

热应激对母猪生产性能的影响 及缓解热应激的营养方案

钟 辉 彭首策 刘 震 周 颖 刘则学*

武汉中粮肉食品有限公司, 武汉 430200

摘要 热应激是指处于高温环境中的动物机体对热环境所产生的非特异性生理反应的总和。热应激会导致母猪采食量减少, 哺乳性能下降, 哺乳期体重损失增加, 子宫炎、乳房炎、无乳综合征等发病率增加, 死胎率上升, 产仔数减少, 仔猪腹泻率升高、成活率下降等一系列问题, 严重制约了母猪的生产效益。本文主要对母猪热应激产生的原因、危害、防控措施及缓解母猪热应激的营养方案进行概述。

关键词 热应激; 哺乳母猪; 生产性能; 营养方案

1 母猪热应激产生的原因

猪是恒温动物, 对环境温度有一定的适应范围, 当温度过高, 超过母猪适温区上限, 导致机体产热与散热失衡, 产生一系列生理与机能上的不良反应。

母猪热应激产生的原因包括内因与外因, 内因是由于猪的汗腺退化, 皮下脂肪较厚, 难以通过皮肤蒸发来散热; 外因则是由于夏天天气炎热, 我国大部分地区气温均在 30 ℃ 以上, 加之通风不畅、散热不够、饮水不足等。

2 母猪热应激的危害

1) 热应激影响肠道健康。热应激对肠道健康的

影响主要表现为破坏肠道屏障功能、降低部分消化酶活性、影响肠道微生物菌群平衡。热应激导致小肠绒毛顶端上皮细胞凋亡脱落, 各肠段绒毛高度和隐窝深度不同程度降低, 肠黏膜上皮内杯状细胞增多, 肠道黏膜结构造成损伤, 进而增加肠道通透性^[1]。热应激还影响一些消化酶的活性, 如空肠食糜淀粉酶和胰蛋白酶等^[2]。

2) 热应激影响猪体免疫力。热应激破坏肠道屏障结构, 增加内毒素的通透性, 内毒素水平提高 45%, 导致免疫细胞增多, 引起炎症反应, 刺激猪血清中的炎症因子, 如白细胞介素 2、 γ 干扰素、肿瘤坏死因子 α 的产生, 白细胞显著增加, 嗜中性粒细胞比率降低, 嗜酸性、嗜碱性粒细胞以及单核细胞比率

收稿日期: 2017-03-18

* 通讯作者

钟 辉, 男, 1989 年生, 硕士。

公猪太肥会使公猪性欲下降, 还会产生肢蹄病。公猪太瘦则无精神, 四肢软弱, 精液品质不好, 母猪不易受胎。

2) 缺陷。母猪在仔猪阶段选留时看不出缺陷, 到能配种的时候才发现, 母猪塌腭头, 公猪无法自然交配成功, 人工辅助也很困难。

3 饲料的因素

1) 母猪的饲料。按照空怀母猪的配方严格把关,

杜绝霉变原料进场, 自由采食, 添加青绿多汁饲料。

2) 公猪的饲料。选择优质的配方、优质的原料, 以提高公猪的性欲及精液质量和品质, 添加青绿多汁饲料, 配种期每天 2~3 个鸡蛋, 以保证公猪旺盛的性欲。

4 环境的因素

猪舍远离村庄、远离公路, 避免噪音干扰, 朝阳采光。周围 5 km 内无大型污染企业。

显著增加^[3-5]。Ju 等^[6]研究表明,热应激不但增加了猪外周血皮质醇含量和 Toll 样受体 2、Toll 样受体 4 的基因表达水平,提高了血清中炎症细胞因子的含量,显著降低了血球数和粒细胞数,且影响了 CD8⁺ T 细胞数和 CD4⁺ T 细胞与 CD8⁺ T 细胞的比例。此外,热应激还会影响免疫器官的发育。

3)母猪采食量下降。母猪在夏天持续高温的环境下,一方面采食中枢的兴奋受到抑制,维持所需要的能量降低,导致母猪没有采食欲望,采食量降低;另一方面温度升高,机体散热增强,皮肤表面血管膨胀、充血,导致消化道内血流量不足,影响营养物质的吸收,使消化道充盈,影响采食。

Gourdine 等^[7]发现,环境温度高于 18 ℃时,每上升 1 ℃,哺乳母猪平均日采食量(ADFI)大约会降低 215~430 g/d。Quiniou^[8]发现,自由采食量(VFI)与猪的体重(BW,kg),环境温度(T,℃)有相关性,其关系可用曲线表达为: $VFI = -49.052 + 1.213T - 31.5T^2 + 330BW - 0.61BW^2 = -315(T - 19.254)^2 - 0.61(BW - 270.492)^2 + 7.257$ 。为了使自由采食量(VFI)最大化,此公式给定了一个建议值: $T = 19.254$ ℃, $BW = 270.492$ kg。

4)采食量下降的继发危害。

①体力不足,分娩困难。采食量的下降导致母猪的体能储备不足,加之现代饲养模式下,母猪长期处于限位栏,缺乏运动,致使母猪在分娩时没有足够的体力,导致产程过长,甚至难产。

②泌乳减少、仔猪活力不足。热应激时,为增加热量散发,营养分配更多用于血液向全身皮肤流动,而不是供给乳房组织,使得母猪皮肤血流量增大,进入乳腺的血流量减少,合成乳汁的营养成分也随之减少,从而导致泌乳减少。热应激引起母猪采食量下降,导致胎儿发育所需要的微量元素、维生素等生殖营养、免疫营养的不足,使得初生仔猪活力不足。Almond 等^[9]报道,热应激时(28~32 ℃)与适温时相比,泌乳量减少 25%,仔猪增重减少 20%,体重损失增加 2.6 倍。

③仔猪生长速率降低。高温条件下,母猪采食量下降,泌乳量减少,仔猪母乳供应量减少,生长速率必然受到影响。Quiniou 等^[8]研究表明,环境温度在 18~25 ℃时,仔猪生长速度无明显差异,但高于 25 ℃时,随着温度的升高,仔猪生长速度会随之下降,在 27 ℃和 29 ℃时的生长速度分别为 212 g/d 和 189 g/d。

5)影响繁殖性能。母猪繁殖力受多种生理因素的影响,热应激降低了母猪繁殖力。这可能与热应激改变了内分泌系统的正常分泌有关。母猪热应激时,下丘脑促肾上腺素皮质激素释放激素分泌增加,使垂体分泌促肾上腺皮质激素,促使肾上腺皮质激素增加,以对抗热应激。促肾上腺皮质激素分泌的增加反而使下丘脑促性腺激素释放激素分泌的阈值升高,从而抑制垂体前叶分泌促性腺激素(促卵泡激素 FSH、促黄体生成素 LH),使得卵泡发育受阻、排卵减少、黄体 and 孕酮分泌减少,增加了母猪繁殖障碍的可能。同时热应激时外周血液循环加强,身体内部血流量不足,影响蛋白质合成,使胚胎营养不足,也可能导致胚胎存活率下降。

母猪发情间期延长、返情、流产等都会加大母猪的非生产天数,而在夏天高温环境下母猪断奶后掉膘严重、发情延后、返情等现象较为常见。Boma 等^[10]研究表明,在环境平均温度为 37.2 ℃时,母猪断奶后发情间隔为 12.7 d,显著长于平均温度为 25.2 ℃的 7.9 d。刘学剑^[11]报告发现夏季(7~10 月份)断奶后 7 d 发情率 70.6%显著低于其他的 90.7%。朱相如^[12]研究发现夏季(7~9 月份)的平均受胎率为 84.55%,明显低于其他月份的 90.98%。母猪配种后 3 周及分娩前 3 周对热刺激尤为敏感,需做好降温工作。

6)呼吸急促、代谢紊乱。母猪一方面通过降低采食量来减少产热,另一方面通过加强呼吸来散热。猪汗腺退化,皮下脂肪较厚,无法通过出汗经皮肤表面水分蒸发来散热。热应激时,主要依靠呼吸道蒸发散热,表现出张嘴呼吸,呼吸加快变浅,从而引起血液中 CO₂ 排出量增加,储存量减少,使得化学平衡: $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$ 向左移动, H⁺ 和 HCO₃⁻ 减少,从而导致呼吸性碱中毒。

热应激还会引起母猪饮水增加,排尿频繁。大量排尿会引起体液中的钠离子、钙离子随尿液丢失,使细胞内外离子平衡失控,导致电解质平衡紊乱。母猪分娩时,子宫平滑肌的收缩需要钙离子的参与,血液中钙离子不足会引起平滑肌收缩无力,产程延长。

3 母猪热应激的防控措施

1)保证充足卫生的饮水。充足的饮水对于母猪是至关重要的,一方面母猪的采食量与饮水量密切

相关,饮水不足会抑制采食;另一方面通过充足的饮水可以增加排尿,从而带走母猪体内多余的热量。猪饮水量与采食量的比值随环境温度的升高而增加,一般情况下采食量与饮水量之比约为 1:3,高温条件下达(1:4)~(1:5)。保证充足的饮水,同时也要注意以下几点。

①饮水卫生,水是最基本的营养,同时也易带入病原,确保饮水的卫生,检测大肠杆菌等病原微生物是否超标,是减少母猪和仔猪腹泻,保证其健康的必要措施。

②饮水器的位置安放得当,应置于母猪站着采食就易接触的地方。

③饮水的流速适宜,流速过慢造成母猪饮水不足,同时易引起母猪烦躁、影响其食欲,流速过快其冲击力会对母猪造成刺激,也会影响其饮水量。流速应不低于 1 L/min,适宜的流速应为 2 L/min。

④水温适宜,夏天高温环境中,母猪对冷水(10℃)的饮水量比温水的饮水量(26℃)几乎高一倍。室外的饮水系统不能暴露在外,需深埋地下。夏天时的曝晒会造成水温升高,影响猪只饮水;冬天时会造成管道冻结,无法正常供水。

2)采用降温系统。在高温的环境下,需采用不同的降温系统来降低环境温度或母猪体温,以缓解母猪热应激,提高母猪采食量。常用的降温方式包括滴水、喷雾、水帘风机等。滴水降温系统安装在母猪肩部上方,在母猪头部上方及肩部进行低流量滴水降温,滴水流速为 2~3 L/h。滴水降温用于定位栏母猪体表降温,在开放、半开放、封闭猪舍均适用。喷雾降温可降低舍内温度 3~4℃,但喷雾会加大舍内湿度,不宜在封闭舍内采用。封闭舍内最常用的降温方式为水帘风机降温,依靠水分蒸发和通风降温,系统由水帘、风机、循环水路及控制装置组成。

3)加强通风换气、减少阳光直射。通风一方面可以降低舍内湿度,同时带走舍内热量,另一方面可以保证舍内空气流通和新鲜。有研究对不同的通风方式(传统水平通风、垂直通风、地道通风)在降低母猪体温和呼吸率上进行了比较,表明地道通风效果最佳,传统水平通风效果最差。猪舍建造时,房顶采用白色的建筑材料,以反射阳光,减少热量吸收,从而降低舍内温度。还可以在猪场内多植树,美化环境、清新空气、减少辐射。

4)合理安排饲喂。

①改变饲喂时间。母猪消化会产生热量,动物一般在采食后 1~2 h 达到产热高峰。夏天高温条件下,母猪的采食高峰在 7:00~13:00 和 17:00~23:00^[13],因此应将饲喂时间调整到早晚比较凉爽时(6:00 和 19:00 左右),避免正午炎热时间段采食,减少热应激,提高采食量。

②添加湿拌料。夏季高温环境下改干料为湿料可显著提高母猪采食量,Neil 等^[14]研究表明湿喂与干喂相比,母猪的采食量提高了约 18%。但添加湿拌料需把握添加量,一次不宜添加过多,少量多餐,保证添加量母猪一次能吃完,以免饲料酸化造成浪费。

③把握母猪采食量,少喂勤添。可采用定量加料器和采食记录卡记录母猪采食量,把握母猪的采食规律。母猪临产前 3 d 逐天减料(3.0 kg→2.5 kg→2.0 kg),产仔当天视母猪的精神状况不喂或者少喂(0~2.0 kg),产仔后 1~4 日龄逐渐增加采食量(2.0 kg→3.0 kg→4.0 kg→6.0 kg),5 日龄以后自由采食,少喂勤添。

5)早期断奶。早期断奶可以缩短母猪生产周期,提高年平均胎数,缓解母猪热应激,减少母猪哺乳阶段体重损失。但早期断奶会增加仔猪断奶初期的应激,使腹泻率和死淘率升高,应配合高水平的管理措施,适当地调节早期断奶的天数。

4 缓解母猪热应激的营养方案

1)增加日粮能量。母猪热应激时采食量下降,造成供能不足,引起母猪泌乳减少、体重损失加重,仔猪生长性能下降。为弥补采食量的不足,可以适当提高日粮的能量。提高能量并不能提高母猪采食量,但使营养摄入量更高。Dove 等^[15]研究表明提高泌乳母猪日粮的总能(9.0 MJ/kg 或 10.5 MJ/kg)导致采食量降低了 4.5%,但能量摄入量增加了 10.9%,21 日龄断奶重显著增加。

2)减少碳水化合物,增加脂肪。Noblet 等^[16]研究表明,粗蛋白质、粗脂肪、淀粉和粗纤维由代谢能(metabolizable energy, ME)转化为净能(net energy, NE)的效率分别为 58%、90%、82%和 58%。NE/ME 的比值决定了热增耗的多少,比值升高,产热将减少。因此可以减少日粮中转化率相对低的粗蛋白质和碳水化合物(淀粉、粗纤维),增加转化率相对较

高的脂肪。

猪生长发育需要的能量主要来自于日粮中的碳水化合物和脂肪,一方面脂肪的体增热小于碳水化合物,另一方面脂肪的能值要远大于碳水化合物。所以在高温天气下,日粮中适当增加脂肪含量、降低碳水化合物含量,既可以提高日粮中能量,同时可以减少产热,减小母猪散热负担。另外提高脂肪含量,可以增加饲料的适口性。但须注意油脂必须优质、新鲜、储存时防止氧化。宋仁德等^[17]研究发现在日粮中添加油脂 100 g/(d·头),仔猪初生重增加了 0.14 kg,21 日龄断奶仔猪窝重增加了 6.48 kg,窝平均产活仔数增加了 0.56 头($P < 0.05$),窝平均断奶数 0.95 头($P < 0.01$)。

3)降低粗蛋白,补充必需氨基酸。由于蛋白质的代谢能转化为净能的效率较低,热增耗较大,在满足猪必需氨基酸的基础上,适当降低粗蛋白含量有利于降低热增耗。Renaudeau 等^[18]研究表明,低蛋白日粮能使母猪哺乳期间采食量升高,体重损失减少,但对仔猪生长无影响。

赖氨酸有减少热增耗、提高饲料效率的作用。有研究报道饲喂合成的赖氨酸代替天然蛋白质对猪有利。精氨酸可以提高动物抗应激能力,对母猪和仔猪都有着重要作用。Laspiur 等^[19]研究表明,热应激母猪饲料中精氨酸水平由 0.96% 提高到 1.73%,降低了泌乳母猪的体重损失、提高了饲料利用率,但对母猪采食量和仔猪生长性能无显著影响。平衡氨基酸,降低粗蛋白摄入量是缓解母猪热应激的重要措施,但应用时必须满足必需氨基酸的基础上,否则会加剧营养的不足。

4)平衡电解质,添加碳酸氢钠和氯化钾。热应激时母猪呼吸加快,CO₂ 和 K⁺ 排出增多,影响了电解质平衡,引起呼吸性碱中毒,因此可在日粮中添加碳酸氢钠和氯化钾,以维持电解质平衡。日粮中添加碳酸氢钠有提高血液缓冲能力、维持体液酸碱平衡、增强母猪抗热应激的能力;添加氯化钾以补充过分丢失的钾离子。但需注意碳酸氢钠不宜长期超量添加,母猪饲料中的添加量应在 0.3%~0.5%,短期添加不应超过 0.5%,较长时间添加不应超过 0.3%。长期超量添加会引起碳酸氢钠与胃酸反应生成过量的 CO₂,导致母猪胀气死亡。另外,碳酸氢钠不能与维生素 C 同时添加。

5)添加维生素。母猪热应激时对维生素 C 的需

求量增加,可补充适量的维生素 C 以满足机体的正常需求。大量的研究表明维生素 C 有抗热应激的作用,有助于解毒、维持机体正常代谢、抑制体温升高、促进采食、缓解热应激的不利影响。维生素 C 对公猪的抗热应激的作用尤为明显,有助于降低热应激对精子质量和受精率的影响。高温季节,饲料中添加维生素 C 300 mg/kg,有助于缓解妊娠母猪的热应激反应。维生素 E 可以调节机体物质代谢,抗自由基氧化,增强免疫功能,提高抗应激能力。在泌乳母猪饲料中添加维生素 E 250 IU/kg,不仅可以改善母猪抗应激的能力,还可以提高仔猪免疫力。维生素 A 可提高血清中孕酮的浓度,提高胚胎存活率。

6)其他微量营养物质。

①微量元素铬。铬是动物机体必需的微量元素,广泛参与蛋白质、脂质、糖类的代谢。热应激条件下,铬随尿液排出增多。有研究表明,高温条件下,日粮中添加 300 μg/kg 吡啶羧酸铬,在前 2 周,日增重、日采食量和饲料转化率没有显著影响($P > 0.05$);在后 2 周,补铬提高猪的日采食量 10.2% ($P > 0.05$),提高猪的日增重 38.1% ($P < 0.01$)^[20]。

②酸化剂。酸化剂能够降低日粮的酸结合力,提高营养物质消化率;改善胃肠道微生物平衡;提高机体免疫力。添加适量酸化剂可以预防和缓解母猪热应激时的呼吸性碱中毒症状。常用的酸有乳酸、柠檬酸和延胡索酸等。

③γ-氨基丁酸。γ-氨基丁酸(γ-aminobutyric acid, GABA),是一种在动植物体内起神经镇定作用的非蛋白质氨基酸,属于氨基酸类衍生物。GABA 在哺乳动物中,是一种重要的抑制性神经递质,主要存在脑组织中,具有抗焦虑、降血压、抗惊厥、提高机体免疫力等生理作用。大量研究表明,在日粮中添加适量 GABA 可以提高动物采食量、缓解热应激等^[21-23]。

④中草药添加剂。某些中草药具有凉血解毒、清热解暑的功效,可以提高机体的抗热应激能力;同时可以增强机体免疫力,促进猪的生长发育。邱美珍等^[24]报道,高温条件下,在怀孕母猪饲料中添加 10 g/d 中药添加剂(主要含有青蒿、香薷、佩兰、薄荷、甘草和有机铬),饲喂 30 d,对比母猪的呼吸频率和体温,中药添加剂组比对照组分别降低 6.0%和 0.52%,产健仔数比对照组提高 14.47%。赵必迁等^[25]

发现添加中药复方(藿香、连翘、薄荷、陈皮、女贞子、王不留行等)能显著提高母猪哺乳期采食量,显著缩短断奶至再次发情时间间隔。

⑤其他饲料添加剂。各类不同的饲料添加剂被广泛研究,除上述营养物质外,目前研究的热点,已被证实具有缓解猪热应激作用的添加剂,还有植酸酶、牛磺酸、大豆黄素、甜菜碱等,都具有调节代谢、增强免疫、缓解应激、提高采食的作用。

参 考 文 献

- [1] 胡艳欣,肖冲,余锐萍,等.热应激对猪肠道结构及功能的影响[J].科学技术与工程,2009,9(3):581-586.
- [2] 冯跃进.热应激对猪和大鼠肠道结构和功能的影响及其修复机制[D].北京:中国农业科学院,2014.
- [3] PEARCE S C,MANI V,WEBER T E,et al.Heat stress and reduced plane of nutrition decreases intestinal integrity and function in pigs [J].Journal of Animal Science,2013,91(11):5183-5193.
- [4] 胡艳欣,余锐萍,张洪玉,等.热应激后猪血清中 IL-2、IFN- γ 及 TNF- α 水平的动态变化 [J].畜牧兽医学报,2006,37(5):496-499.
- [5] 巨向红,雍艳红,何健嫦,等.热应激对巴马香猪免疫和生化指标的影响[J].中国畜牧杂志,2009,45(13):51-54.
- [6] JU X H,XU H J,YONG Y H,et al.Heat stress upregulation of Toll-like receptors 2/4 and acute inflammatory cytokines in peripheral blood mononuclear cell (PBMC) of Bama miniature pigs:an *in vivo* and *in vitro* study [J].Animal,2014,8(9):1462-1468.
- [7] GOURDINE J L,BIDANEL J P,NOBLET J,et al.Effects of breed and season on performance of lactating sows in a tropical humid climate[J].J Anim Sci,2006,84(2):360.
- [8] QUINIOU N,NOBLET J.Influence of high ambient temperatures on performance of multiparous lactating sows [J].J Anim Sci,1999,77(8):2124.
- [9] ALMOND P K,BILKEI G.Seasonal infertility in large pig production units in an Eastern-European climate[J].Aust Vet J,2005,83(6):344.
- [10] BOMA M H,BILKEI G.Seasonal infertility in Kenyan pig breeding units[J].Onderstepoort J Vet Res,2006,73(3):229.
- [11] 刘学剑.热应激对猪繁殖性能的影响[J].养猪,1995(2):16.
- [12] 朱相如.减轻热应激效应对规模猪场繁殖成绩的影响[J].畜牧兽医杂志,2004(4):22.
- [13] RENAUDEAU D,QUINIOU N,NOBLET J.Effects of exposure to high ambient temperature and dietary protein level on performance of multiparous lactating sows[J].J Anim Sci,2001,79(5):1240.
- [14] NEIL M,OGLE B,ANNER K.A two diet system and ad libitum lactation feeding of the 1.Sow performance [J].Animal Sci,1996(62):337-347.
- [15] DOVE C R,HAYDON K D.The effect of various diet nutrient densities and electrolyte balances on sow and litter performance during two seasons of the year [J].J Anim Sci,1994,72(5):1101-1106.
- [16] NOBLET J,FORTUNE H,SHI X S,et al.Prediction of net energy value of feeds for growing Pigs[J].J Anim Sci,1994,72(2):344.
- [17] 宋仁德,李国梅,园田立信.给繁殖母猪添加动物性油脂对仔猪初生重及发育的影响[J].青海畜牧兽医杂志,2003(4):17-18.
- [18] RENAUDEAU D,NOBLET J.Effects of exposure to high ambient temperature and dietary protein level on sow milk production and performance of piglets [J].J Anim Sci,2001,79(6):1540-1548.
- [19] LASPIUR J P,TROTIER N L.Effect of dietary arginine supplementation and environmental temperature on sow lactation performance [J].Livestock Production Science,2001,70(1/2):159-165.
- [20] 张敏红,张卫红,杜荣,等.补铬对高温环境下猪的铬代谢、生理生化反应和生产性能的影响[J].畜牧兽医学报,2000(1):1-8.
- [21] 陈黎龙,肖世平,梁海平,等.“添佳安肽”对断奶仔猪生产性能和血液生化指标的影响[J].畜牧与兽医,2008(40):102.
- [22] 曹德瑞,邹晓庭,顾林英. γ -氨基丁酸对温热环境中生长肥育猪生产性能和抗氧化功能的影响[J].中国饲料,2008(5):21-26.
- [23] 苏亚权.哺乳热应激的中西药防控研究 [D].南宁:广西大学,2013.
- [24] 邱美珍,朱吉,周望平,等.中药对怀孕母猪抗热应激的影响[J].养猪,2009(4):55-56.
- [25] 赵必迁,周安国.中药复方减轻热应激提高母猪生产性能的试验研究[J].养猪,2011(2):21-23.