



中等职业教育国家规划教材  
全国中等职业教育教材审定委员会审定

# 养殖场环境 卫生与控制

(养殖专业)

主 编 李蕴玉



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材  
全国中等职业教育教材审定委员会审定

# 养殖场环境卫生与控制

(养殖专业)

主    编    李蕴玉  
责任主审    汤生玲  
审    稿    吴建华    宋金昌



高等教育出版社

# 目 录

|                                     |      |
|-------------------------------------|------|
| 绪论 .....                            | (1)  |
| 一、养殖场环境卫生与控制在畜牧业中的地位和作用 .....       | (1)  |
| 二、养殖场环境卫生与控制的研究内容 .....             | (2)  |
| 三、养殖场环境卫生与控制的研究和学习方法 .....          | (2)  |
| 第1章 空气环境卫生 .....                    | (4)  |
| 第一节 气象因素与畜禽健康和生产力的关系 .....          | (4)  |
| 一、太阳辐射 .....                        | (4)  |
| 二、空气温度 .....                        | (9)  |
| 三、空气湿度 .....                        | (16) |
| 四、气流与气压 .....                       | (18) |
| 五、气象因素的综合作用 .....                   | (19) |
| 第二节 畜舍空气中的有害气体 .....                | (21) |
| 一、氨( $\text{NH}_3$ ) .....          | (21) |
| 二、硫化氢( $\text{H}_2\text{S}$ ) ..... | (22) |
| 三、二氧化碳( $\text{CO}_2$ ) .....       | (23) |
| 四、消除畜舍有害气体的措施 .....                 | (23) |
| 第三节 畜舍空气中的微粒、微生物和噪声 .....           | (24) |
| 一、微粒 .....                          | (24) |
| 二、微生物 .....                         | (25) |
| 三、噪声 .....                          | (26) |
| 复习思考题 .....                         | (27) |
| 第2章 土壤与饲料、水体卫生 .....                | (28) |
| 第一节 土壤与饲料卫生 .....                   | (28) |
| 一、土壤质地、化学组成与畜禽健康 .....              | (28) |
| 二、土壤的污染及卫生防护 .....                  | (31) |
| 三、饲料中的有毒物质、药物、霉菌毒素与畜禽健康 .....       | (34) |
| 第二节 水体卫生 .....                      | (37) |
| 一、水源的选择与防护 .....                    | (38) |
| 二、水体的污染与自净 .....                    | (40) |
| 三、水质的卫生标准 .....                     | (41) |

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| 四、水质卫生评价指标 .....              | (42) |
| 五、饮用水的净化与消毒 .....             | (46) |
| 复习思考题 .....                   | (49) |
| <b>第3章 养殖场的设置</b> .....       | (50) |
| 第一节 工艺设计 .....                | (50) |
| 一、养殖场的性质和规模 .....             | (50) |
| 二、主要生产指标 .....                | (50) |
| 三、畜禽组成及周转 .....               | (51) |
| 四、饲养管理方式 .....                | (51) |
| 五、卫生防疫制度 .....                | (51) |
| 六、畜牧兽医技术参数与标准 .....           | (51) |
| 七、畜舍的样式和主要尺寸 .....            | (51) |
| 八、附属建筑及设施 .....               | (52) |
| 第二节 场址选择 .....                | (52) |
| 一、地形、地势 .....                 | (52) |
| 二、土壤 .....                    | (52) |
| 三、水源 .....                    | (53) |
| 四、社会联系 .....                  | (53) |
| 第三节 场地规划与建筑物布局 .....          | (53) |
| 一、场地规划 .....                  | (54) |
| 二、建筑物布局 .....                 | (56) |
| 三、养殖场总体平面布置 .....             | (59) |
| 第四节 养殖场公共卫生设施 .....           | (60) |
| 一、场界与场区 .....                 | (60) |
| 二、消毒设施 .....                  | (61) |
| 三、积粪场(池) .....                | (61) |
| 复习思考题 .....                   | (61) |
| <b>第4章 畜舍空气环境的改善与控制</b> ..... | (62) |
| 第一节 畜舍的基本结构与作用 .....          | (62) |
| 一、地基与基础 .....                 | (62) |
| 二、墙 .....                     | (62) |
| 三、屋顶 .....                    | (64) |
| 四、门、窗 .....                   | (65) |
| 五、地面 .....                    | (65) |
| 第二节 改善和控制畜舍环境的卫生措施 .....      | (65) |
| 一、畜舍的保温防寒与隔热防暑 .....          | (65) |
| 二、畜舍的通风换气 .....               | (70) |
| 三、畜舍的采光与照明 .....              | (77) |
| 四、畜舍的排水及粪尿的清除 .....           | (81) |

|                |        |
|----------------|--------|
| 五、垫草的使用 .....  | ( 82 ) |
| 六、畜禽饲养密度 ..... | ( 84 ) |
| 复习思考题 .....    | ( 87 ) |

|                          |         |
|--------------------------|---------|
| <b>第5章 养殖场环境保护</b> ..... | ( 88 )  |
| 第一节 养殖场的环境污染 .....       | ( 88 )  |
| 一、养殖场废弃物及危害 .....        | ( 88 )  |
| 二、畜牧生产污染环境的原因 .....      | ( 90 )  |
| 第二节 养殖场废弃物的处理与利用 .....   | ( 90 )  |
| 一、粪尿的无害化处理与利用 .....      | ( 91 )  |
| 二、污水的处理与利用 .....         | ( 93 )  |
| 第三节 养殖场的环境管理 .....       | ( 98 )  |
| 一、绿化环境 .....             | ( 98 )  |
| 二、恶臭的消除 .....            | ( 99 )  |
| 三、尸体处理 .....             | ( 100 ) |
| 四、防鼠灭虫 .....             | ( 100 ) |
| 五、消毒 .....               | ( 101 ) |
| 第四节 养殖场环境监测 .....        | ( 103 ) |
| 一、环境监测的目的和任务 .....       | ( 103 ) |
| 二、环境监测的内容 .....          | ( 103 ) |
| 三、环境监测的一般方法 .....        | ( 104 ) |
| 复习思考题 .....              | ( 105 ) |

|                                |         |
|--------------------------------|---------|
| <b>实验实训</b> .....              | ( 106 ) |
| 实验实训 1 空气环境气象指标的测定 .....       | ( 106 ) |
| 实验实训 2 畜舍中有害气体的测定 .....        | ( 116 ) |
| 实验实训 3 畜舍采光的测定与计算 .....        | ( 120 ) |
| 实验实训 4 饲料中亚硝酸盐的测定 .....        | ( 121 ) |
| 实验实训 5 饲料中几种农药污染的定性检查 .....    | ( 123 ) |
| 实验实训 6 水质卫生指标检查 .....          | ( 125 ) |
| 实验实训 7 饮水氯化消毒有关指标的检验 .....     | ( 130 ) |
| 实验实训 8 养殖场设计图的识别 .....         | ( 132 ) |
| 实验实训 9 养殖场及畜舍常用消毒液的配制和消毒 ..... | ( 134 ) |
| 实验实训 10 养殖场环境卫生调查 .....        | ( 137 ) |

|                     |         |
|---------------------|---------|
| <b>主要参考文献</b> ..... | ( 139 ) |
|---------------------|---------|

# 绪 论

## 一、养殖场环境卫生与控制在畜牧业中的地位 and 作用

养殖场环境卫生与控制是研究外界环境因素影响畜禽健康和生产性能的基本规律,及依据这些规律,制定利用、保护和改善环境措施的一门学科。其目的在于为畜禽创造适宜的生活和生产环境,以保持畜禽健康,预防疾病,提高畜禽生产力和降低生产成本,充分发挥畜禽的利用价值,来满足人民生活 and 轻工业原料日益增长的需要。

畜禽的外界环境可以分为自然环境、生物环境 and 人为环境。自然环境包括空气、水、土壤等三要素构成的整体;生物环境包括动物、植物 and 微生物;人为环境包括养殖场建筑物与设备、饲养管理条件、选育方法等,即与畜禽生活 and 生产有关的一切外界条件,均属环境。

外界环境是畜禽的生存条件,畜禽与外界环境经常进行着物质交换 and 能量交换,并依赖外界环境而生长、繁殖 and 生产各种产品,通过接受外界环境的刺激,增强体质 and 提高生产力。例如,在一般天气条件下,适度的太阳辐射具有促进新陈代谢、加强血液循环、增进健康 and 调节钙、磷代谢等作用,因而常利用日光来预防 and 治疗疾病。

随着畜牧生产的迅速发展,集约化程度的不断提高,畜禽的生活环境发生了重大改变。当环境的变化处于畜禽的适应范围之内时,畜禽可通过自身的调节而维持机体平衡,因而能保持正常的生长发育 and 生产。若环境因素的变化超出了适应范围,畜禽机体就必须动员体内防御能力,以克服环境带来的不良影响,使机体仍能保持体内平衡,这种对不良环境的反应过程,就是应激反应。

不同学科常从各自的研究领域对应激进行描述。从养殖场环境卫生与控制的角 度,应激是指畜禽为克服环境和管理上的不利影响,在生理上 or 行为上做出反应的过程。环境因素作用于动物机体时,可产生两种反应:一种是特异性反应,即不同的环境刺激产生不同的反应,如低温引起冻伤;另一种是非特异性反应,即各种环境刺激都能引起相同的反应,如以交感神经兴奋、垂体前叶 and 肾上腺皮质激素增多为主的神经-内分泌机能活动。应激的目的是为了克服应激因素的危害,维持体内平衡,所以,它是一种适应性机制,一种非特异性防御反应。如刺激过强 or 作用时间过长,机体就会逐渐失去应付能力,从而出现衰竭现象,陷入病理状态。故应激的整个发展过程和最后的结果,被称之为全身适应综合症(GAS)。例如,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。其他如空气、饮水、饲料、畜舍等,都是畜禽生活不可缺少的物质条件,它们一旦被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,如果污染物超过一定的浓度后,就有可能使畜禽直接或间接地引起毒害 or 疾病。特别是被污染的畜产品,会通过食物链进入人体,危害人类健康。

可见,环境对畜禽的影响非常大。畜禽的每一个生理阶段,每一个生产过程,每一项生产指标,都时时刻刻受着环境的影响。大量研究 and 事实证明,畜禽生产力 10%~30% 取决于品种,40%~50% 取决于饲料,20%~30% 取决于环境。如果不能为畜禽提供适宜的环境条件,不仅优

良品种的遗传性能不能充分发挥,完善的配合饲料不能有效地转化,而且往往成为引发或加重疾病的诱因。也就是说,适宜的环境是实现畜牧生产现代化和获得畜牧生产高效益的物质基础与基本保证。畜牧业生产集约化程度愈高,环境的制约作用愈大。过去,由于科学发展水平的限制,人们对畜禽环境的重要性认识不足,长期以来在畜牧业中多强调遗传育种和饲料营养的重要性,而忽略了对环境问题的注意,因此常常因为环境不良使畜禽生长缓慢,发病率高,生产力低下。20世纪50年代以后,随着科学技术的迅猛发展,人们懂得了遗传潜力和饲养效力的发挥离不开环境,开始采取有效措施来控制 and 改善环境。例如,湿帘降温与纵向通风相结合,基本上可确保高温季节畜禽的正常生产。现在,人们已经普遍认识到,品种、营养、环境和疾病是影响畜牧业发展的四大因素。

## 二、养殖场环境卫生与控制的研究内容

畜禽生活的整个环境包括空气、水、土壤、饲料、养殖场和畜舍等。因此,养殖场环境卫生与控制研究的内容有下述几个重要方面:

(1) 养殖场气象因素如太阳辐射、空气温度、空气湿度和气流等如何单独或综合地影响机体的热调节过程,进而对畜禽的健康和生产力产生影响;畜舍空气中的有害气体、微粒和微生物对畜禽的危害及其控制措施。

(2) 土壤、饲料和水源对畜禽健康和生产力的影响及其污染的来源和防治污染的措施。

(3) 在兴建养殖场时,应如何从场址选择入手,进行养殖场场地规划和建筑物合理布局,并注意养殖场场内的卫生设施,使整个养殖场符合环境卫生要求。

(4) 畜舍环境控制可通过畜禽的保温隔热、通风换气、采光照明与排水系统的设计,配合日常的精心管理,创造最适于畜禽生理和生产的环境。

(5) 研究养殖场的环境保护,妥善处理 and 利用畜禽粪尿和污水,防止畜产公害,并进行养殖场的环境卫生监测。

总之,养殖场环境卫生与控制是一门综合性很强的学科,所涉及的范围非常广泛,和它有联系的学科也很多。它必须以许多理论学科,如物理、化学、微生物学、生理学等为基础,同时又与许多专业课有着密切的联系。

## 三、养殖场环境卫生与控制的研究和学习方法

(1) 调查研究法。通过调查研究外界环境因素的性质、数量、变化规律及对畜禽健康和生产力的影响,发现并掌握规律。要注意结合当地的气候特点,调查畜牧生产环境现状和生产中存在的问题,探讨针对性的解决方案。

(2) 实验研究法。在实验条件下,模拟某种环境因素,观察它对畜禽的急性与慢性影响,探求改善和预防的措施。如使用人工气候室,以模拟气象因子对畜禽健康和生产力的影响。近年来研究环境污染物对机体的危害作用,广泛采用环境毒理学方法,它以动物实验的手段,研究环境中各种化学因素进入机体的途径、急性和慢性的毒理作用以及有效防治的方法。

(3) 环境监测法。使用监测仪器对养殖场和畜舍内环境进行系统监测,采集样本进行实验室定性或定量分析,对环境质量作出正确评价。环境监测也包括对环境污染的监测,如对大气、水体、土壤等进行定期监测,以便及时反映外界环境状况,采取必要的防范措施,确保环境质量符

合养殖场环境卫生与控制标准。

我们在学习本课程时,应结合以前学过的数、理、化、生物的基础知识,运用本课程的理论知识与实验手段,积极发现身边的畜禽饲养环境中存在的问题,并试着寻求解决的办法,这样才能融会贯通,真正将知识转变为技能,转化成财富,服务于畜牧业生产,服务于人类社会。

养殖场环境卫生与控制是一门新兴边缘学科,属于环境科学范畴。环境科学是人文学科和多种自然学科的交叉学科。地球生物的生息,人类社会的发展,都离不开环境,忽视对环境的保护,生命就会受到威胁,人类社会就会出现危机,这是有目共睹的事实。因此,我们必须从更高的角度重视环境,加强环境科学在养殖专业上的作用和地位,自觉地利用所学的知识去改善畜禽的生活、生产环境,为促进畜牧业的可持续发展作出应有的贡献。

# 第1章 空气环境卫生

空气是畜禽赖以生存的重要环境之一。其中气象因素,如光照、温度、湿度、气流等,对畜禽具有重要的影响。除气象因素外,空气中的化学成分、有害气体、微粒、微生物及噪声也是畜禽空气环境的重要组成部分,它们通过不同的途径作用于畜禽,影响畜禽的健康和生产力。

## 第一节 气象因素与畜禽健康和生产力的关系

地球表面包围着一层很厚的空气,称为大气。大气随海拔高度的增加而逐渐变稀薄。大气由于物理特性不同分三层,即对流层、平流层和电离层。其中靠近地球表面密度最大的一层称为对流层。对流层的厚度在赤道上高达15~17 km,在两极7~9 km。气温随对流层高度增加而降低,平均每上升0.1 km,温度下降0.6℃。对流层集中了整个大气质量的四分之三和几乎全部的水汽量。一切天气现象都在对流层中发生。进入空气中的污染物绝大部分也在此层活动。所以,它与畜禽的关系最为密切。

气象是指对流层中发生的冷、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叫气象因素,包括太阳辐射、气温、气湿、气流(风)、气压、云量和降水等。这些因素之间存在着极其密切的关系,并且相互影响。气象因素在一定地区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。小气候是由不同性质的地表或生物活动区域所形成的小范围内的气候特征,如温室、车间、畜舍的小气候。

气象因素是影响畜禽生长的重要环境因素。它可通过不同的途径对畜禽发生作用,其中最主要的是直接影响畜禽的体热调节,从而影响畜禽的健康和生产力。此外,气象因素还可通过影响植物的生长和季节性供应,以及寄生虫和其他疾病的发生与传播,间接地对畜禽的健康和生产力发生作用。

气象因素对畜禽健康和生产力的影响,因畜禽的种类、品种、个体、年龄、性别、被毛状态以及畜禽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。

### 一、太阳辐射

太阳以电磁波的形式向周围辐射能量,称为太阳辐射。太阳辐射是地球表面上热能的主要来源,如果没有太阳辐射的光和热,就不可能有生命。大气中所发生的各种物理过程都是直接或间接由太阳辐射引起的。因此,太阳辐射直接或间接影响着动、植物有机体的生命活动和天气、气候的变化。

#### (一) 太阳辐射强度及光谱

1. 太阳辐射强度 据物理学家研究,太阳是一个巨大的热核反应器,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  $3.3494 \times 10^{26} \text{ J/s}$  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。

太阳辐射的强弱,用太阳辐射强度表示,它是单位时间垂直投射在单位面积上的辐射能,即  $\text{J}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 。大气层上界在日地平均距离时的太阳辐射强度,称为太阳常量,我国采用的数值为  $8.29 \text{ J}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 。

太阳辐射通过大气层时,大约有 43% 因反射和散射而返回宇宙空间,有 14% 被大气层吸收,剩下的 43% 中有 27% 以直射辐射形式到达地面,另 16% 以散射辐射形式到达地面。可见,地面所能得到的太阳辐射强度,远低于太阳常数,其数值的大小除受天气状况影响外,还与太阳高度角(太阳光线与地平面之间的最小夹角)有关。太阳高度角大,太阳辐射到达地面所需经过的大气层比较薄,被反射、散射和被云雾、水汽等吸收的部分减少,因而地面得到的辐射量就比较多;相反,太阳高度角小时,太阳辐射通过的大气层厚度增大,地面得到的辐射量就比较少。太阳高度角决定于纬度、季节和一天的不同时间。在同一时间,低纬度地区太阳高度角大,高纬度地区太阳高度角小;在同一地点,夏季太阳高度角大,冬季太阳高度角小,中午太阳高度角大,早晨和傍晚太阳高度角小。太阳辐射强度最高值均出现在当地时间的正午。

掌握太阳辐射强度等资料,对确定牲畜建筑物朝向和遮阳、隔热的合理设计均有一定的参考价值。

2. 太阳辐射光谱 太阳辐射的电磁波波长范围为  $4 \sim 300\,000 \text{ nm}$ 。其中  $760 \sim 400 \text{ nm}$  这一段,人的肉眼可以看见,称为可见光。可见光通过三棱镜可被分解为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七色。波长较可见光长的是红外线;较可见光短的是紫外线。各波段的波长见表 1-1。

表 1-1 太阳辐射的光谱

| 辐射种类 | 波长/nm       |
|------|-------------|
| 红外线  | 300 000~760 |
| 可见光线 | 760~400     |
| 红    | 760~622     |
| 橙    | 622~597     |
| 黄    | 597~577     |
| 绿    | 577~492     |
| 青    | 492~480     |
| 蓝    | 480~455     |
| 紫    | 455~400     |
| 紫外线  | 400~4       |

到达地面的太阳辐射,不仅辐射强度已减弱,而且光谱也有了很大变化。其中变化最大的是紫外线,波长短于  $290 \text{ nm}$  的紫外线已全部被臭氧层所吸收。如果没有臭氧层,则地球上不可能有生命,臭氧层一旦被破坏,地球上的生命将受到极大的伤害;紫外线中波长短于  $300 \text{ nm}$  的也不能通过含灰尘多的大气;短于  $320 \text{ nm}$  的则不能通过普通玻璃。红外线有很大一部分被空气中的水汽和二氧化碳所吸收。

## (二) 太阳辐射对畜禽的主要作用

太阳辐射对畜禽的作用,决定于太阳辐射强度、被机体吸收的程度和所引起的生物化学作

用。在太阳辐射的光谱中,可见光经视神经作用于机体,将影响机体的生理过程,改变物质代谢,改善畜禽的一般感觉。

太阳辐射作用于畜禽时,只有被机体吸收的部分,才对机体起作用。由于光波波长不同,太阳辐射在机体组织中被吸收的情况也不一样。波长较短的紫外线大部分在表皮处被吸收,只有极少部分能达到真皮的乳头层和表面的血管组织。随着波长的增加,光线透入组织的深度也逐渐增加,以红光和其相近的红外线透入最深,可达数厘米。当红外线波长进一步增加时,却又开始在组织的表层被吸收。

太阳辐射被畜禽组织吸收的光能可转变为各种形式的能量,并产生不同的效应。红光或红外线被组织吸收后主要是产生光热效应,即将光能转变为热能,使组织温度升高,提高机体的代谢;光的短波部分,尤其是紫外线被组织吸收后除部分转变为热能外,还能产生光电和光化学效应,影响组织细胞的生命活动或刺激神经感受器引起全身反应。

1. 紫外线的作用 紫外线对畜禽的作用,与波长有关。因此,一般将紫外线分为三段:A段,波长320~400 nm,生物学作用较弱;B段,波长275~320 nm,生物学作用很强;C段,波长275 nm以下,生物学作用非常强烈,对细胞有巨大杀伤力。

**杀菌作用** 紫外线被细菌吸收后,透入细胞核引起光化学分解,使单核苷酸受到破坏,蛋白质变性、凝固,细菌因而死亡。紫外线杀菌作用决定于波长、强度、作用时间以及微生物的抵抗力。波长较短的紫外线杀菌效果较好,其中以253 nm为最强,对某些病毒(如流感病毒)及毒素亦有破坏作用。但只有当细菌或病毒在空气中或在物体浅表面时方有杀灭效果。因此,在应用紫外线消毒物体时,必须首先把物体洗净。紫外线杀菌作用多用于手术室、消毒室或畜舍内的空气消毒,也可以进行饮水消毒和临床上治疗表面感染。

**抗佝偻病作用** 紫外线照射使动物皮肤中的7-脱氢胆固醇转变成维生素D<sub>3</sub>,最大转换效率出现在283 nm和295 nm;使植物和酵母中的麦角固醇转变为维生素D<sub>2</sub>,最大转换效率出现在284 nm。维生素D的主要作用是促进动物肠道对钙的吸收,保证骨骼的正常发育。

当缺乏紫外线照射时,维生素D<sub>2</sub>和D<sub>3</sub>的合成受阻,动物对钙的吸收减少,血中无机磷含量降低,导致钙、磷代谢紊乱,钙在骨骼中的沉着发生障碍,引起骨骼钙化不全,幼畜出现佝偻病,成畜表现软骨症。家畜白色皮肤的皮层较黑色皮肤易为紫外线穿透,因而形成维生素D<sub>3</sub>的能力较强。因此,在相同饲养管理条件下,一旦饲料中缺乏维生素D时,则黑皮肤的家畜较白皮肤的家畜易患佝偻病或软骨症。

为防治佝偻病或软骨症而对家畜进行紫外线照射时,必须选用波长283~295 nm的紫外线,不可用一般杀菌灯来代替。

**红斑作用** 在紫外线照射下,皮肤出现潮红现象,称红斑作用,这是皮肤对紫外线照射后的特异反应。一般经照射后6~8小时的潜伏期出现,红斑部位的皮肤隆起,边缘整齐。

红斑作用可以用红斑剂量单位来表示。通常以波长297 nm的红斑灯,功率在1 W的辐射强度为一个红斑剂量,这相当于皮肤经紫外线照射后,在一定时间内出现刚刚可辨认的第一度红斑。在实际应用紫外线对畜禽进行照射时,应先进行试验性测量红斑生物学剂量,以掌握适宜的照射功率。

**色素沉着作用** 色素沉着是在太阳辐射的紫外线、可见光、红外线几种光谱的共同作用下,皮肤颜色变深的现象。皮肤的色素沉着可增强皮肤对紫外线的吸收能力,防止大量的光辐射透

人深部组织造成伤害。

**增强免疫力和抵抗力** 紫外线的适量照射,可刺激体液和细胞免疫活性,加强机体的免疫反应,增强机体对感染的抵抗力。

鉴于紫外线的以上作用,在畜舍设计时,应合理地确定畜舍的方位、各建筑物之间的距离,以保证畜舍有充分的直射阳光;在管理上,要保证家畜有一定的舍外逗留与运动时间,使家畜接受日光的照射。冬季到达地面的天然紫外线仅是夏季的1%,更应补充人工紫外线照射,以促进幼畜的生长发育,提高鸡的产蛋率。

过量的紫外线照射能对机体产生有害作用。强烈的紫外线照射可使皮肤发生光照性皮炎,皮肤上出现红斑、瘙痒、水泡和水肿等症状,甚至会使皮肤基层的基底细胞肿胀,引发皮肤癌。照射眼睛可引起光照性眼炎,表现为眼痛、流泪、羞明等症状。紫外线与某些光敏物质的联合作用,可引起光敏性皮炎。如果动物体内含有某些光敏物质,如采食含有叶红质的荞麦、三叶草、苜蓿等植物,或机体本身产生了异常代谢物,或感染病灶吸收了毒素等,在受到紫外线照射时,就能引起皮肤炎症或坏死,特别是白色皮肤及少毛、无毛部位尤为严重。这种现象多见于猪和羊。

**2. 红外线的作用** 适量的红外线照射可使局部组织温度升高,血管扩张,从而促进血液循环,物质代谢加速,细胞增生,有消炎、镇痛和降低血压及神经兴奋性的作用。因此,在畜牧生产中,常用红外线灯作为热源,对雏鸡、仔猪、羔羊进行照射,不仅可以御寒,而且可以改善机体的血液循环,促进生长发育。在医学上,可利用红外线治疗冻伤、某些慢性皮肤疾患和神经痛等疾病。

过度的红外线照射可使热调节发生障碍。这时机体将以减少产热,并重新分配产热(皮肤的代谢升高,内脏的代谢降低)来适应新的环境。由于内脏血液量减少,使胃肠道对特异性传染病的抵抗力下降。过强的红外线作用于皮肤时,皮肤温度可升高到40℃或更高,皮肤表面发生变性,甚至形成严重烧伤。波长760~1 000 nm的红外线能穿透颅骨,使脑内温度升高,引起日射病。波长1 000~1 900 nm的红外线长时间照在眼睛上,可使水晶体及眼内液体的温度升高,引起羞明、白内障、视网膜脱落等眼睛疾病,多见于马属动物。因此,在夏季户外长时间使役时,应注意保护其头部和眼睛。

**3. 可见光的作用** 可见光通过视觉器官影响畜禽的生理机能,其生物学效应与光的波长、光的强度和光周期有关。

**光的波长(光色)** 光波长对畜禽有影响。例如有人研究光色对鸡的恶癖发生率的影响,发现在黄光、青光下,常易发生恶癖;橙光、红光下,啄癖发生率很低(表1-2)。因此在养禽业中常用红光来防止鸡的啄癖。

表 1-2 光色与鸡的恶癖发生率的关系

| 光 色     | 青    | 绿 | 黄    | 橙   | 红 |
|---------|------|---|------|-----|---|
| 恶癖发生率/% | 21.5 | 0 | 52.0 | 0.5 | 0 |

有试验证明,鸡在红光下比较安静,啄癖极少,成熟期略迟,产蛋量稍有增加,蛋的受精率较低;在蓝光、绿光或黄光下,鸡增重较快,成熟较早,产蛋较少,蛋重略大。

**光照度** 鸡对可见光的感受阈很低。试验证明,当亮度较低时,鸡群比较安静,生产性能和饲料利用率均较高;若光照过强时,容易引起啄癖和神经质;如果突然增加光照,还易引起母鸡的泄殖腔外翻。因此,无论对肉鸡或蛋鸡,光照度均不能过高。一般蛋鸡和种鸡光照度可保持在

10 lx,肉鸡 5 lx 即可。

其他家畜对光照的反应阈较高。试验证明,暗光下(5~10 lx),公猪和母猪生殖器官的发育较正常光照下的猪差;仔猪生长缓慢,成活率降低;犊牛的代谢机能减弱。因此,一般认为,生长期的幼畜和繁殖用的种畜,光照度应较高,公母猪舍、仔猪舍以 60~100 lx 为宜。肥育家畜,过强的光照会引起神经兴奋,减少休息时间,增加甲状腺的分泌,提高代谢率,从而影响增重和饲料利用率,因此应减弱光照度。肥育猪舍、肉牛舍的光照度以 40~50 lx 为最好。

**光周期** 在自然条件下,可见光对动物最明显的影响表现在繁殖性能上。由于光照的季节性变化,许多动物的繁殖活动具有规律性变化。春夏季节的日照时间逐渐延长,环境温度也逐渐升高,一些动物如马、驴、野生食肉动物、食虫动物及鸟类等的性机能活动旺盛,开始表现发情、交配、生育,这些动物称之为长日照动物;而另一些动物如绵羊、山羊、鹿及野生反刍动物等则在秋冬季节即日照逐渐缩短和温度下降时进行交配,称之为短日照动物。高纬度地区由于光照的年周期变化较低纬度地区明显,动物繁殖的季节性亦更加明显。赤道地区因光照的年周期变化不明显,动物繁殖也就没有明显的季节性。此外,也有些动物(牛、猪、兔)对光周期不敏感,全年都能配种。

鸡对光周期非常敏感。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,开产的日龄较早,但第一个产蛋年小形蛋的比例较大;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,有利于鸡的生长发育,会提高成年后的产蛋率,增加蛋重。

已经达到性成熟的鸡,延长光照则产蛋量增加,缩短光照则产蛋量减少,甚至停产。如在自然条件下,冬末春初,日照时间增加,鸡的产蛋量也逐渐增加,到初夏产蛋率达高峰。夏季高温,鸡对光的敏感性减弱,产蛋量下降。秋季日照缩短,因换羽及营养不良而使鸡产蛋减少。冬季则产蛋停止。鸡产蛋的季节性变化主要与日照的长短有关,气温和营养也起一定的辅助作用。据试验发现,成年鸡每日光照少于 10 小时,产蛋量就会下降,光照降至 8 小时以下,产蛋就完全停止。每日 10~12 小时光照即可刺激产蛋,延长光照可使产蛋量进一步增加,但超过 17 小时,产蛋量反而减少,故蛋鸡舍的光照时间以 14~16 小时为宜。现代化的养鸡场,目前已普遍采用人工光照的方法来控制光照周期,进而控制鸡的性成熟和产蛋量。

绵羊是短日照动物,在北半球,每年秋季发情配种,春季产羔。通过人工控制光照,每年可发情 2 次,一年能产羔 2 次或两年产羔 3 次。

光照时数对畜禽的生长、肥育也有一定影响,其中以在肉鸡方面所做的工作较多。总的说来是持续光照比自然光照好。

哺乳动物的产乳量呈现季节性变化,一般是春季最多,5~6 月份达到高峰,7 月份大幅度跌落,10 月份又慢慢回升。这与牧草荣枯和温度高低有着直接关系,但光照时数的变化也是重要原因。

羊毛的生长也有明显的季节性,一般都是夏季生长快,冬季生长慢。已有试验证实,用人为方法逐渐缩短光照时数,可使羊毛的生长速度减慢;逐渐延长光照时数则可使之加快,而且这种变化与温度无关。

动物被毛的成熟也与光照有密切关系,这在毛皮兽中十分明显。秋季光照时数日渐缩短,动物的皮毛随之逐渐成熟。到了冬季,皮毛的质量达到优质。

畜禽的被毛,每年在一定季节内脱落更换,这一现象同温度固然有一定的关系,但主要因素是光周期的变化。例如,在自然条件下,鸡是每年秋季(即光照缩短的情况下)换羽。当前许多养鸡场对成年母鸡实行 14~16 小时的恒定光照制,因光周期没有变化,鸡的羽毛一直不能脱落更换。因此,生产中用缩短光照等措施使鸡换羽。

## 二、空气温度

空气温度是表示空气吸收或释放热量能力的物理量,气温的高低取决于空气所含可感热的多少。

### (一) 大气热量来源与温度变化

1. 大气空气温度 大气中的热量来源于太阳辐射。经过大气减弱后到达地面的太阳辐射能,除被地面反射掉一部分外,其余被地面吸收,使地面增热。地面再通过辐射、传导和对流把热传导给空气,这是空气热量的主要来源。此外,当太阳辐射通过大气时,也有部分辐射能被大气吸收,但对空气本身的增热作用很小,仅能使空气温度升高  $0.015\sim 0.02^{\circ}\text{C}$ 。

太阳辐射因纬度、季节和一天的不同时间而不同,某一地区的空气温度亦随时间的变化发生周期性的变化。在一天中,日出之前气温最低,14:00 左右最高。一天中的气温最高值和最低值之差称为气温日较差。气温日较差的大小与纬度、季节、海拔和植被等有关。我国幅员辽阔,气温日较差各地不同,但总的趋势是从东南向西北递增。一年中,一般是 1 月份气温最低,7 月份气温最高,最热月的平均气温与最冷月的平均气温之差称为气温年较差。气温年较差的大小受纬度、距海的远近、海拔高低、云量和雨量等诸因素的影响。我国南北气温在 1 月份相差很大,平均纬度每向北增加  $1^{\circ}$ ,气温下降  $1.5^{\circ}\text{C}$ ;而 7 月份则南北普遍炎热,从广州到河北省北部,平均气温都在  $28^{\circ}\text{C}$  左右,说明夏季温度与纬度的关系很小,而与地势高低和距海远近关系较大。因此,我国各地气温年较差随纬度升高而加大。

气温除上述周期性变化外,还有非周期性变化。这种变化是由大规模的空气水平运动所引起的,如春季气温升高后,常因北方冷空气入侵,突然下降;秋末冬初气温下降后,若从南方流来暖空气,会出现气温陡升现象。

2. 畜舍空气温度 封闭式畜舍具有特殊的舍内环境。舍内空气中的热量,一部分由舍外空气带来,大部分则来自畜体放散的体热。据测定,在适宜温度下,100 头体重 500 kg、平均日产乳量 20 kg 的成年母牛,每小时放散可感热 315 685 kJ。此外,人的活动、机械的运转、各种生产过程的进行也产生一定的热。白天畜禽多处于活动状态,生产过程也较集中,产生的热量多些;夜晚则相反,产生的热量相对较少。

由于上述种种原因,在同一畜舍内,空气温度并不均匀。就垂直方向看,一般是天棚和屋顶附近较高,地面附近较低。这是因为热空气的相对密度小而上升,聚留在天棚和屋顶附近,冷空气的相对密度较大而下沉的缘故。如果天棚和屋顶保温能力强,通过它们散失的热量就比较少,舍内空气的垂直温差随之变小。在严寒的冬季,要求天棚和屋顶的保温能力尽可能强些,减少热量的散失,使天棚和屋面附近与地面附近的空气温度相差不超过  $2.5\sim 3.0^{\circ}\text{C}$ ,或每升高 1 m,温差不超过  $0.5\sim 1.0^{\circ}\text{C}$ 。从水平方向看,靠近门窗和墙壁的地带温度较低,中央较高,畜舍的跨度愈大,这种差异愈显著。实际差异的大小,决定于墙和门窗的保温性能。寒冷季节要求墙内表面

温度与舍内平均温度之差不超过 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ ,墙壁附近的空气温度与畜舍中心温度相差不超过 $3^{\circ}\text{C}$ 。

至于棚舍、开放式和半开放式畜舍,舍内的空气温度与舍外差异不大,并随季节、昼夜和天气而波动。

## (二) 体热平衡

体热平衡是指机体产热与散热两个对立过程的动态平衡。在机体的生命活动中,一切组织细胞随时产生热量,同时,机体又随时以辐射、对流、传导、蒸发四种散热方式,把产生的热量散失到周围环境中去,当产热量与散热量相等时,则体热平衡,体温正常;产热量大于或小于散热量时,则体热平衡被破坏,出现体温升高或降低。

### 1. 产热

**基础代谢产热** 指畜禽在饥饿、休息、温度适宜、消化道没有养分吸收情况下的产热量。也是畜禽的最低产热量。

**体增热** 饥饿动物由于采食而产生的热量叫做体增热或饲料的特种动力作用。

**肌肉活动产热** 动物因起卧、站立、步行、运动、觅食、争斗和劳役等肌肉活动所增加的产热量。

**生产过程产热** 动物的生长、发育、繁殖和生产乳、肉、蛋、毛等畜产品,都会在维持需要的基础上增加产热量,生产性能不同,产热量大小也不同。

总之,畜禽体内的热量是由细胞、器官和组织活动产生的,另外在畜禽的生活环境中,畜禽还可能受到太阳辐射和气温等因素的影响而接受外界环境中的热量,这些由机体产生和自环境所获得的热量,必须及时散发到体外,才能维持机体的热平衡即体温的恒定。

### 2. 散热

**辐射散热** 凡高于 $-273^{\circ}\text{C}$ 的物体均可向周围辐射电磁波,两物体温度不同时,其辐射热交换,高温者失热,低温者得热。在一般情况下,畜体温度高于环境温度(如畜舍空气、墙体及各种设备等的温度),故畜体的辐射热传给低温物体而失热。当环境温度高于畜体温度时(如畜禽在供暖设备旁或暴露于强烈阳光下),则畜体反而得热。

**对流散热** 气温低于畜体温度时,通过空气流动带走畜体体表热量的过程称对流散热。

**传导散热** 指畜体体表将热量传递给与其直接接触的低温物体的过程。畜体表面覆有被毛或羽毛,传导散热时,热量先从体表皮肤传递给被毛层,再传递给与其接触的物体,如地面、空气等,但空气的导热性差,通过空气传导的热量少,畜体的传导散热主要借助于冷凉接触物而散失。

**蒸发散热** 指皮肤和呼吸道表面水分蒸发的散热过程。每克水分的蒸发要吸收 $2.43\text{ kJ}$ 的热量。

皮肤蒸发有两种方式,一种是渗透蒸发,即体表组织的水分通过上皮向外渗透,由皮肤表面蒸发,因为渗透蒸发不见水滴,常称为隐汗蒸发;另一种是显汗蒸发或出汗蒸发,即通过汗腺分泌汗液,汗液在皮肤表面蒸发时带走大量的热。

呼吸道蒸发主要是在畜禽呼吸时,吸入的空气常呈不饱和状态,温度也低于体温,但经呼吸道的加热作用,使该吸入空气的温度升高,从而容纳更多的水汽;呼出的空气达饱和状态,这样,就带走了大量的热量。

综上所述,汗腺不发达或缺乏汗腺的动物,如猪、鸡、狗等,蒸发散热主要依赖于渗透蒸发和

呼吸道蒸发,所以高温时,动物会出现热性喘息,呼吸深度变浅,频率加快,汗腺较发达的动物如马、驴等,在高温时大部分体热都随汗液的蒸发而散失;而牛、羊等动物则是通过出汗和喘气来散失的。

在四种散热方式中,辐射、对流、传导散热合称为非蒸发散热、可感热或显热发散,这部分热能使畜禽环境温度升高。蒸发散热也称为潜热发散或非可感散热,它只能使环境湿度增加。

### (三) 体热调节

在一般情况下,畜禽的体热调节受温度、湿度、气流和辐射综合作用的制约,温度在其中起主导作用,为叙述方便,仅以温度对机体热平衡的影响来阐述畜禽的体热调节。

#### 1. 等热区

**等热区和临界温度** 等热区是指恒温动物主要借物理调节(散热调节)维持体温正常的环境温度范围。当外界气温下降时,机体首先减少体热散失,以免体温下降。这时,体表血管收缩,被毛竖立,汗腺分泌减少,这就是物理调节。如果外界气温继续下降,仅靠物理调节已不能维持正常体温时,则机体将增强代谢,使体热增加,此即化学调节。因气温下降而开始提高代谢率、进入化学调节的外界温度称为下限临界温度,通常称为临界温度。如果气温升高,机体散热受阻,物理调节不能维持体温恒定,体内蓄热,体温升高,代谢率亦因而提高,这种因气温升高而引起代谢率升高的环境温度称为上限临界温度,或过高温。临界温度与过高温之间的空气温度范围即为等热区(图 1-1)。在等热区的下半部偏上尚有一舒适区,在舒适区内畜禽代谢产热量刚好等于散热量,不需要物理调节而能维持体温正常,动物既不感到冷,也不感到热。温度在等热区之上或之下,都将引起冷应激或热应激。

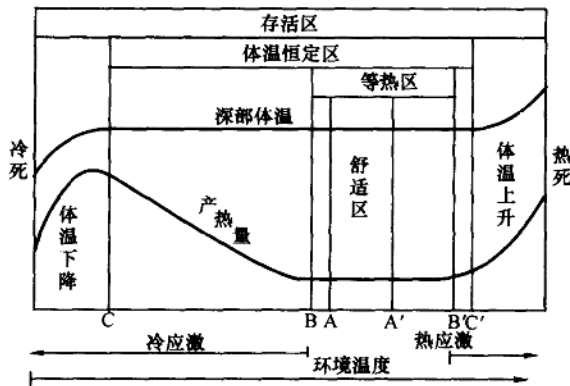


图 1-1 等热区和临界温度

A、A'，舒适区温度起止点；B，下限临界温度；B'，上限临界温度；

C，体温开始下降时的温度；C'，体温开始上升时的温度

**影响等热区和临界温度的因素** 凡影响畜禽产热和散热的一切内在和外界因素,都能影响等热区的宽窄和临界温度的高低。其主要的因素有:

**动物种类** 不同气候区的动物种类或品种,在其系统发育过程中形成了对当地气候的适应,等热区也会有较大差异。一般地说,凡体型较大、单位体重体表面积较小的动物,较耐低温而不

耐热,其等热区和下限临界温度较低。

**年龄和体重** 下限临界温度随年龄和体重的增大而下降。幼年畜禽等热区较窄,下限临界温度较高;成年畜禽等热区较宽,下限临界温度较低。

**皮毛状态** 被毛稠密或皮下脂肪厚的动物,保温性能好,等热区较宽,下限临界温度较低。例如,饲以维持日粮的绵羊,被毛长1~2 mm(刚剪毛时)的下限临界温度为32℃,被毛长18 mm的为20℃,被毛120 mm的为-4℃。

**饲养水平** 畜禽采食后,有饲料的体增热可以用于维持体温。饲养水平愈高,体增热愈多,下限临界温度愈低,等热区也较宽。例如,被毛正常的阉牛,在维持饲养时,下限临界温度为7℃,饥饿时则升高到18℃。

**生产力水平** 伴随泌乳、产蛋、使役、妊娠、生长、肥育等生产过程,畜禽代谢产热增加,故生产力较高的畜禽品种或个体,其下限临界温度较低。

**营养和健康状况** 营养状况好的畜禽等热区较宽,且下限临界温度较低。这是因为营养状况好的畜禽体内储积多,皮下脂肪构成的绝热层可有效地减少散热,从而提高畜禽的耐寒力。患病的畜禽等热区窄而高,不耐寒。在饲养管理中,应特别注意瘦弱患病畜禽的保温防寒。

**管理制度** 由于临界温度都是单个畜禽在实验室的条件下测定的,如果群体饲养,当气温下降时,畜禽相互拥挤,减少散热面积,能显著降低下限临界温度。此外,较厚的垫草或保温良好的地面,都可使下限临界温度降低。

**其他气象因素** 由于临界温度是在无风、无热辐射、湿度适宜的条件下测定的,所测结果不一定适应于自然条件。自然条件下各种气象因素变化,都会影响临界温度的高低和等热区的宽窄。如高温情况下的高湿、低风速会使上限临界温度降低,而在低温情况下的高湿、高风速会使下限临界温度升高,因而会分别降低畜禽的耐热、耐寒力,是生产中应当避免的。与上述相反,高温时的低湿、高风速,低温时的低湿、低风速,可提高畜禽的耐热、耐寒力。

等热区和临界温度在畜牧业中具有重要的实践意义。一般在等热区内,畜禽的生产力、饲料利用率和抗病力都较高,饲养畜禽较为经济。了解影响各种畜禽的等热区或临界温度的因素,为制定不同畜舍的适宜温度和改善饲养管理措施、畜舍建筑的卫生要求都提供了理论依据。

在一般条件下,要将环境温度精确控制在等热区范围内,绝非易事。因此,应当提出一个比等热区稍宽一些的环境温度界限,这一温度范围在一般饲养管理条件下对畜禽生活和生产不至于产生明显影响,不仅在技术上切实可行,而且符合经济要求。表1-3列出了在生产中各种畜禽的环境温度范围,可供修建畜舍和确定饲养管理规范时参考。

**2. 高温时的热调节** 在一般气候条件下,家畜蒸发散热量约占总散热量的25%,家禽约占17%。但随着外界温度的升高,皮温与气温之差减少,非蒸发散热作用逐渐减弱,而代之以蒸发散热,在高温中主要依靠蒸发散热。

**加速外周血液循环** 气温高于上限临界温度继续升高时,畜禽的辐射、传导、对流散热遇到困难,非蒸发散热量减少,畜禽以蒸发散热为主。这时皮肤血管扩张,大量血液流向皮肤,把体内的代谢热带到体表,导致皮温升高,增加了皮温与气温之差,从而可提高非蒸发散热量,但更重要的是,皮肤血管的扩张,增加了血液循环的总容积,血液含水量增加,血液水分很容易渗透到组织和汗腺中,以供皮肤和呼吸道蒸发所需水分,从而加强蒸发散热。