曝晒于阳光下被毛正常的欧洲牛和非洲牛的体温都显著升高，例如在气温为37.8°C的荫蔽下，牛的体温升高0.3°C，而在日晒下升高1.1°C以上。

在高温的荫蔽下，水牛的热调节能力高于黄牛，可是在日晒下则不如黄牛。例如在气温

38—42℃的环境里，未晒太阳前，水牛的体温、呼吸频率和心率都最低，短角牛最高，埃及黄牛居中；当曝晒于阳光下2小时，水牛、短角牛和埃及黄牛的体温分别升高1.8、0.52和0.51%，呼吸频率增加12.8、32.6和6.7%。当移入荫蔽以后，水牛体温很快下降，最后三种牛分别下降2.0、0.52和0.50%，水牛较未曝晒前还低；呼吸频率和心率亦逐渐下降到原来水平。由于水牛被毛稀疏，皮肤粗糙呈灰黑色，隔热作用不良，发射率较大，在日晒下很容易吸收太阳辐射热，而在荫蔽下又易于散热；黄牛被毛较能隔热，但也不利于散热。可见在夏季对水牛的遮阴较黄牛更为重要。

猪对太阳辐射能的作用也很敏感。在气温31.5℃直接曝晒于阳光下经30分钟，体温和呼吸频率都显著上升（表1—3）。黑猪和白猪因皮毛颜色不同，对太阳辐射能的吸收亦不相

表1—3 猪在太阳下经30分钟体温和呼吸频率的变化*

周次	气温 (°C)	湿度 (%)	直肠温度(°C)		呼吸频率(次/分)	
			开始	升高	开始	升高
1	32.2	58	39.3	1.68	78.8	60.5
2	31.1	67	39.0	1.68	56.6	66.5
3	32.8	62	38.7	1.63	60.8	100.0
4	31.1	64	38.8	1.66	42.3	99.0
5	30.0	70	38.6	1.69	30.6	78.4
平均	31.5	65.4	39.0	1.67	57.7	80.4

* 生长期的波中猪和杜洛克猪各4头，体重53—83公斤，每周试验一次，经5周。

(据Pond等, 1974, Swine Production in Temperate and Tropical Environments, p.477)

同。在8月份炎热的白天，气温37℃，黑猪和白猪同在太阳下曝晒1小时，黑猪皮肤温度升高到41.1℃，白猪升高到39.8℃，但白猪皮肤大部分受到严重的损伤，黑猪则否。表明黑色皮肤在日晒下不利于热调节，但能防止紫外线的伤害。

四、太阳辐射（光照）对生殖的影响

太阳辐射能促进动物的各种生理活动，其中之一即为季节性的性活动。春夏配种的动物，是由于日照的增长和温度的升高，刺激其生殖机能；秋冬配种的动物，是在日照缩短和温度下降时促进其性活动。前者如马、驴、雪貂、野猪和一般食肉、食虫兽以及所有的鸟类，通常称为“长日照动物”；后者如绵羊、山羊、鹿和一般野生反刍兽，通常称为“短日照动物”。

形成动物季节性性活动的原因是相当复杂的，最引人注意的是光照、温度和营养，其中以光照的刺激起主导作用。

现在已有大量的资料证明，利用人工光照处理，可以改变家畜的季节性性活动，例如在春季将光照逐渐缩短至与秋季相同，可使本来为秋季发情的绵羊在春季配种，秋季产羔；将原居北半球的绵羊运往南半球，其繁殖季节逐渐适应南半球的光周期变化，反之亦然。

(一) 公畜 有季节性性活动的家畜，在公畜方面并不像母畜那样有严格的季节限制，例如公羊、公马全年都可采得精液，但在配种季节，其精液质量显著提高，性欲也特别旺盛。

在自然条件下，一般公羊的精液质量在秋季日照缩短时（秋分）最高。如果人为地增加秋季光照量，能使其性活动及精液质量发生改变，例如在澳大利亚对美利奴公羊进行周年的异常光照试验，这些公羊在2—4月间（南半球的秋季）精子活力、正常精子百分率、精子密度和精子总数都比自然光照的对照组低。

光照对公羊精液质量的影响，在品种间有很大的差异。在以色列，阿瓦西羊和边区莱斯特羊的精清量及果糖和枸橼酸浓度都在秋季达到最高水平，春季最低；而德国美利奴、考力代和陶塞特有角羊这些指标的季节性变化则较少。

在集约的饲养管理条件下，公羊精子生成的季节性变化较不明显。

与绵羊相反，在春夏长日照时期，公马的精液质量最高，性行为反应非常明显；到秋冬，精子密度、硫组氨酸甲基内盐和枸橼酸浓度均趋下降。在日本，公马的射精量和精液中胶质含量有显著的季节性变化，5—6月份长日照时期，精清量和胶质含量最多，10—1月份几乎不见有胶质，精清量不到5—6月份的1/3。在北半球，自11月份日落后增加5小时的人工光照，能促进公马的性活动和改善精液质量。

牛虽非季节性配种的家畜，但在春季，公牛的繁殖力和精液质量均最高。在美国东北部密执安州的气候条件下，荷兰牛受精力的高峰期在3—4月份，更赛牛的不再发情率在10—11月份最高。夏季因温度太高，冬季日照太短，两个品种的繁殖力都下降。如果在夏秋日照缩短期内，用人工光照逐渐延长到16.5小时，或保持恒定的14.1小时，并增强光照强度，能减轻高温对精液质量的不良影响。

家禽对光照的反应很敏感，在春季光照递增期对公禽的精子生成有促进作用，在秋季递减期则抑制之。春孵鸡的每次射精量、精子密度和精子总数，从当年的12月份到翌年4月份是逐渐增加的，而到暮春和夏季则又减少。火鸡的情况相似，很多1—2岁公火鸡在晚夏和秋季完全没有精子。

（二）母畜 原产高纬度绵羊的性活动显著受日照长度的影响。配种季节通常开始于昼长开始缩短之日。纬度愈高，配种季节愈短。在低纬度的热带和亚热带地区，因为全年日照比较恒定，母羊全年都能发情配种。例如产于英国（高纬度）的母羊，发情百分率与日照长度为负相关，发情高峰期在11—1月份（日照长度在10.5小时以下），一般繁殖季节中期，亦即日照最短之时。而在赤道地区的洛姆尼和汉普夏母羊，全年任何月份都能产羔，但产羔的高峰期在4月和10月份。

在澳大利亚（南纬30.5°的地方），以自然光照（组1，对照）、异常的季节性光照（组2）和模仿赤道光照（组3）研究南丘羊性活动的结果：对照母羊仅限于秋冬发情；人工异常光照的母羊，经过7—8个月的适应后，配种季节几乎完全相反，表明光照长度为控制南丘羊性活动的主要因素，但配种季节并不完全随光照长度的异常变化而变化，温度也起一定作用；在赤道光照下经1年，季节性的性活动消失，母羊发情变为分散，在一年的任何月份都可配种（图1—1），但不适宜的光照和温度环境，能使繁殖力下降。

但有些母羊的性活动又很难与上述说法相符合。我国湖羊虽四季都能发情，但在6月中旬到7月底日照最长、气温最高的时期配种最多。四川会东县的绵羊亦主要在6月份发情，6—7月份配种的占64.68%。某些美利奴羊的性活动是在白昼增长时出现。因此，除光照和温度控制母羊的性活动外，还有其它重要因素，如动物内在的生理规律和配种习惯

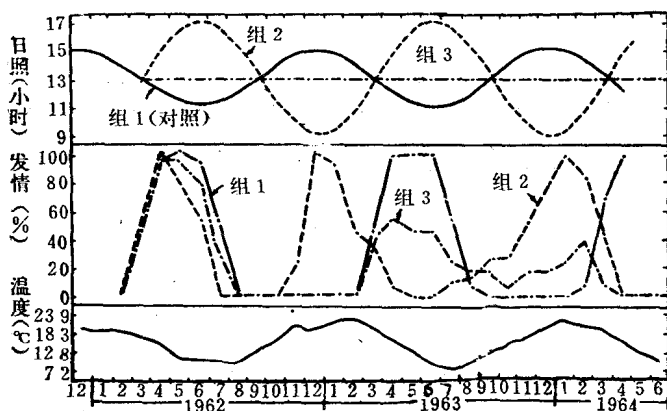


图 1—1 昼长和气温对南丘母羊每月发情率的影响
(据 Thwaites, 1965, J. Agric. Sci., 65:57)

等。

母马一般在春、夏白昼长度增加时发情配种。在冬季日落后对母马增加 5 小时人工光照，能使其卵巢机能提早在 1 月底到 2 月中旬开始活动，较在自然光照下提前 65—80 天。

光照对母牛的繁殖也有一定作用，据加拿大东部和美国纽约州的牛群资料分析，冬季是一年中繁殖率最低的季节，两地母牛的受胎率与日照长度具有高度显著的相关性，受胎的高峰期较日照最长的时间推迟 1—2 个月。在高纬度的阿拉斯加，从 10 月 1 日到 5 月 31 日每天光照时间延长到 14 小时，母牛的受胎率从 48.6% 增加到 53.6%。

但水牛的情况有些不同。据我国江苏盱眙水牛的记录，在 1,626 个发情期中，发情率最高在 9 月份，占全年发情总数的 16.59%，5 月份最低，仅占 3.14%。发情主要在下半年，8—1 月份占 73.49%。在印度，89% 的水牛是在 9—3 月份受胎的。都是在日照较短时期，前者可能还与营养有关；后者可能与气温有关，因为在印度这几个月比较凉快。

家兔终年能繁殖，但在 3—7 月份的长日照时期受胎率最高。

光照对母禽的性成熟、产蛋量和受精率都有显著的影响。在逐渐延长的光照条件下培育的新母鸡（如 12 月份孵化的）较为早熟，开产的日龄较小，但第一个产蛋年的小形蛋的比例较大；反之，在逐渐缩短的光照条件下培育的新母鸡（如 8 月份孵化的），性成熟较晚，开产较迟，但第一个产蛋年生产较多较大的蛋。每日光照 3 小时的母鸡，受精蛋不到 1%，而光照延长到 13 小时的，提高到 93%。这种差异还可能与前者交配时间较少有关。

(三) 光照影响生殖的机制 动物的性活动受垂体前叶内分泌活动的控制，光线通过视神经引起垂体反应。两眼患白内障的雪貂，与切除视神经一样，先停止发情一段时间，以后逐渐发展为本能的性周期。本能的性周期与光周期无关，在该周期内促性腺激素分泌的增加或减少，不受光照长度的影响。如果把动物的双眼蒙住，亦能使光周期的性活动发生混乱。总之，眼睛是光周期性活动的主要感受器，如果把眼睛去掉，让光线射入眼窝，视神经还能起感受作用。

光引起神经冲动传到大脑皮层的视觉中枢，由此刺激丘脑下部，使分泌释放因子，释放