

不同质量浓度氨气对肉鸡生长性能和免疫功能的影响

郭艳¹,张进良¹,李小平²,吴健²,陈晓玉¹,李晴¹

(1.商丘师范学院 生物与食品学院,河南 商丘 476000;2.华中农业大学 动物科学技术学院动物医学院,武汉 430070)

摘要:探讨了不同质量浓度 NH_3 对肉鸡生长性能和免疫功能的影响程度.将 200 只 1 日龄 Ross 308 肉鸡随机分成 4 个处理,每个处理 5 个重复,每个重复 10 只(公母各半),试验周期为 42 d.处理 1 为对照组,1~42 日龄 NH_3 质量浓度为 $0 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$.其他 3 组为试验组,1~21 日龄, NH_3 质量浓度分别为 $10 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 、 $20 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 、 $40 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$;22~42 日龄, NH_3 质量浓度分别为 $15 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 、 $30 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 、 $60 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$.结果表明,高质量浓度($40 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 、 $60 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$) NH_3 显著降低平均日采食量 ADFI(Average daily feed intake,ADFI)和平均日增体质量 ADG(Average daily gain,ADG),试验组的死亡率高于对照组.与对照组相比,42 日龄时肉鸡唾液中的分泌型免疫球蛋白 SIgA(Secretory immunoglobulin A,SIgA)含量随着 NH_3 质量浓度的增加呈线性升高.21 日龄时, $20 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 处理组肉鸡唾液中溶菌酶 LZM(Lysozyme,lzm)含量显著低于 $10 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 组和对照组,而 $40 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 处理组显著高于 $10 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 组和对照组;42 日龄时, $30 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 处理组肉鸡唾液中 LZM 含量显著高于 $15 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 组和对照组,而 $60 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 处理组显著低于 $15 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 组和对照组.42 日龄时, $60 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ NH_3 显著降低胸腺指数,3 个试验组肉鸡脾脏指数相对于对照组显著降低.因此,在 0~21 日龄期间合适的氨气质量浓度应该控制在 $10 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 以下,22~42 日龄期间氨气质量浓度应该低于 $15 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$,以获得最佳的肉鸡生产性能和保障肉鸡健康.

关键词:氨气;生长性能;溶菌酶;分泌型免疫球蛋白 A;肉鸡

中图分类号:S831.4

文献标志码:A

畜舍小气候对养殖成功与否至关重要^[1].然而,由于高密度、集约化的养殖模式,养殖环境特别是鸡舍内有害气体对肉鸡生产所带来的危害亦愈发严重,其中, NH_3 被认为是肉鸡舍内最有害的气体^[2]. NH_3 是一种刺激性的无色气体,主要是由动物粪便在一定的温度湿度条件下经微生物发酵产生^[3].

NH_3 刺激损伤眼结膜和呼吸道黏膜,诱发各种家禽疾病.长期接触氨气会降低鸡的生长性能和存活率^[4],降低动物机体对呼吸系统疾病和结膜炎的抵抗力,并增加腹水症发病率和死亡率^[2,4-5].长期暴露于低浓度 NH_3 环境会严重影响肉鸡的健康和福利^[5-7]. NH_3 长期滞留于畜舍和畜牧场内会影响家禽和工作人员的健康,并污染环境,引起畜产公害.如水生生态系统中的氮积累与生物多样性丧失密切相关,过量的亚硝酸和硝酸生成导致土壤酸化等^[1].

畜禽环境质量标准规定禽舍中的氨气体积比应不超过 $25 \text{ mL} \cdot \text{m}^{-3}$ ^[8],但实际养殖过程中禽类往往被暴露于高浓度的氨气条件下^[9].不同体积比的 NH_3 对肉鸡产生不同程度的影响.蛋白组学、免疫组化分析证明,长时间高浓度的 NH_3 刺激[体积比为 $(75 \pm 3) \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$]可导致肉鸡肝损伤^[6].AL-Mashhadani 和 BECK^[10]报道,在氨气刺激下,肉鸡表现为心房壁增厚、黏液分泌增多、气管上皮纤毛脱落.长时间的 NH_3 刺激,即使体积比很低($10 \text{ mL} \cdot \text{m}^{-3}$)也可导致黏液的过量产生和气管的纤毛脱落^[11].而且, NH_3 刺激还促进肉鸡对病原微生物的敏感.暴露于 NH_3 和大肠杆菌环境中的仔鸡,其肺部形成肉芽肿病变^[12].此外,氨与其他的应激因子对肉鸡的影响效应是累加的^[5,13].

收稿日期:2019-09-20;**修回日期:**2020-06-20.

基金项目:国家自然科学基金(31501993);河南省教育厅高等学校重点科研项目(17B230004;16A230024);河南省科技厅科技攻关项目(132102210551);商丘师范学院 2011 年度青年科研基金项目(2011QN19).

作者简介:郭艳(1977—),女,河南商丘人,商丘师范学院副教授,博士,研究方向为畜禽环境与调控研究,E-mail:guoyan368@126.com.

通信作者:张进良,E-mail:super20008@qq.com.

NH_3 刺激影响肉鸡的免疫功能.唾液中的溶菌酶(LZM)和分泌型免疫球蛋白 A(SIgA)是主要的天然免疫因子,对 NH_3 刺激具有防御作用.然而,不同质量浓度 NH_3 对肉鸡唾液中 SIgA 和 LZM 影响的研究鲜有报道.因此,本研究将 Ross 308 肉鸡暴露于不同质量浓度的 NH_3 环境中以探明不同 NH_3 水平对 LZM 和 SIgA 以及肉鸡生长性能和免疫功能的影响程度.

1 材料和方法

1.1 试验材料

将 200 只 1 日龄 Ross 308 肉鸡随机分成 4 个处理,每个处理 5 个重复,每个重复 10 只(公母各半),试验周期为 42 d.按照畜禽养殖场环境质量标准(NY/T388-1999)分阶段设置 NH_3 浓度梯度.处理 1 为对照组,1~42 日龄 NH_3 质量浓度为 $0 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$.其他 3 组为试验组,1~21 日龄, NH_3 质量浓度分别为 $10 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 、 $20 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 、 $40 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$;22~42 日龄, NH_3 质量浓度分别为 $15 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 、 $30 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 、 $60 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$.

1.2 试验方法

1.2.1 试验动物

将各个处理组的 50 只(5 个重复,每重复各 10 羽、公母各半),分别置于密闭的环境控制舱内,环境控制舱内的氨气利用自行设计的氨气制备装置施加(郭艳,张进良.一种连续快速制备氨气的装置.ZL201720474286.6).内置监控摄像头可随时观察试验动物的行为变化,并安装固定式氨气气体检测仪 FIX800- NH_3 -A(深圳万安迪科技有限公司,中国深圳)实时监测 4 个控制室的 NH_3 质量浓度.

4 个环控舱内除了氨气质量浓度不同之外,温度、相对湿度、光照时间等其他环境条件均相同.

1.2.2 样品采集

在 21 和 42 日龄时,随机选择每处理组中的 5 只鸡(每个重复 1 只),称重后进行样品采集.无菌棉拭子自咽后壁采集未刺激性全唾液.拭子于 $-80 \text{ }^\circ\text{C}$ 储存,用于进一步分析 SIgA 和 LZM 含量.随后,心脏采血处死,采集脾脏、法氏囊(BF)、胸腺,并记录湿重和相对质量.

1.2.3 样品分析

利用鸡 SIgA ELISA 试剂盒和鸡 LZM ELISA 试剂盒(上海酶联生物科技有限公司)测定拭子样品中的 SIgA 和 LZM 含量.根据 WEI 等^[14]的方法,免疫器官指数为淋巴器官湿质量/体质量, $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$.

1.2.4 统计分析

用 SAS 软件的 ANOVA 程序(SAS Institute 2001)对数据进行统计分析.将该平均值与 Tukey 检验进行比较($p < 0.05$),并利用双因素方差分析来分析 4 组之间的差异.

2 结果与分析

2.1 NH_3 质量浓度对肉鸡生长性能的影响

氨气质量浓度对肉鸡生长性能的影响如表(表 1~表 3)所示.

在起始期(1~21 d)(表 1)中, NH_3 处理组的 ADFI 和 ADG 显著低于对照组,而且 $40 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3} \text{NH}_3$ 处理组的 ADFI 显著低于其他两个处理组.然而,饲料转化率 4 组之间无显著差异. $40 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3} \text{NH}_3$ 处理组的死亡率最高.

22~42 d(表 2)结果显示,3 个 NH_3 处理组之间尽管 ADG 差异不显著,但随着 NH_3 质量浓度的增加,ADFI 和 ADG 呈现先降低后上升趋势.在 $60 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3} \text{NH}_3$ 处理组肉鸡的 ADFI 和 ADG 在 4 组中最低.同时,饲料转化率呈现下降趋势.

如表 3 所示, $10 \sim 15 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3} \text{NH}_3$ 处理对肉鸡的 ADFI 没有明显影响.相对于对照组, $20 \sim 30 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 和 $40 \sim 60 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3} \text{NH}_3$ 显著影响 ADFI.统计分析结果显示,对照组的 ADG 显著高于 $40 \sim 60 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 和 $10 \sim 15 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3} \text{NH}_3$ 处理组,但与 $20 \sim 30 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3} \text{NH}_3$ 处理组差异不显著.值得注意的是, $20 \sim 30 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3} \text{NH}_3$ 处理在 4 组中达到最高的 ADFI 和最低的 ADG.与对照组相比, $40 \sim 60 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 处理组

的饲料转化率差异不显著,而其他两组的饲料转化率显著高于对照组和 40~60 mg·m⁻³ 处理组.在整个实验期间,40~60 mg·m⁻³ 处理组的死亡率在 4 组中是最高的.

表 1 NH₃ 质量浓度对 1~21 日龄肉鸡生长性能的影响

Tab.1 Effect of ammonia on the growth performance of 1 to 21-day-old broiler chickens

氨气质量浓度/(mg·m ⁻³)	平均日采食量/g	平均日增体质量/g	饲料转化率/%	死亡率/%
0(control)	43.40±1.61 ^a	29.60±5.13 ^a	1.51±0.30	1.35
10	35.96±1.38 ^b	24.54±1.69 ^{ab}	1.47±0.08	3
20	37.92±0.60 ^b	25.15±1.87 ^{ab}	1.51±0.13	2
40	31.10±3.79 ^c	20.09±2.88 ^b	1.55±0.06	8

a-c:肩标不同表示差异显著($p<0.05$).

表 2 NH₃ 质量浓度对 22~42 日龄肉鸡生长性能的影响

Tab.2 Effect of ammonia on the growth performance of 22 to 42-day-old broiler chickens

氨气质量浓度/(mg·m ⁻³)	平均日采食量/g	平均日增体质量/g	饲料转化率/%	死亡率/%
0(control)	161.87±7.93 ^a	88.97±13.82 ^a	1.85±0.24	0
15	98.75±12.11 ^{bc}	55.93±3.03 ^{bc}	1.78±0.31	2
30	118.42±9.35 ^b	71.64±7.27 ^{ab}	1.66±0.13	4
60	92.18±11.97 ^c	49.91±12.82 ^c	1.91±0.35	10

a-c:肩标不同表示差异显著($p<0.05$).

表 3 NH₃ 质量浓度对 1~42 日龄肉鸡生长性能的影响

Tab.3 Effect of ammonia on the growth performance of 1 to 42-day-old broiler chickens

氨气质量浓度/(mg·m ⁻³)	平均日采食量/g	平均日增体质量/g	饲料转化率/%	死亡率/%
0(control)	102.63±4.65 ^a	60.77±6.59 ^a	1.74±0.13	1.35
10~15	67.36±6.30 ^{bc}	40.28±1.96 ^{bc}	1.68±0.23	5
20~30	78.17±4.57 ^b	49.50±3.20 ^{ab}	1.62±0.06	6
40~60	61.64±7.22 ^c	35.02±6.98 ^c	1.79±0.22	18

a-c:肩标不同表示差异显著($p<0.05$);10~15 mg·m⁻³ 表示该处理组肉鸡 1~21 日龄的 NH₃ 质量浓度为 10 mg·m⁻³,而 22~42 日龄的氨气质量浓度为 15 mg·m⁻³.20~30 mg·m⁻³ 表示该处理组肉鸡 1~21 日龄的 NH₃ 质量浓度为 20 mg·m⁻³,而 22~42 日龄的氨气质量浓度为 30 mg·m⁻³.40~60 mg·m⁻³ 表示该处理组肉鸡 1~21 日龄的 NH₃ 质量浓度为 40 mg·m⁻³,而 22~42 日龄的氨气质量浓度为 60 mg·m⁻³.(下同)

2.2 NH₃ 质量浓度对肉鸡免疫蛋白含量的影响

由表 4 可知,21 日龄时,NH₃ 质量浓度显著影响 LZM 含量,但对 SIgA 影响不明显.20 mg·m⁻³ 处理组肉鸡的 LZM 含量显著低于对照组和低质量浓度组(10 mg·m⁻³)($p<0.05$).40 mg·m⁻³ 处理组的 LZM 含量显著高于其他 3 组($p<0.05$).

表 4 NH₃ 质量浓度对 1~21 日龄肉鸡免疫蛋白含量的影响

Tab.4 Effect of ammonia on the protein concentrations of 1 to 21-day-old broiler chickens

NH ₃ /(mg·m ⁻³)	SIgA/(ng·mL ⁻¹)	LZM/(ng·mL ⁻¹)	NH ₃ /(mg·m ⁻³)	SIgA/(ng·mL ⁻¹)	LZM/(ng·mL ⁻¹)
0(control)	428.53 ± 30.19 ^a	97.37 ± 3.29 ^b	20	515.21 ± 66.31 ^a	65.07 ± 4.29 ^c
10	432.95 ± 8.24 ^a	91.18 ± 2.85 ^b	40	462.26 ± 9.69 ^a	106.69 ± 0.44 ^a

a-c:肩标不同表示差异显著($p<0.05$).

表 5 显示,10~15 mg·m⁻³ 处理组肉鸡唾液中 SIgA 含量与对照组相比差异不显著,在 3 个试验组中,随着 NH₃ 质量浓度从 0 mg·m⁻³ 增加到 40~60 mg·m⁻³,SIgA 含量呈线性增加,且当 NH₃ 质量浓度达到 60 mg·m⁻³ 时其 SIgA 含量达到最高值.而对于另一个蛋白 LZM 而言,虽然低质量浓度组(10~15 mg·m⁻³ 处理组)与对照组相比依然差异不显著,但是在 3 个试验组中,随着 NH₃ 质量浓度升高,LZM 含量表现为先显著上升后显著下降,且当 NH₃ 质量浓度达到 60 mg·m⁻³ 时其 LZM 含量达到最低值.

表5 NH₃质量浓度对1~42日龄肉鸡蛋白含量的影响

Tab.5 Effect of ammonia on the protein concentrations of 1 to 42-day-old broiler chickens

NH ₃ /(mg·m ⁻³)	SIgA/(ng·mL ⁻¹)	LZM/(ng·mL ⁻¹)	NH ₃ /(mg·m ⁻³)	SIgA/(ng·mL ⁻¹)	LZM/(ng·mL ⁻¹)
0(control)	380.94 ± 0.76 ^c	82.30 ± 2.89 ^b	20~30	483.44 ± 5.78 ^b	107.62 ± 3.09 ^a
10~15	371.11 ± 8.81 ^c	73.19 ± 0.18 ^b	40~60	549.24 ± 5.49 ^a	58.67 ± 6.96 ^c

a-c: 肩标不同表示差异显著($p < 0.05$).

2.3 NH₃质量浓度对肉鸡淋巴器官的影响

NH₃质量浓度显著影响42日龄肉鸡胸腺和脾脏的相对质量(分别为0.0069和0.0030),但对21日龄肉鸡的胸腺和脾脏的相对质量没有明显影响(表6).值得注意的是,在整个实验过程中,NH₃质量浓度对BF的相对质量没有明显影响.

表6显示,日龄显著影响免疫器官相对质量($p < 0.05$),尤其是BF($p < 0.0001$).质量浓度和日龄之间的相互作用对胸腺和脾脏相对质量的影响比BF明显.

表6 NH₃质量浓度对肉鸡免疫器官的影响

Tab.6 Effect of ammonia levels on weight of lymphoid organs of broilers(N=5)

处理	胸腺		脾脏		法氏囊	
	21日龄	42日龄	21日龄	42日龄	21日龄	42日龄
NH ₃ /(mg·m ⁻³)						
0(control)	2.44 ^{ab}	3.00 ^a	1.01 ^a	1.45 ^a	2.69 ^a	1.39 ^a
10~15	2.88 ^{ab}	1.66 ^b	0.86 ^a	0.92 ^b	2.39 ^a	1.32 ^a
20~30	3.06 ^a	2.48 ^{ab}	1.00 ^a	0.94 ^b	2.67 ^a	1.30 ^a
40~60	2.28 ^b	1.68 ^b	0.85 ^a	0.94 ^b	2.62 ^a	1.27 ^a
标准误	0.12	0.17	0.03	0.06	0.09	0.07
P值	0.0594	0.0069	0.1124	0.0030	0.6610	0.9479
氨气质量浓度	0.0110		0.0005		0.6038	
日龄	0.0060		0.0366		<0.0001	
氨气质量浓度×日龄	0.0124		0.0271		0.9255	

a-c: 肩标不同表示差异显著($p < 0.05$).

3 讨论

3.1 NH₃质量浓度对肉鸡生长性能的影响

XIONG等^[3]研究证明,相比于对照组,体积比(75±3)mL·m⁻³ NH₃处理组肉鸡的ADFI和ADG分别下降5.7%和16.4%($p < 0.05$).本研究也得到了类似的结果,高质量浓度(40~60 mg·m⁻³)的NH₃浓度以显著降低ADFI和ADG(表3).同样,WEI等^[14]研究也发现高体积比NH₃处理组ADFI和ADG显著低于低体积浓度处理组($p < 0.05$).XIONG等^[3]发现对照组和氨处理组[(75±3)mL·m⁻³]的饲料转化率有显著差异($p < 0.05$).在本研究中,随着NH₃质量浓度的增加,ADFI和饲料转化率呈现先上升后下降而ADG呈线性降低(表3).结果表明,适宜的NH₃刺激对肉鸡ADFI和饲料转化率有促进作用.但是NH₃处理组的ADG持续降低且饲料转化率高于对照组(表3).中等浓度的NH₃刺激,肉鸡表现出比对照组更高的ADFI和饲料转化率(表3).20~30 mg·m⁻³ NH₃处理组的ADFI达到最高,具有更高的饲料转化率,但ADG低于对照组.结果表明高浓度的NH₃刺激对生长性能产生负面影响,这可能是由于NH₃刺激影响肉鸡的营养吸收而造成的^[3,15].在表1中,ADFI和ADG随浓度增加而降低,但饲料转化率无明显变化.尽管没有显著差异($p > 0.05$),但1~21日龄,饲料转化率随着NH₃质量浓度的增加而增加.而吴迪梅等^[16]研究显示NH₃刺激对0~21日龄鸡的ADFI和ADG没有显著影响($p > 0.05$),而且,在高质量浓度氨组(60 mg·m⁻³)中,饲料转化率显著降低($p < 0.05$).

本研究发现22~42日龄,随着NH₃质量浓度的增加,饲料转化率显著降低(表2).统计分析显示,22~

42日龄肉鸡的 ADFI 和 ADG 变化趋势与表 4 中的结果相似.氨处理组的死亡率仍高于对照组.

3.2 NH₃ 质量浓度对肉鸡免疫蛋白质含量的影响

SIgA 对于保护动物机体黏膜表面至关重要,并被认为是肠道和肠外黏膜表面的第一道防线^[17-19].SIgA 是黏膜表面上最突出的抗体,它在保护黏膜表面免受病原微生物定植和可能的入侵方面发挥着重要作用^[18-20].天然体液免疫反应主要由黏膜分泌物中存在的 SIgA 介导,但目前仍缺少 NH₃ 对肉鸡唾液 SIgA 影响的相关研究.研究表明,NH₃ 质量浓度对 21 日龄肉鸡唾液中的 SIgA 无明显影响($p > 0.05$)(表 4),但 NH₃ 刺激会促进 SIgA 分泌.42 日龄时(表 5),当 NH₃ 质量浓度达到 $40 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 时唾液 SIgA 蛋白含量显著升高($p < 0.05$),当 NH₃ 质量浓度达到 $60 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 时唾液 SIgA 蛋白含量继续升高($p < 0.05$),达到最高值.分析认为 NH₃ 刺激促进了 SIgA 的分泌,足够的 SIgA 可刺激体液免疫系统产生额外的抗体.因此,增加的抗体可以保护动物机体免受损害^[18,20].SIgA 和黏液是限制上皮与病原微生物和其他潜在危险抗原接触的第一道防线^[21].SIgA 缺乏会引起细菌过度生长,黏附和易位的潜在威胁^[19].

LZM 是一种天然抗菌蛋白,被认为是先天免疫系统的重要组成部分^[22].该酶通过水解发挥溶菌活性,主要对抗许多革兰氏阳性细菌.因此,LZM 可以预防细菌性疾病.研究中(表 4 和表 5),与对照组相比, $20 \sim 30 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 和 $40 \sim 60 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ NH₃ 质量浓度显著影响 SIgA 和 LZM 的含量.总之,在我们的研究中, $10 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 和 $15 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ NH₃ 刺激对雏鸡和成鸡的先天免疫指标没有显著影响,但 NH₃ 刺激改变了免疫因子的分泌,我们推测 SIgA 和 LZM 在宿主防御和局部炎症反应中起重要作用.

3.3 NH₃ 质量浓度对肉鸡淋巴器官的影响

胸腺,脾脏和法氏囊与肉鸡的免疫功能有关.在免疫功能障碍中这 3 个器官的质量和结构会发生改变.ZHANG 等^[23]研究发现,压力可以延缓免疫器官的发育,改变炎症细胞因子基因的表达和翻译.本研究结果表 6 显示,NH₃ 刺激对胸腺和脾脏的影响显著高于法氏囊.NH₃ 刺激显著降低了 21 日龄肉鸡胸腺和脾脏的相对质量,而 42 日龄肉鸡 BF 和脾脏的相对质量没有明显差异.这些结果与之前报道的研究结果^[14]一致.本研究还发现 NH₃ 刺激降低了肉鸡免疫器官的相对质量,尽管差异不显著.

4 结 论

氨气刺激可以降低肉鸡的生长性能和免疫功能,特别是在 $60 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 的高氨质量浓度下.因此,在 0~21 日龄期间合适的氨气质量浓度应该控制在 $10 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 以下,22~42 日龄期间氨气质量浓度应该低于 $15 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$,以获得最佳的肉鸡生产性能和保障肉鸡健康.

参 考 文 献

- [1] SOLIMAN E S, MOAWED S A, HASSAN R A. Influence of microclimatic ammonia levels on productive performance of different broilers breeds estimated with univariate and multivariate approaches[J]. Veterinary World, 2017, 10(8): 880-887.
- [2] CARLILE F S. Ammonia in Poultry Houses: A Literature Review[J]. World's Poultry Science Journal, 1984, 40(2): 99-113.
- [3] XIONG Y, TANG X F, MENG Q S, et al. Differential expression analysis of the broiler tracheal proteins responsible for the immune response and muscle contraction induced by high concentration of ammonia using iTRAQ-coupled 2D LC-MS/MS[J]. Science China Life Sciences, 2016, 59(11): 1166-1176.
- [4] MILES D M, BRANTON S L, LOTT B D. Atmospheric ammonia is detrimental to the performance of modern commercial broilers[J]. Poultry Science, 2004, 83(10): 1650-1654.
- [5] WEI F X, XU B, HU X F, et al. The Effect of Ammonia and Humidity in Poultry Houses on Intestinal Morphology and Function of Broilers[J]. Journal of Animal and Veterinary Advances, 2012, 11(19): 3641-3646.
- [6] ZHANG J, CONG L, TANG X F, et al. Proteome changes in the small intestinal mucosa of broilers (*Gallus gallus*) induced by high concentrations of atmospheric ammonia[J]. Proteome Science, 2015, 13(1): 9.
- [7] ZHANG J, LI C, TANG X F, et al. High Concentrations of Atmospheric Ammonia Induce Alterations in the Hepatic Proteome of Broilers (*Gallus gallus*): An iTRAQ-Based Quantitative Proteomic Analysis[J]. PLoS One, 2015, 10(4): e123596.
- [8] KRISTENSEN H H, WATHES C M. Ammonia and poultry welfare: a review[J]. World's Poultry Science Journal, 2000, 56(3): 235-245.
- [9] NIMMERMARK S, LUND V, GUSTAFSSON G, et al. Ammonia, dust and bacteria in welfare-oriented systems for laying hens[J]. Annals of Agricultural & Environmental Medicine Aaem, 2009, 16(1): 103-113.

- [10] AL-MASHHADANI E H, BECK M M. Effect of atmospheric ammonia on the surface ultrastructure of the lung and trachea of broiler chicks[J]. *Poultry Science*, 1985, 64(11): 2056-2061.
- [11] NAGARAJA K V, EMERY D A, JORDAN K A, et al. Scanning electron microscopic studies of adverse effects of ammonia on tracheal tissues of turkeys[J]. *American Journal of Veterinary Research*, 1983, 44(8): 1530-1536.
- [12] OYETUNDE O O, THOMSON R G, CARLSON H C. Aerosol exposure of ammonia, dust and *Escherichia coli* in broiler chickens[J]. *Canadian Veterinary Journal*, 1978, 19(7): 187-193.
- [13] MCFARLANE J M, CURTIS S E, SHANKS R D, et al. Multiple concurrent stressors in chicks. 1. Effect on weight gain, feed intake, and behavior[J]. *Poultry Science*, 1989, 68(4): 501-509.
- [14] WEI F X, HU X F, XU B, et al. Ammonia concentration and relative humidity in poultry houses affect the immune response of broilers[J]. *Genetics and molecular research: GMR*, 2015, 14(2): 3160-3169.
- [15] SONG Y, WANG Z, YAO Z L, et al. Effects of atmospheric ammonia on growth performance, plasma ammonia and uric acid in broilers[J]. *China Poultry*, 2008, 30(13): 10-12.
- [16] 吴迪梅, 刘薇, 张丽丽. 氨气对肉鸡生产性能的影响[J]. *北京农业*, 2012(9): 42-44.
WU D M, LIU W, ZHANG L L. Effect of ammonia gas on broiler production performance[J]. *Beijing agricultural*, 2012(9): 42-44.
- [17] 李静. 小周期训练对高水平网球运动员内分泌-免疫系统影响[J]. *河南师范大学学报(自然科学版)*, 2015, 43(5): 179-183.
LI J. Effect of short cycle training period on endocrine-immune system of elite tennis players[J]. *Journal of Henan Normal University (Natural Science Edition)*, 2015, 43(5): 179-183.
- [18] PHALIPON A, CARDONA A, KRAEHEHNBUEHL J P, et al. Secretory component; A new role in secretory IgA-mediated immune exclusion in vivo[J]. *Immunity*, 2002, 17(1): 107-115.
- [19] MIN Y N, YANG H L, XU Y X, et al. Effects of dietary supplementation of synbiotics on growth performance, intestinal morphology, sIgA content and antioxidant capacities of broilers[J]. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 2016, 100(6): 1073-1080.
- [20] MESTECKY J, MCGHEE J R. Immunoglobulin A (IgA): molecular and cellular interactions involved in IgA biosynthesis and immune response[J]. *Advances in Immunology*, 1987, 40: 153-245.
- [21] TOLOEI T, GHAHRI H, TALEBI A. Efficacy of mannanoligosaccharides and humate on immune response to Avian Influenza (H9) disease vaccination in broiler chickens[J]. *Veterinary Research Communications*, 2010, 34(8): 709-717.
- [22] ZHANG Q, CHEN X, EICHER S D, et al. Effect of threonine on secretory immune system using a chicken intestinal ex vivo model with lipopolysaccharide challenge[J]. *Poultry Science*, 2017, 96(9): 3043-3051.
- [23] ZHANG W H, JIANG Y, ZHU Q F, et al. Sodium butyrate maintains growth performance by regulating the immune response in broiler chickens[J]. *British Poultry Science*, 2011, 52(3): 292-301.

Effects of different concentrations of ammonia on growth performance and immune function of broiler chickens

Guo Yan¹, Zhang Jinliang¹, Li Xiaoping², Wu Jian², Chen Xiaoyu¹, Li Qing¹

(1. College of Life Science, Shangqiu Normal University, Shangqiu 476000, China;

2. Department of Veterinary Medicine, College of Animal Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: The present study explored the effects of ammonia on the lysozyme (LZM) and secretory immunoglobulin A (SIgA) concentrations in saliva, ADFI (Average daily feed intake, ADFI), ADG (Average daily gain, ADG), feed-to-gain ratio, and relative weights of lymphoid organs of broiler chickens. A total of 200 Ross 308 broilers were randomly assigned to four groups. During the growing period, these broilers were exposed to 0, 10, 20, and 40 mg · m⁻³ ammonia during the starter period and 0, 15, 30, and 60 mg · m⁻³, respectively. Results showed that the ADFI and feed-to-gain ratio increased initially and subsequently decreased, whereas the ADG decreased only, with increased ammonia concentration. The mortalities in the ammonia treatment groups were higher than those in the control. The SIgA content in the saliva showed no significant change in 21-day-old broilers. By contrast, at day 42, the SIgA contents in the 20-30 and 40-60 mg · m⁻³ groups and the LZM content in the 10-15 mg · m⁻³ group increased significantly compared with those in the control. Exposure to ammonia decreased the relative weights of lymphoid organs, especially at day 42, when the thymus and spleen significantly changed in weight relative to those of the control. Taken together, the suitable ammonia level was under 10 mg · m⁻³ during the starter period and under 15 mg · m⁻³ during the grower period for broiler production and health.

Keywords: ammonia; growth performance; lysozyme; secretory immunoglobulin A; broiler

[责任编辑 王凤产 杨浦]