

饲料锰添加水平对产蛋期种鹅繁殖性能、蛋品质、血清生殖激素和抗氧化指标的影响

王贺飞¹ 李文立^{1*} 隋福良¹ 代国滔² 石静² 王宝维²

(1.青岛农业大学动物科技学院,青岛 266109;2.青岛农业大学优质水禽研究所,国家水禽产业技术体系营养与饲料研究室,青岛 266109)

摘要: 本试验旨在研究饲料锰添加水平对产蛋期种鹅繁殖性能、蛋品质、血清生殖激素和抗氧化指标的影响。选用34周龄体况相近的种鹅120只,随机分为6组,每组4个重复,每个重复5只(1公4母)。I组为对照组,饲喂基础饲料(锰含量36.40 mg/kg);试验组(II~VI组)分别饲喂在基础饲料中添加20、40、60、80、100 mg/kg 锰的试验饲料。试验期10周。结果表明:1) III组产蛋率显著或极显著高于I、II、V、VI组($P<0.05$ 或 $P<0.01$), II、III组种蛋合格率显著高于I、V、VI组($P<0.05$), III组种蛋受精率和种蛋孵化率显著或极显著高于其他各组($P<0.05$ 或 $P<0.01$), III组健雏率显著或极显著高于I、IV、V、VI组($P<0.05$ 或 $P<0.01$)。2) III组蛋壳强度显著或极显著高于其他各组($P<0.05$ 或 $P<0.01$), III组蛋壳厚度显著或极显著高于I、II、V、VI组($P<0.05$ 或 $P<0.01$)。3) III、IV组血清总抗氧化能力显著高于VI组($P<0.05$), III组血清丙二醛含量显著或极显著低于I、II、VI组($P<0.05$ 或 $P<0.01$)。4) II、III组血清促卵泡素含量显著高于VI组($P<0.05$)。5) 以种蛋合格率、种蛋受精率和健雏率为指标,通过二次曲线模型的回归方程得出,饲料锰添加水平为32.91 mg/kg 时种蛋合格率最高,饲料锰添加水平为38.28 mg/kg 时种蛋受精率最高,饲料锰添加水平为24.27 mg/kg 时健雏率最高。由此可见,饲料中添加适宜水平锰能提高产蛋期种鹅繁殖性能、蛋壳厚度、蛋壳强度、血清总抗氧化能力和促卵泡素含量,降低血清丙二醛含量。建议产蛋期种鹅饲料锰添加水平为24.27~32.91 mg/kg(饲料中锰含量为60.67~69.31 mg/kg)。

关键词: 锰;种鹅;繁殖性能;蛋品质;抗氧化;生殖激素

中图分类号:S835

文献标识码:A

文章编号:1006-267X(2019)07-3095-08

锰是畜禽必需的微量元素,参与机体碳水化合物、脂肪、蛋白质等物质的代谢,可以促进动物生长,增强繁殖性能^[1],体内主要以含锰酶的形式发挥生理作用^[2],在家禽营养中具有重要作用。锰缺乏易引起骨骼发育障碍,引起骨短粗症、滑腱症等营养缺乏病^[3]。Guarner 等^[4]研究发现,锰能通过血睾屏障,过量的锰可造成睾丸生长和成熟迟缓、精液浓度和精子活率下降,引起生精功能障

碍,睾丸锰含量与精子总数的减少呈正相关。张雪君等^[5]研究表明,饲料中添加90~120 mg/kg 的锰能够提高5~16周龄五龙鹅组织器官中锰沉积量,提高机体抗氧化能力,促进胫骨发育。任民等^[6]研究表明,饲料中枯草芽孢杆菌添加水平为250 mg/kg、锰添加水平为70 mg/kg 时,能够显著提高12~16周龄五龙鹅的生长性能、屠宰性能及抗氧化能力,显著提高锰利用率。袁建敏等^[7]报

收稿日期:2018-12-12

基金项目:国家水禽产业技术体系专项基金(CARS-43-11);国家重点研发计划“绿色水禽高效安全养殖技术应用与示范”(2018YFD0501501)

作者简介:王贺飞(1994—),男,山东菏泽人,硕士研究生,研究方向为单胃动物营养。E-mail: 924775178@qq.com

* 通信作者:李文立,教授,硕士生导师,E-mail: wlli@qau.edu.cn

道,在玉米-豆粕型基础饲料中锰含量为 20 mg/kg 的情况下,再添加 20 mg/kg 的无机锰就能满足蛋鸡产蛋前期的需要。饲料中添加有机锌和有机锰能够提高蛋种母鸡的平均蛋重和产蛋率,降低破蛋率,增加蛋壳强度,提高蛋品质,增加蛋黄中锰的沉积量^[8]。

目前,锰对蛋鸡、蛋鸭等禽类的研究已较为深入,但我国鹅的营养需要研究起步较晚,至今尚未形成完整的饲养标准,锰的需要量仍有待于进一步通过饲养试验来确定,尤其是产蛋期种鹅饲料锰需要量的研究还处于空白。本试验在查阅大量相关资料的基础上,在基础饲料中添加不同水平的锰,研究锰对种鹅繁殖性能、蛋品质、血清生殖激素和抗氧化指标的影响,旨在筛选出锰在产蛋期种鹅饲料中的适宜添加水平,为完善我国产蛋期种鹅锰营养需要量数据库提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验动物及设计

选择 34 周龄体况相近的五龙鹅种鹅 120 只,随机分为 6 组,每组 4 个重复,每个重复 5 只(1 公

4 母)。I 组为对照组,饲喂基础饲料;试验组(II~VI 组)分别饲喂在基础饲料中添加 20、40、60、80、100 mg/kg 锰的试验饲料。试验期 10 周。试验鹅由青岛农业大学优质水禽研究所育种基地提供,试验用锰源为一水硫酸锰($MnSO_4 \cdot H_2O$),购自青岛普兴添加剂有限公司,有效成分含量 98%。

1.2 试验饲料

试验用基础饲料以玉米和豆粕为主要原料,参照 NRC(1994)家禽营养需要量中推荐的种鹅饲料营养水平设计配方,基础饲料组成及营养水平见表 1。采用等离子体发射光谱仪测得基础饲料中锰含量为 36.40 mg/kg。

1.3 饲养管理

饲养试验开始前对鹅舍及器具进行冲洗和烧碱水喷雾消毒,然后用福尔马林和高锰酸钾熏蒸,密闭门窗 24 h。1 周后开始试验。试验期 10 周,早晚各饲喂 1 次,试验种鹅采用采用地面铺垫料平养,全期自由饮水和采食,光照采用人工补光至 16 h。按常规方式进行管理,注意种鹅的产蛋情况。

表 1 基础饲料组成及营养水平(风干基础)

Table 1 Composition and nutrient level the basal diet (air-dried basis)

原料 Ingredients	含量 Content	营养水平 Nutrient levels ²⁾	含量 Content
玉米 Corn	59.50	粗蛋白质 CP	16.27
豆粕 Soybean meal	19.45	代谢能 ME/(MJ/kg)	11.43
鱼粉 Fish meal	3.00	蛋白质能量比 P/E/(g/MJ)	14.23
麸皮 Bran	0.50	钙 Ca	2.89
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.25	有效磷 AP	0.47
石粉 Limestone	5.58	赖氨酸 Lys	0.85
稻壳粉 Husk powder	7.70	精氨酸 Arg	0.95
豆油 Soybean oil	1.90	蛋氨酸+半胱氨酸 Met+Cys	0.70
食盐 NaCl	0.40	粗纤维 CF	4.03
微量元素 Trace elements ¹⁾	0.50	锰 Mn/(mg/kg)	36.40
多维生素 Multi-vitamin ¹⁾	0.11		
蛋氨酸 Methionine	0.16		
合计 Total	100.00		

¹⁾多维生素和微量元素(不含锰)为每千克饲料提供 The multi-vitamin and trace elements (without Mn) provided the following per kg of the diet: VA 9 000 IU, VD₃ 2 000 IU, VE 40 mg, VK₃ 0.8 mg, VB₁ 2.0 mg, VB₂ 4.0 mg, 烟酰胺 nicotinic acid 30 mg, 泛酸钙 calcium pantothenate 11 mg, VB₆ 4.0 mg, 生物素 biotin 0.2 mg, 叶酸 folic acid 0.5 mg, VB₁₂ 12 μg, Se 0.5 mg, Fe 80 mg, Zn 4 mg, Cu 4 mg, I 0.3 mg。

²⁾锰为实测值,其余营养水平为计算值。Mn was a measured value, while the other nutrient levels were calculated values.

1.4 测定指标及方法

1.4.1 繁殖性能和蛋品质

繁殖性能和蛋品质指标测定方法参照《家禽生产性能名词术语和度量统计方法》(NY/T 823—2004)。每天 08:00 进行捡蛋,在试验第 2~11 周期间,每周末从每组抽取蛋重相近的种蛋 12 枚(每重复 3 枚),在 48 h 内测定蛋重、蛋形指数、蛋壳强度、蛋壳厚度、蛋黄颜色、蛋白高度、哈氏单位和蛋黄比率等。试验期间每周按照重复,每组随机挑选种蛋 20 枚(每重复 5 枚),入孵,分别记录入孵蛋数、无精蛋数、死胚蛋数、出雏数、健雏数、弱雏数,分别计算产蛋率、种蛋合格率、种蛋受精率、种蛋孵化率和健雏率。

1.4.2 血清生殖激素和抗氧化指标

试验第 11 周末,从每个重复中随机取 2 只种母鹅,共 48 只,翅下静脉采血 5 mL,3 000 r/min 离心 10 min,制备血清,每个样本分为 2 部分保存,分别于 -20 °C 冷藏。一部分血清用于测定抗氧化指标,另一部分血清用于测定生殖激素指标。总抗氧化能力(T-AOC)测定采用比色法测定,总超氧化物歧化酶(T-SOD)活性采用羟胺法测定,谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活性采用比色法测定,丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸反应(TBA)法测定。雌二醇(E2)含量采用双抗体夹心法酶联免疫吸附试验测定,促卵泡素(FSH)含量测定采用双抗体夹心法酶联免疫吸附试验测定,催乳素(PRL)含量采用双抗体夹心法酶联免疫吸附试验测定。上述指标均用试剂盒测定,试剂盒购自南京建成生物工程研究所。

1.5 数据处理与统计分析

采用 SPSS 20.0 软件的单因素方差分析(one-way ANOVA)方法,分析饲料不同锰添加水平的影响及各项指标间的差异。数据以最小二乘均值和均值标准误差(SEM)表示。 $P < 0.05$ 表示差异显著, $P < 0.01$ 表示差异极显著。

2 结果与分析

2.1 饲料锰添加水平对产蛋期种鹅繁殖性能的影响

由表 2 可知,饲料锰添加水平对产蛋期种鹅的产蛋率、种蛋合格率、种蛋受精率、种蛋孵化率、

健雏率均影响极显著($P < 0.01$)。其中,Ⅲ组产蛋率极显著高于Ⅰ、Ⅱ、Ⅴ组($P < 0.01$),显著高于Ⅵ组($P < 0.05$),与Ⅳ组差异不显著($P > 0.05$)。Ⅱ、Ⅲ组种蛋合格率显著高于Ⅰ、Ⅴ、Ⅵ组($P < 0.05$),与Ⅳ组差异不显著($P > 0.05$)。Ⅲ组种蛋受精率极显著高于Ⅰ、Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ组($P < 0.01$),显著高于Ⅱ组($P < 0.05$)。Ⅲ组种蛋孵化率极显著高于Ⅰ、Ⅱ、Ⅴ、Ⅵ组($P < 0.01$),显著高于Ⅳ组($P < 0.05$)。Ⅲ组健雏率极显著高于Ⅵ组($P < 0.01$),显著高于Ⅰ、Ⅳ、Ⅴ组($P < 0.05$),与Ⅱ组差异不显著($P > 0.05$)。

通过对Ⅱ~Ⅵ组产蛋率、种蛋合格率、种蛋受精率、种蛋孵化率、健雏率分别与饲料锰添加水平(X)进行二次曲线拟合,建立回归方程如下:

$$Y(\text{产蛋率}) = 0.393 + 0.0007X - 7.29E^{-6}X^2 \\ (R^2 = 0.313, P_Q = 0.002);$$

$$Y(\text{合格率}) = 0.919 + 0.0013X - 1.975E^{-5}X^2 \\ (R^2 = 0.820, P_Q = 0.010);$$

$$Y(\text{受精率}) = 0.883 + 0.0020X - 2.612E^{-5}X^2 \\ (R^2 = 0.715, P_Q = 0.001);$$

$$Y(\text{孵化率}) = 0.868 + 0.0185X - 1.99E^{-4}X^2 \\ (R^2 = 0.304, P_Q = 0.009);$$

$$Y(\text{健雏率}) = 0.899 + 0.0005X - 1.030E^{-5}X^2 \\ (R^2 = 0.832, P_Q = 0.001)。$$

由上述曲线回归方程得出,饲料锰添加水平为 32.91 mg/kg 时,种蛋合格率最高;饲料锰添加水平为 38.28 mg/kg 时,种蛋受精率最高;饲料锰添加水平为 24.27 mg/kg 时,健雏率最高。饲料锰添加水平为 46.48 mg/kg 时,种蛋孵化率最高,饲料锰添加水平为 20.09 mg/kg 时,产蛋率最高,但此时曲线拟合度低($R^2 < 0.700$),故产蛋率和种蛋孵化率不作为参考值。

2.2 饲料锰添加水平对产蛋期种鹅蛋品质的影响

由表 3 可知,饲料锰添加水平对产蛋期种鹅的蛋重、蛋形指数、蛋比重、蛋白高度、蛋黄颜色、蛋黄比率、哈氏单位影响不显著($P > 0.05$),对蛋壳强度和蛋壳厚度影响极显著($P < 0.01$)。其中,Ⅲ组蛋壳强度极显著高于Ⅰ、Ⅳ组($P < 0.01$),显著高于Ⅱ、Ⅴ、Ⅵ组($P < 0.05$)。Ⅲ组蛋壳厚度极显著高于Ⅰ、Ⅴ组($P < 0.01$),显著高于Ⅱ、Ⅵ组($P < 0.05$),与Ⅳ组差异不显著($P > 0.05$)。

表2 饲料锰添加水平对产蛋期种鹅繁殖性能的影响

Table 2 Effects of dietary manganese supplemental level on reproductive performance of breeding geese during laying period

项目 Items	组别 Groups						SEM	P 值 P-value
	I	II	III	IV	V	VI		
产蛋率 Laying rate	39.01 ^c	39.14 ^c	41.73 ^a	40.71 ^{ab}	39.04 ^c	39.39 ^{bc}	<0.01	0.004
种蛋合格率 Hatching egg qualified rate	88.29 ^b	92.72 ^a	92.79 ^a	90.76 ^{ab}	88.33 ^b	87.92 ^b	0.01	0.001
种蛋受精率 Hatching egg fertilization rate	86.00 ^d	92.25 ^b	95.00 ^a	89.75 ^c	84.75 ^d	84.67 ^d	0.09	<0.001
种蛋孵化率 Hatching egg hatching rate	86.34 ^d	90.25 ^c	94.48 ^a	92.75 ^b	90.55 ^c	87.01 ^d	0.01	<0.001
健雏率 Healthy rate	88.52 ^b	90.48 ^{ab}	91.92 ^a	88.33 ^{bc}	88.63 ^b	86.20 ^c	<0.01	0.001

同行数据肩标相同小写字母或无字母表示差异不显著 ($P>0.05$), 相邻小写字母表示差异显著 ($P<0.05$), 相间小写字母表示差异极显著 ($P<0.01$)。下表同。

In the same row, values with the same small or no letter superscripts mean no significant difference ($P>0.05$), while with adjacent small letter superscripts mean significant difference ($P<0.05$), and with alternate small letter superscripts mean significant difference ($P<0.01$). The same as below.

表3 饲料锰添加水平对种鹅蛋品质的影响

Table 3 Effects of dietary manganese supplemental level on egg quality of breeding geese during laying period

项目 Items	组别 Groups						SEM	P 值 P-value
	I	II	III	IV	V	VI		
蛋重 EW/g	115.59	125.00	131.63	131.95	141.92	115.59	1.60	0.049
蛋形指数 ESI	1.49	1.45	1.50	1.49	1.52	1.43	0.01	0.877
蛋比重 EP/(g/mL)	1.09	1.10	1.10	1.10	1.09	1.10	<0.01	0.145
蛋壳强度 ES/kg	4.96 ^d	5.09 ^b	5.14 ^a	5.03 ^c	5.09 ^b	5.07 ^{bc}	0.13	<0.001
蛋壳厚度 EH/mm	0.50 ^d	0.51 ^b	0.53 ^a	0.52 ^{ab}	0.50 ^d	0.51 ^{bc}	0.13	0.003
蛋白高度 EPH/mm	11.93	15.90	15.45	15.85	15.83	14.77	0.47	0.081
蛋黄颜色 YC	4.08	2.85	3.08	4.03	3.18	3.70	0.21	0.436
哈氏单位 HU	104.00	119.33	118.25	119.63	119.83	117.43	0.78	0.049
蛋黄比率 YR/%	0.30	0.37	0.33	0.32	0.33	0.38	0.01	0.109

2.3 饲料锰添加水平对产蛋期种鹅血清抗氧化和生殖激素指标的影响

由表4可知,饲料锰添加水平对产蛋期种鹅血清超氧化物歧化酶、谷胱甘肽过氧化物酶活性影响不显著 ($P>0.05$), 对血清总抗氧化能力影响显著 ($P<0.05$), 对血清丙二醛含量影响极显著 ($P<0.01$)。其中, III、IV组血清总抗氧化能力显著高于VI组 ($P<0.05$), 与I、II、V组差异不显著 ($P>0.05$)。III组血清丙二醛含量极显著低于I、VI组 ($P<0.01$), 显著低于II组 ($P<0.05$), 与IV、V组差异不显著 ($P>0.05$)。

由表5可知,饲料锰添加水平对产蛋期种鹅血清雌二醇、催乳素含量影响不显著 ($P>0.05$), 对血清促卵泡素含量影响显著 ($P<0.05$)。其中, II、III组血清促卵泡素含量显著高于VI组 ($P<0.05$),

与I、IV、V组差异不显著 ($P>0.05$)。

3 讨论

3.1 饲料锰添加水平对产蛋期种鹅繁殖性能的影响

锰是人和动物所必需的微量元素,是维护正常生殖机能所必需,缺乏或过多都会造成畜禽生殖机能紊乱,严重时会导致雄性不育、雌性不孕^[9-10]。哺乳动物发生锰缺乏的情况较少见,但由于肉鸡等家禽对锰的需要量较高、饲料中锰含量低、肠道吸收率低,锰缺乏在家禽中比较常见,缺锰对产蛋鸡的产蛋率和孵化率有不利影响^[11-12]。梁远东等^[13]研究表明,在基础饲料锰含量50 mg/kg的基础上,添加羟基蛋氨酸锰对受精蛋孵化率有显著提高作用,曹阳等^[14]研究表明,饲

粮锰缺乏或过量对家禽的生殖机能均产生不利影响, 包括母鸡产蛋率、种蛋受精率和孵化率降低, 鸡胚死亡率提高。本试验结果显示, 随着饲粮锰添加水平的增加, 产蛋期种鹅产蛋率、种蛋合格率、种蛋受精率、种蛋孵化率等均呈先升高后降低的趋势, 其中饲粮锰添加水平为 32.91 mg/kg 时种

蛋合格率最高, 饲粮锰添加水平为 38.28 mg/kg 时种蛋受精率最高, 饲粮锰添加水平为 24.27 mg/kg 时健雏率最高, 饲粮中添加适宜水平锰可显著提高种蛋合格率、种蛋受精率和健雏率, 说明饲粮中添加适宜水平锰可显著改善产蛋期种鹅的繁殖性能。

表 4 饲粮锰添加水平对产蛋期种鹅血清抗氧化指标的影响

Table 4 Effects of dietary manganese supplemental level on serum antioxidant indices of breeding geese during laying period

项目 Items	组别 Groups						SEM	P 值 P-value
	I	II	III	IV	V	VI		
总抗氧化能力 T-AOC/(U/mL)	6.54 ^{ab}	8.93 ^{ab}	9.31 ^a	9.27 ^a	7.14 ^{ab}	6.03 ^b	0.43	0.049
丙二醛 MDA/(nmol/mL)	13.83 ^a	11.54 ^b	9.65 ^c	10.91 ^{bc}	11.21 ^{bc}	13.34 ^a	0.35	<0.001
总超氧化物歧化酶 T-SOD/(U/mL)	291.25	309.62	324.65	405.48	333.67	310.96	16.36	0.447
谷胱甘肽过氧化物酶 GSH-Px/(U/mL)	196.67	216.53	220.34	209.44	197.39	171.14	6.37	0.435

表 5 饲粮锰添加水平对产蛋期种鹅血清生殖激素指标的影响

Table 5 Effects of dietary manganese supplemental level on serum reproductive hormone indices of breeding geese during laying period

项目 Items	组别 Groups						SEM	P 值 P-value
	I	II	III	IV	V	VI		
促卵泡素 FSH/(mIU/mL)	3.49 ^{ab}	4.69 ^a	4.96 ^a	3.80 ^{ab}	3.47 ^{ab}	2.87 ^b	0.24	0.039
催乳素 PRL/(mIU/L)	245.59	316.27	327.20	282.99	264.39	251.40	21.42	0.867
雌二醇 E2/(pg/mL)	138.39	167.46	168.94	165.96	140.54	136.19	6.29	0.392

3.2 饲粮锰添加水平对产蛋期种鹅蛋品质的影响

蛋鸡集约化养殖中生产强度大, 由于饲粮微量元素供给不足等导致机体微量元素缺乏, 无法满足产蛋需要, 进而对生产性能及蛋品质造成影响^[15-16]。Gheisari 等^[17]研究表明, 饲粮中添加 NRC(1994) 推荐量的 50%~70% 有机形式锌、锰、铜能够满足蛋鸡生产性能, 并提高蛋壳与蛋白质量。刘汉林等^[18]研究表明, 饲粮中锰的缺乏导致破损、软壳和异形蛋增加, 蛋壳品质下降。彭秀丽等^[19]研究表明, 饲粮中锰水平能够显著影响破蛋率、蛋壳强度、厚度及蛋壳的化学成分, 在基础饲粮中添加 90 mg/kg 锰即可保证蛋鸡良好的生产性能及蛋品质。周旻瑶等^[20]研究表明, 饲粮中添加 60 mg/kg 的蛋氨酸锰可显著提高蛋鸡蛋的哈氏单位、蛋壳厚度及蛋壳强度, 能明显改善蛋品质。本试验结果显示, 饲粮锰添加水平对产蛋期种鹅蛋重、蛋形指数、蛋比重、蛋白高度、蛋黄颜

色、蛋黄比率、哈氏单位影响不显著, 对蛋壳厚度和蛋壳强度显著影响。此结果与彭秀丽等^[19]研究结果一致, 说明锰对蛋品质的影响主要在蛋壳, 对其余蛋品质指标影响不显著。而蛋壳强度和蛋壳厚度是评价蛋壳质量的重要指标, 可以降低蛋在运输及保存过程中的经济损失, 本试验研究对象为种鹅, 蛋壳强度和蛋壳厚度的对出壳率的影响尚需要进一步试验研究。

3.3 饲粮锰添加水平对产蛋期种鹅血清抗氧化指标的影响

锰是超氧化物歧化酶的活性组成成分, 同时也会影响组织非酶抗氧化蛋白的生成, 动物锰的营养状况影响机体组织的抗氧化状况^[21]。张雪君等^[5]研究表明, 饲粮锰添加水平为 90~120 mg/kg 时能显著提高血清总抗氧化能力和谷胱甘肽过氧化物酶活性, 并显著降低血清丙二醛含量。庄怀飞等^[22]研究表明, 种公牛饲粮中添加适宜水平的

锰可以提高血清中的总抗氧化能力和抗氧化酶活性,降低自由基和丙二醛含量。当动物饲料中锰缺乏时,机体的总抗氧化机能降低,在一定范围内适当提高饲料中锰水平可有效提高动物机体总抗氧化能力,但动物机体总抗氧化能力并非随饲料中锰水平增加而呈线性上升^[23]。这与本试验结果一致,饲料中添加适宜水平锰能够显著提高产蛋期种鹅血清总抗氧化能力和显著降低血清丙二醛含量,饲料锰添加水平对血清总超氧化物歧化酶、谷胱甘肽过氧化物酶活性影响不显著。这说明是饲料中添加 40 mg/kg 的锰可以提高产蛋期种鹅抗氧化能力。

3.4 饲料锰添加水平对产蛋期种鹅血清激素的影响

产蛋期母鸡缺锰时,产蛋率下降,血液中孕酮、雌激素、促黄体生成素和促卵泡素的含量下降^[24-25]。饲料添加锰可以显著提高产蛋高峰期肉种母鸡垂体中促卵泡素的表达^[26]。曹阳^[27]研究表明,辽宁绒山羊空怀期和妊娠 4 个月时,补饲 40、60 mg/kg 锰组血清雌二醇含量显著高于补饲 0、20 mg/kg 组。本试验研究发现,饲料中添加适宜水平的锰能够显著提高产蛋期种鹅血清促卵泡素含量,饲料锰添加水平对血清雌二醇、催乳素含量影响不显著,分析原因可能与物种、饲养方式、环境等因素有关。

4 结论

① 饲料中添加适宜水平锰能提高产蛋期种鹅繁殖性能、蛋壳厚度、蛋壳强度、血清总抗氧化能力和促卵泡素含量,降低血清丙二醛含量。

② 综合衡量各项指标,建议产蛋期种鹅饲料锰添加水平为 24.27~32.91 mg/kg(饲料中锰含量为 60.67~69.31 mg/kg)。

参考文献:

[1] 王夕国,李光玉,钟伟,等.锰的生物学功能及在畜禽中的研究进展[J].经济动物学报,2011,15(4):216-220,224.

[2] 吴爱芝,王晓琴,卢文彪,等.生物体系中含锰金属酶模型配合物的结构研究进展[J].广州化学,2005,30(2):57-61.

[3] MALECKI E A, HUTTNER D L, GREGER J L. Manganese status, gut endogenous losses of manganese, and antioxidant enzyme activity in rats fed varying

levels of manganese and fat[J].Biological Trace Element Research,1994,42(1):17-29.

- [4] GUARNER F, MALAGELADA J R. Gut flora in health and disease[J].The Lancet,2003,361(9356):512-519.
- [5] 张雪君,王宝维,葛文华,等.锰对 5~16 周龄五龙鹅血清生化指标、组织锰沉积量、抗氧化能力及胫骨发育的影响[J].动物营养学报,2014,26(5):1287-1293.
- [6] 任民,王宝维,葛文华,等.不同锰水平饲料添加枯草芽孢杆菌对 12~16 周龄五龙鹅生长性能、屠宰性能、抗氧化能力及血清生化指标的影响[J].动物营养学报,2016,28(11):3549-3556.
- [7] 袁建敏,冯于明,吴四朝.日粮锰水平对蛋鸡生产性能的影响[J].中国畜牧杂志,2000,36(1):14-16.
- [8] 郝洋洋,张修修,王玉,等.有机锌和有机锰对蛋种母鸡生产性能、蛋品质、抗氧化能力和免疫功能的影响[J].动物营养学报,2018,30(12):4931-4938.
- [9] TUORMAA T E. The adverse effects of manganese deficiency on reproduction and health: a literature review[J].Journal of Orthomolecular Medicine,1996,11(2):69-79.
- [10] 孔兰先,刘立国,于振梅,等.鸡锰缺乏症的诊疗[J].中国兽医杂志,2003,39(10):53.
- [11] OFFIONG S A, ABED S M. Fertility, hatchability and malformations in guinea fowl embryos as affected by dietary manganese[J].British Poultry Science,1980,21(5):371-375.
- [12] COOPER D M, CHUBB L G, ROWELL J G. The effect of manganese on reproduction in the domestic fowl[J].British Poultry Science,1963,4(1):83-90.
- [13] 梁远东,覃小荣,梁世忠.羟基蛋氨酸锌和锰对三黄鸡繁殖性能及蛋黄锌含量的影响[J].饲料博览,2006(7):1-3.
- [14] 曹阳,丛玉艳.锰对畜禽繁殖性能影响的研究进展[J].中国畜牧兽医,2012,39(6):239-242.
- [15] 赵斌亮.多种维生素和微量元素对蛋鸡生产性能及蛋壳质量的影响[D].硕士学位论文.杨凌:西北农林科技大学,2007.
- [16] 郝洋洋,张修修,王玉,等.有机锌和有机锰对蛋种母鸡生产性能、蛋品质、抗氧化能力和免疫功能的影响[J].动物营养学报,2018,30(12):4931-4938.
- [17] GHEISARI A A, SANEI A, SAMIE A, et al. Effect of diets supplemented with different levels of manganese, zinc, and copper from their organic or inorganic sources on egg production and quality characteristics in laying hens [J]. Biological Trace Element Re-

- search, 2011, 142(3):557-571.
- [18] 刘汉林, 吴维辉, 韩友文, 等. 家禽锰营养研究— I. 蛋鸡锰营养对蛋质、孵化率的影响[J]. 东北农学院学报, 1993, 24(3):268-275.
- [19] 彭秀丽, 邓干臻, 赵辉. 日粮钙、锰水平对蛋鸡生产性能及蛋品质的影响[J]. 中国兽医学报, 2002, 22(3):311-314.
- [20] 周旻瑶, 苗丽萍, 齐明星, 等. 饲料添加蛋氨酸锰对蛋鸡生产性能、蛋品质及血清生化指标的影响[J]. 动物营养学报, 2016, 28(9):2920-2926.
- [21] LEE M H, HYUN D H, MARSHALL K A, et al. Effect of overexpression of Bcl-2 on cellular oxidative damage, nitric oxide production, antioxidant defenses, and the proteasome [J]. *Free Radical Biology and Medicine*, 2001, 31(12):1550-1559.
- [22] 庄怀飞, 侯明海, 李彦芹, 等. 不同铜、锰水平对荷斯坦种公牛血清抗氧化指标的影响[J]. 中国农学通报, 2009, 25(4):1-5.
- [23] 马娅娅, SIDOEUN B, 刘丹, 等. 不同水平有机锰(明微矿锰)对肉鸡生长、免疫力和抗氧化活性的影响[J]. 中国家禽, 2011, 33(13):18-22.
- [24] 冯健, 冯泽光. 锰缺乏对蛋鸡生殖性能的影响[J]. 畜牧兽医学报, 1998, 29(6):499-505.
- [25] 曹盛丰, 陈鹭江. 锰对白耳鸡血浆 LH 雌激素孕酮含量的影响[J]. 上海农学院学报, 1987, 5(2):109-116.
- [26] XIE J J, TIAN C H, ZHU Y W, et al. Effects of inorganic and organic manganese supplementation on gonadotropin-releasing hormone- I and follicle-stimulating hormone expression and reproductive performance of broiler breeder hens [J]. *Poultry Science*, 2014, 93(4):959-969.
- [27] 曹阳. 日粮锰水平对辽宁绒山羊母羊血液繁殖指标的影响[J]. 饲料工业, 2017, 38(3):18-22.

Effects of Dietary Manganese Supplemental Level on Reproductive Performance, Egg Quality, Serum Reproductive Hormone and Antioxidant Indices of Breeding Geese during Laying Period

WANG Hefei¹ LI Wenli^{1*} SUI Fuliang¹ DAI Guotao² SHI Jing² WANG Baowei²

(1. College of Animal Science and Technology, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China; 2. Nutrition and Feed Laboratory of China Agriculture Research System, Institute of High Quality Waterfowl, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

Abstract: This experiment was conducted to study the effects of dietary manganese supplemental level on reproductive performance, egg quality, serum reproductive hormone and antioxidant indices of breeding geese during laying period. A total of 120 thirty-four-week-old breeding geese with the similar body condition were randomly divided into 6 groups with 4 replicates per group and 5 geese per replicate (1 male and 4 female). Geese in the group I (control group) were fed a basal diet (manganese content was 36.40 mg/kg), and the others in the experimental groups (groups II to VI) were fed basal diets supplemented with 20, 40, 60, 80, 100 mg/kg manganese, respectively. The experiment lasted for 10 weeks. The results showed as follows: 1) the laying rate of group III was significantly higher than that of groups I, II, V and VI ($P < 0.05$ or $P < 0.01$), the hatching egg qualified rate of groups II and III was significantly higher than that of groups I, V and VI ($P < 0.05$), the hatching egg fertilization rate and hatching egg hatching rate of group III were significantly lower than those of other groups ($P < 0.05$ or $P < 0.01$), and the healthy rate of group III was significantly higher than that of groups I, IV, V and VI ($P < 0.05$ or $P < 0.01$). 2) The eggshell strength of group III was significantly higher than that of other groups ($P < 0.05$ or $P < 0.01$), and the eggshell thickness of group III was significantly higher than that of groups I, II, V and VI ($P < 0.05$ or $P < 0.01$). 3) The serum total antioxidant capacity of groups III and IV was significantly higher than that of group VI ($P < 0.05$), and the serum malondialdehyde content of group III was significantly lower than that of groups I, II and VI ($P < 0.05$ or $P < 0.01$). 4) The serum follicle stimulating hormone content of groups II and III was significantly higher than that of group VI ($P < 0.05$). 5) Using the hatching egg qualified rate, hatching egg fertilization rate and healthy rate as indices, according to the regression equation of the quadratic curve model, the hatching egg qualified rate got the highest when dietary manganese supplemental level was 32.91 mg/kg, the hatching egg fertilization rate got the highest when dietary manganese supplemental level was 38.28 mg/kg, and the healthy rate got the highest when dietary manganese supplemental level was 24.27 mg/kg. In conclusion, dietary suitable manganese supplemental level can improve the reproductive performance, eggshell thickness, eggshell strength, serum total antioxidant capacity and follicle stimulating hormone content of breeding geese during laying period, decrease the serum malondialdehyde content. It is suggested that the dietary manganese supplemental level of breeding geese during laying period is 24.27 to 32.91 mg/kg (dietary manganese content is 60.67 to 69.31 mg/kg). [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2019, 31(7):3095-3102]

Key words: manganese; breeding geese; reproductive performance; egg quality; antioxidant; reproductive hormone