

# 维生素、矿物质与能量蛋白质水平对浙东白鹅母鹅繁殖性能、血液生殖激素浓度及生殖轴相关基因 mRNA 相对表达量的影响

赵鑫<sup>1,2</sup> 邵涛<sup>2</sup> 王亚琴<sup>3\*</sup> 罗锦标<sup>4</sup> 陈维虎<sup>4</sup> 孙红霞<sup>4</sup> 周卫东<sup>1\*</sup>

(1. 浙江省农业科学院畜牧兽医研究所, 杭州 310021; 2. 南京农业大学动物科技学院, 南京 210095;

3. 浙江省宁波市畜牧兽医局, 宁波 315012; 4. 浙江省象山县畜牧兽医总站, 象山 315700)

**摘要:** 本试验通过在饲料中添加维生素与矿物质、调整饲料能量蛋白质水平, 旨在研究其对浙东白鹅母鹅繁殖性能、血液生殖激素浓度和生殖轴相关基因 mRNA 相对表达量的影响。选择 138 只月龄相近的浙东白鹅种母鹅, 按体重相近原则分为 3 组, 分别饲喂不同的饲料, 试验期 150 d, 测定繁殖性能(平均产蛋数、平均蛋重、受精率和孵化率)、血液生殖激素[卵泡刺激素(FSH)、促黄体生成素(LH)、孕酮( $P_4$ )、雌二醇( $E_2$ )、催乳素(PRL)]浓度和生殖轴相关基因[促性腺激素释放激素(GnRH)、卵泡刺激素- $\beta$ (FSH $\beta$ )、雌激素受体 1(ESR1)、雌激素受体 2(ESR2)、卵泡刺激素受体(FSHR)、催乳素(PRL)、催乳素受体(PRLR)]mRNA 相对表达量的变化。结果表明: 1) 添加维生素与矿物质可显著提高浙东白鹅母鹅第 1 产蛋周期平均蛋重和受精率( $P < 0.05$ ); 提高第 2 产蛋周期内血液 FSH 和  $P_4$  的浓度, 降低 LH 浓度, 改变  $E_2$ 、 $P_4$  和 PRL 浓度波动( $P < 0.05$ ); 下调下丘脑 PRLR、垂体 PRL 和卵巢 PRLR 基因的 mRNA 相对表达量( $P < 0.05$ ), 上调卵巢 ESR2 基因的 mRNA 相对表达量( $P < 0.05$ )。2) 调整饲料能量蛋白质水平可显著提高浙东白鹅母鹅第 2 产蛋周期平均蛋重( $P < 0.05$ ); 提高浙东白鹅第 2 产蛋周期内血液 LH 浓度, 降低 FSH 浓度, 改变  $E_2$  和  $P_4$  浓度波动( $P < 0.05$ ); 上调下丘脑 GnRH、垂体 PRL 和 PRLR 基因的 mRNA 相对表达量( $P < 0.05$ ), 下调卵巢 FSHR 基因的 mRNA 相对表达量( $P < 0.05$ )。由此得出, 添加维生素与矿物质、调整饲料能量蛋白质水平可通过影响产蛋周期内部分血液生殖激素浓度和波动, 局部调节生殖轴相关基因的 mRNA 相对表达量, 改善浙东白鹅母鹅的繁殖性能。

**关键词:** 浙东白鹅; 维生素; 矿物质; 能量蛋白质水平; 繁殖性能; 激素; 生殖轴; mRNA

**中图分类号:** S816

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006-267X(2012)06-1110-09

近年来, 市场对畜产品需求的多样化促进了规模化养鹅业的发展。浙东白鹅是我国南方地区重要的良种鹅之一, 具有早期生长快、肉质鲜嫩、性成熟早和抗病力强等诸多优点<sup>[1]</sup>, 为市场和养殖户(场)所认可。但是, 浙东白鹅母鹅具有较强的繁殖季节性和就巢性, 是制约其规模化养殖的

主要瓶颈之一<sup>[2]</sup>。定向选育是提高畜禽繁殖性能的关键, 近年来的持续选育使浙东白鹅的繁殖性能有了长足进步, 但仍不能满足市场的要求。研究证实, 在饲料中补充维生素与矿物质<sup>[3]</sup>、提供营养平衡饲料<sup>[4]</sup>等均可显著提高雌禽的繁殖性能。由于我国尚未建立鹅的饲养标准<sup>[5]</sup>, 浙东白鹅一

收稿日期: 2011-12-15

基金项目: 浙江省宁波市农业科研攻关项目(2009C10024)

作者简介: 赵鑫(1985—), 男, 山西太原人, 硕士研究生, 从事畜禽营养调控的研究。E-mail: zhaoxin850425@126.com

\* 通讯作者: 王亚琴, 推广研究员, E-mail: yqwang11@hotmail.com; 周卫东, 副研究员, 硕士生导师, E-mail: wyj0723@hzcnc.com

直延续着青饲料加补饲的较粗放饲养方式,这可能影响鹅正常的繁殖性能。本试验通过添加维生素与矿物质、调整饲粮能量蛋白质水平,研究其对浙东白鹅母鹅繁殖性能、血液生殖激素浓度和生殖轴相关基因 mRNA 相对表达量的影响,以期从营养角度改善种母鹅繁殖性能提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验动物

选择体质健康、19~20月龄浙东白鹅种母鹅138只,按照体重相近(组间统计无显著差异, $P>0.05$ )的原则分为试验1组、试验2组和试验3组,每组46只。每组放入健康成年种公鹅8只。试验从2010年8月1日开始,预试期15d,正试期150d(2个产蛋周期,第1产蛋周期从2010年8月16日到2010年10月25日,第2产蛋周期从2010年10月26日到2010年12月31日)。试验在浙江象山文杰养鹅场进行。

1.2 试验饲粮

试验饲粮组成及营养水平见表1。试验1组、试验2组和试验3组分别饲喂鹅场自配料1、在鹅

场自配料1基础上添加维生素和矿物质的鹅场自配料2和试验料。试验料的代谢能和粗蛋白质含量分别为11.28 MJ/kg和14.48%,分别比鹅场自配料1和自配料2提高9.94%和26.80%。

1.3 饲养管理

试验鹅采用地面平养,鹅舍为封闭式,内设产蛋窝、食槽和饮水槽,运动场为全开放式,并与河道相连,以满足鹅戏水习性。供试饲粮按照每只每天250g分2次(06:00、16:00)投喂,并在16:30每组补饲4~5kg青草。按照《浙东白鹅规模饲养技术规程》进行常规免疫、捡蛋和日常管理。

1.4 测定指标和方法

1.4.1 繁殖性能

平均产蛋数和平均蛋重:记录每天各组的产蛋数,逐个编号称重,计算平均产蛋数和平均蛋重。

受精率和孵化率:种蛋入孵后第6天进行头照蛋,挑出无精蛋和死精蛋;第12天进行二照蛋,挑出死胎蛋。记录无精蛋数和死胎蛋数,计算受精率和孵化率,计算公式如下:

$$\text{受精率}(\%) = 100 \times \text{受精蛋数} / \text{入孵蛋数};$$
$$\text{孵化率}(\%) = 100 \times \text{出雏数} / \text{受精蛋数}。$$

表1 试验饲粮组成及营养水平(风干基础)  
Table 1 Composition and nutrient levels of experimental diets (air-dry basis) %

项目 Items	自配料1 Farm diet 1	自配料2 Farm diet 2	试验料 Test diet
原料 Ingredients			
稻谷 Paddy	19.50	19.50	10.00
大麦 Barley grain	38.80	38.80	20.00
小麦 Wheat grain	13.90	13.90	10.00
米糠 Rice bran	9.80	9.80	5.00
麸皮 Wheat bran	7.00	7.00	5.00
苜蓿草粉 Alfalfa meal	11.00	11.00	7.00
玉米 Corn			35.00
豆粕 Soybean meal			8.00
合计 Total	100.00	100.00	100.00
添加剂(外加) Additive(extra) <sup>1)</sup>		1.00	1.00
营养水平 Nutrient levels <sup>2)</sup>			
代谢能 ME(MJ/kg) <sup>3)</sup>	10.26	10.26	11.28
粗蛋白质 CP	11.42	11.42	14.48
钙 Ca	0.25	0.25	0.21
磷 P	0.50	0.50	0.40

<sup>1)</sup> 每千克添加剂含 Contained the following per kg of additive: Cu (as copper sulfate) 2 000 mg, Fe (as ferrous sulfate) 4 000 mg, Se (as sodium selenite) 250 mg, Zn (as zinc sulfate) 5 000 mg, VE 12 000 mg, VC 60 000 mg, VA 5 000 mg。  
<sup>2)</sup> 计算值 Calculated values。  
<sup>3)</sup> 参考鸡的代谢能。Referred to the metabolizable energy of chickens.

## 1.4.2 血液生殖激素浓度

### 1.4.2.1 血样采集

每组随机选取母鹅 6 只,在第 2 产蛋周期内选择 7 个采血时间点(产蛋期:第 1~2 枚、第 4~5 枚和第 6~7 枚;就巢期:第 1~2 天、第 10~12 天和第 20~22 天;恢复期:第 7~8 天),翅静脉采血 5 mL/只,收集于加有 0.2 mL EDTA 抗凝剂(浓度为 0.02 mol/L)的离心管内,轻轻摇匀后,经 3 000 r/min 离心 10 min,收集上清液,置于 -20 ℃ 冰箱中保存备用。用“泄殖腔托蛋”方法<sup>[6]</sup>确定母鹅产蛋枚数;母鹅停止产蛋,耻骨端变硬且间距缩小,采食次数减少,抱窝时间延长,确定进入就巢期;母鹅就巢后期饮水、采食次数明显增多,进窝次数明显减少,确定进入恢复期。

### 1.4.2.2 测定指标与方法

采用放射免疫法测定母鹅血液中卵泡刺激素(follicle stimulating hormone, FSH)、促黄体生成素(luteinizing hormone, LH)、孕酮(progesterone, P<sub>4</sub>)、雌二醇(estrogen, E<sub>2</sub>)、催乳素(prolactin, PRL)的浓度。测定工作委托北京华英生物技术研究完成,测定的批内和批间误差分别为:2.5%、2.4%、5.0%、10.0%、5.0% 和 8.7%、7.5%、10.0%、15.2%、10.0%。

## 1.4.3 生殖轴相关基因 mRNA 相对表达量

### 1.4.3.1 脑和卵巢采集

在第 2 产蛋周期末,每组选取 4 只母鹅,在无麻醉的情况下断头宰杀,参照 Zhou 等<sup>[7]</sup>报道的方法快速取出鹅脑,并摘出卵巢,用液氮快速冷冻。完成现场采样后,鹅脑和卵巢置于 -80 ℃ 冰箱中保存,备测促性腺激素释放激素(gonadotropin releasing hormone, GnRH)、卵泡刺激素- $\beta$ (follicle stimulating hormone- $\beta$ , FSH $\beta$ )、雌激素受体 1(estrogen receptor 1, ESR1)、雌激素受体 2(estrogen receptor 2, ESR2)、卵泡刺激素受体(follicle stimulating hormone receptor, FSHR)、催乳素(prolactin, PRL)、催乳素受体(prolactin receptor, PRLR)基因 mRNA 相对表达量。

### 1.4.3.2 总 RNA 提取

参照 Zhou 等<sup>[7]</sup>报道的方法,取下丘脑、垂体和卵巢组织各 100 mg 左右,卵巢组织采样以避免卵泡为原则。采集的组织样置于用冰预冷的玻璃组织研磨器中捣碎,使用 RNeasy Lipid Tissue Mini Kit 试剂盒(美国 QIAGEN 公司)提取组织样的总

RNA。提取的总 RNA 经微量分光光度计检测浓度和纯度后,贮存在 -40 ℃ 冰箱中保存备用。

### 1.4.3.3 实时荧光定量 PCR

根据 GenBank 中目标基因的 mRNA 序列,利用 Primer Premier 5.0 软件设计 PCR 引物,并委托上海英骏生物技术有限公司合成,引物序列见表 2。采用 One Step SYBR PrimeScript PT-PCR Kit II 试剂盒(TaKaRa 大连分公司)在 ABI7300 实时荧光定量 PCR 仪(美国 ABI 公司)中完成目标基因和内参基因[3-磷酸甘油醛脱氢酶(glyceraldehydes-3-phosphate dehydrogenase, GAPDH)] mRNA 相对表达量检测。反应体系(25  $\mu$ L)为:2  $\times$  One Step SYBR PT-PCR Buffer 4 12.5  $\mu$ L、PrimeScript 1 Step Enzyme Mix 2 1  $\mu$ L、上游引物(10  $\mu$ mol/L)1  $\mu$ L、下游引物(10  $\mu$ mol/L)1  $\mu$ L、模板总 RNA 2  $\mu$ L、ROX Reference Dye 0.5  $\mu$ L、RNase Free dH<sub>2</sub>O 7  $\mu$ L。反应程序为:42 ℃ 反转录 5 min,95 ℃ 预变性 10 s,95 ℃ 变性 5 s,60 ℃ 退火延伸 30 s,40 个循环后,进入熔解曲线程序 64~94 ℃,升温速度为每 10 s 0.5 ℃。

## 1.5 数据分析

试验结果用平均值  $\pm$  标准误表示。蛋重、血液生殖激素浓度和生殖轴相关基因 mRNA 相对表达量的组间差异采用 *t* 检验,受精率和孵化率采用  $\chi^2$  检验,血液生殖激素浓度波动先采用双因子(时间和组别)方差分析,如显著则采用 Duncan 氏法进行多重比较。 $P < 0.05$  表示有显著差异。

## 2 结 果

### 2.1 浙东白鹅母鹅第 1、2 产蛋周期内繁殖性能变化

由表 3 可知,试验 2 组第 1、2 产蛋周期的平均产蛋数分别比试验 1 组低 0.39 和 0.27 枚/只,第 1 产蛋周期的平均蛋重和种蛋受精率显著高于试验 1 组( $P < 0.05$ ),其他指标组间均无显著差异( $P > 0.05$ )。试验 3 组第 1、2 产蛋周期的平均产蛋数分别比试验 2 组高 0.87 和 0.74 枚/只,第 2 产蛋周期的平均蛋重显著高于试验 2 组( $P < 0.05$ ),其他指标组间均无显著差异( $P > 0.05$ )。3 个试验组第 2 产蛋周期的平均产蛋数均略低于第 1 产蛋周期。

表 2  实时荧光定量 PCR 引物序列  
Table 2  Primer sequence for real time qPCR

基因 Gene	登录号 Accession No.	引物序列 Primer sequence	片段大小 Product size/bp
促性腺激素释放激素 GnRH	DQ023158	Forward;5'-GTCTGTGGAAATCTGCTTGGCTC-3' Reverse;5'-CAGACTTGCCATGGCTTCCTTCA-3'	199
卵泡刺激素-β FSHβ	EU563910	Forward;5'-GATACTGCTTCACAAGGGATCC-3' Reverse;5'-CAGACTTGCCATGGCTTCCTTCA-3'	157
雌激素受体 1 ESR1	EF502025	Forward;5'-TATTACTGGACAGGAATCAAGGGA-3' Reverse;5'-CAGGATGATGGACTTAAGGCA-3'	137
雌激素受体 2 ESR2	EF621308	Forward;5'-CGGCTACGGAATGCTATGA-3' Reverse;5'-GCACTTGATCTTCTGAATTGCG-3'	106
卵泡刺激素受体 FSHR	NM_205079	Forward;5'-TTCATCTGCCAGGAGATCAAG-3' Reverse;5'-CATGAAGTCCTGTGAAAGCTC-3'	124
催乳素 PRL	DQ660983	Forward;5'-TTTGTGCTGGTGGTCTCCTTC-3' Reverse;5'-GAGAGTTTAACCGCACGGTC-3'	138
催乳素受体 PRLR	DQ660982	Forward;5'-CCCAAGGAAACAGACAGCGAC-3' Reverse;5'-TCCGTTCTAAGGCTACGCAC-3'	180
3-磷酸甘油醛脱氢酶 GAPDH	DQ821717	Forward;5'-TGATGCTCCCATGTTCGTGAT-3' Reverse;5'-GGTGGTGCTAAGCGTGTCATC-3'	171

表 3  浙东白鹅母鹅第 1、2 产蛋周期内繁殖性能变化  
Table 3  Changes of reproductive performance during the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> laying cycles of female Zhedong white geese

项目 Items	第 1 产蛋周期 The 1 <sup>st</sup> laying cycle			第 2 产蛋周期 The 2 <sup>nd</sup> laying cycle		
	试验 1 组 Experimental group 1	试验 2 组 Experimental group 2	试验 3 组 Experimental group 3	试验 1 组 Experimental group 1	试验 2 组 Experimental group 2	试验 3 组 Experimental group 3
母鹅数 No. of female geese/只	46	46	46	45	44	43
平均产蛋数 Average egg number/(枚/只)	5.37	4.98	5.85	5.11	4.84	5.58
平均蛋重 Average egg weight/(g/枚)	165.32 ±1.32	172.36 ±1.23 <sup>*</sup>	170.2 ±1.12	163.11 ±1.19	163.40 ±1.40	166.94 ±1.29 <sup>#</sup>
受精率 Fertility rate/%	65.59	78.17 <sup>*</sup>	79.18	81.30	82.16	80.00
孵化率 Hatchability rate/%				85.56	83.43	87.15

<sup>\*</sup>表示试验 1 组和试验 2 组间有显著差异 ( $P < 0.05$ ), <sup>#</sup>表示试验 2 组和试验 3 组间有显著差异 ( $P < 0.05$ )。  
<sup>\*</sup> means significant difference between experimental groups 1 and 2 ( $P < 0.05$ ), and <sup>#</sup> means significant difference between experimental groups 2 and 3 ( $P < 0.05$ ).

2.2 浙东白鹅母鹅第 2 产蛋周期内血液生殖激素浓度变化

浙东白鹅母鹅第 2 产蛋周期内血液生殖激素浓度变化见图 1。  
与试验 1 组相比,试验 2 组具有较高的 FSH、P<sub>4</sub> 浓度,其中就巢期第 1~2 天、第 20~22 天的 FSH,就巢期第 1~2 天、第 10~12 天和恢复期第 7~8 天的 P<sub>4</sub> 浓度显著提高 ( $P < 0.05$ );试验 2 组

产蛋期 E<sub>2</sub> 浓度较低,但在就巢期和恢复期明显提高;试验 2 组具有较低的 LH(除就巢期第 20~22 天)和 PRL(除产蛋期第 6~7 枚和就巢期第 1~2 天)浓度,其中就巢期第 1~2 天、第 10~12 天和恢复期第 7~8 天的 LH,就巢期第 10~12 天的 PRL 浓度显著降低 ( $P < 0.05$ )。第 2 产蛋周期内试验 2 组的 E<sub>2</sub>、P<sub>4</sub> 和 PRL 的浓度呈现与试验 1 组不同的显著变化 ( $P < 0.05$ ),其中 PRL 峰值较试

验 1 组早出现,FSH 和 LH 的浓度波动组间无显著差异( $P > 0.05$ )。

与试验 2 组相比,试验 3 组具有较高的 LH (除产蛋期第 4~5 枚和就巢期第 20~22 天)和  $P_4$  浓度(除产蛋期第 4~5 枚和就巢期第 10~22 天),其中就巢期第 1~2 天、第 10~12 天的 LH 浓度显著提高( $P < 0.05$ );试验 3 组具有较低的 FSH (除恢复期第 7~8 天)、 $E_2$  (除就巢期第 1~2 天、第 20~22 天和恢复期第 7~8 天)和 PRL (除就巢期第 1~2 天、第 10~12 天和第 20~22 天)浓度,其中就巢期第 1~2 天的 FSH 浓度显著降低( $P < 0.05$ )。第 2 产蛋周期内试验 3 组的  $E_2$ 、 $P_4$  和 PRL 的浓度呈现与试验 2 组不同的显著变化( $P < 0.05$ ),FSH 和 LH 浓度波动组间无显著差异( $P > 0.05$ )。

### 2.3 浙东白鹅母鹅第 2 产蛋周期末生殖轴相关基因 mRNA 相对表达量

试验 2 组下丘脑 GnRH (图 2-A)、卵巢 ESR1、ESR2 (图 2-C) 基因的 mRNA 相对表达量均不同程度高于试验 1 组,其中 ESR2 基因的 mRNA 相对表达量达到显著水平( $P < 0.05$ );下丘脑 PRLR (图 2-A),垂体 PRL、PRLR 和 FSH $\beta$  (图 2-B),卵巢 PRL、PRLR 和 FSHR (图 2-D) 基因的 mRNA 相对表达量均低于试验 1 组,其中下丘脑 PRLR 和垂体 PRL 基因的 mRNA 相对表达量达到显著水平( $P < 0.05$ )。试验 3 组下丘脑 GnRH、PRLR (图 2-A),垂体 PRL、PRLR 和 FSH $\beta$  (图 2-B),卵巢 ESR2 (图 2-C) 基因的 mRNA 相对表达量均不同程度高于试验 2 组,其中下丘脑 GnRH 和垂体 PRL、FSH $\beta$  基因的 mRNA 相对表达量达到显著水平( $P < 0.05$ );卵巢 ESR1、PRL、PRLR 和 FSHR (图 2-C、图 2-D) 基因的 mRNA 相对表达量均低于试验 2 组,其中卵巢 FSHR 基因的 mRNA 相对表达量达到显著水平( $P < 0.05$ )。在 3 个试验组的母鹅下丘脑中均未能检测到 PRL 基因的表达。

## 3 讨论

### 3.1 维生素、矿物质与能量蛋白质水平对浙东白鹅母鹅繁殖性能的影响

本研究结果显示,添加维生素、矿物质可以显著提高浙东白鹅母鹅第 1 产蛋周期平均蛋重和种蛋受精率,与在蛋鸡中的研究结果类似<sup>[8-9]</sup>,但对

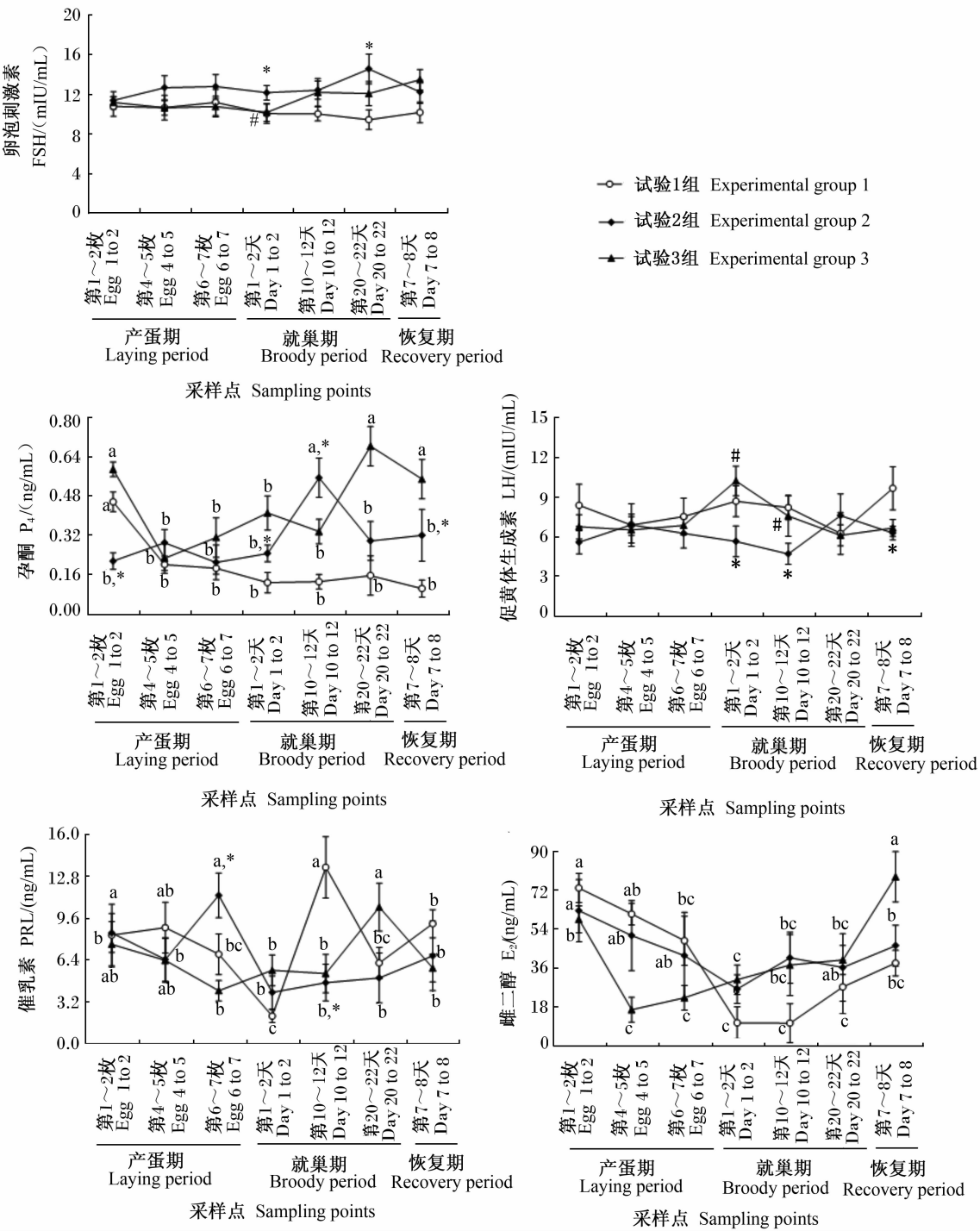
平均产蛋数和第 2 产蛋周期平均蛋重、受精率和孵化率均没有显著影响,表明维生素、矿物质添加剂对母鹅繁殖性能的影响具有短期性。本研究结果还显示,提高饲料能量蛋白质水平可提高母鹅产蛋数和平均蛋重,但对受精率和孵化率等影响较小,表明适当提高饲料的营养水平有利于改善浙东白鹅母鹅的繁殖性能,但需要的时间较长。

### 3.2 维生素、矿物质与能量蛋白质水平对浙东白鹅母鹅繁殖周期内血液生殖激素浓度的影响

血液中较高浓度的 FSH、LH、 $E_2$  和  $P_4$  对雌禽维持产蛋非常重要<sup>[10-11]</sup>,PRL 是禽类就巢行为发生和维持的重要因素。本研究结果显示,添加维生素、矿物质可以提高母鹅血液 FSH、 $P_4$  和就巢、恢复期间  $E_2$  等激素浓度,降低 LH 浓度,并显著改变  $E_2$ 、 $P_4$  和 PRL 浓度波动,提前并降低了 PRL 出现波峰的时间及峰度;提高饲料能量蛋白质水平可以提高母鹅血液中 LH 和  $P_4$  浓度,降低 FSH 及产蛋期间  $E_2$  和 PRL 浓度,并显著改变  $E_2$  和  $P_4$  等浓度波动。这表明添加维生素、矿物质或提高饲料能量蛋白质水平均可以通过影响浙东白鹅母鹅血液生殖激素浓度和波动,改善其繁殖性能。

### 3.3 维生素、矿物质与能量蛋白质水平对浙东白鹅母鹅生殖轴相关基因 mRNA 相对表达量的影响

动物的繁殖主要受到下丘脑-垂体-性腺组成的生殖轴调控<sup>[12]</sup>,其中在很大程度上依赖于下丘脑 GnRH 的脉冲方式释放<sup>[13]</sup>,通过激活磷脂酶 C-磷酸肌醇-蛋白激酶 C (PKC) 信号传导通路,刺激垂体前叶促性腺激素 LH 和 FSH 的合成与分泌<sup>[14]</sup>。本研究结果显示,添加维生素、矿物质后通过下调母鹅下丘脑 PRLR 和垂体 PRL 基因 mRNA 相对表达量,减弱 PRL 与 PRLR 的结合,上调卵巢 ESR2 基因 mRNA 相对表达量,增强  $E_2$  与 ESR2 的结合,改善母鹅的繁殖性能。研究表明,生殖轴 PRL 信号的弱化有利于缩短母鹅就巢时间,增加繁殖季节内的产蛋窝数<sup>[15]</sup>。本研究结果还显示,提高饲料能量蛋白质水平可上调母鹅下丘脑 GnRH 信号,并增加垂体 PRL 和 FSH $\beta$  信号。研究发现,下丘脑 GnRH 信号的上调可促进垂体 FSH 和 LH 合成和分泌,提高血液  $P_4$ 、 $E_2$  浓度,从而改善母鹅繁殖性能<sup>[16]</sup>。尽管提高饲料能量蛋白质水平能使下丘脑 PRLR 水平增加,但由于在下丘脑中检测不到 PRL 基因的表达,因此推测可能在产蛋周期中形不成 PRL 信号。

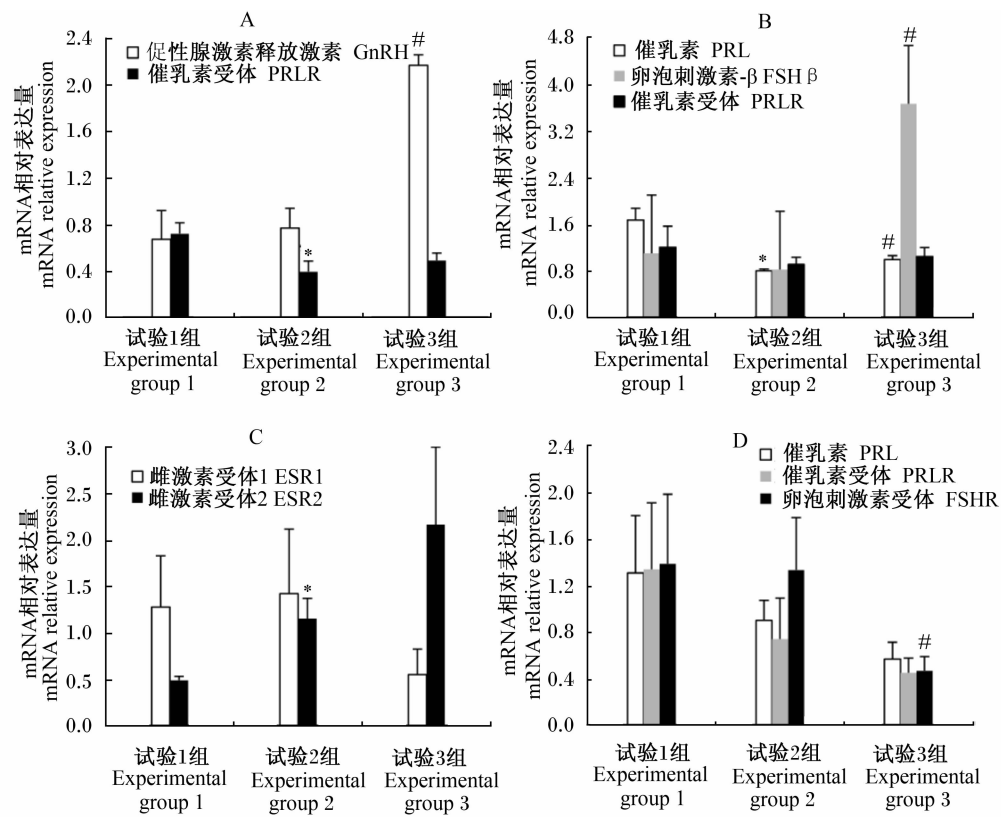


数据点标注 \* 表示试验 1 组和试验 2 组间有显著差异 ( $P < 0.05$ ), # 表示试验 2 组和试验 3 组间有显著差异 ( $P < 0.05$ ), 不同小写字母表示组内不同采样点间有显著差异 ( $P < 0.05$ )。

Date points with \* means significant difference between groups 1 and 2 ( $P < 0.05$ ), while with # means significant difference between groups 2 and 3 ( $P < 0.05$ ), and with different small letters mean significant difference among different sampling points of the same group ( $P < 0.05$ ).

图 1 浙东白鹅母鹅第 2 产蛋周期内血液生殖激素浓度变化

Fig. 1 Changes of blood reproductive hormone concentrations of female Zhedong white geese during the 2<sup>nd</sup> laying cycle



数据柱标注 \* 表示试验 1 组和试验 2 组间有显著差异 ( $P < 0.05$ ), # 表示试验 2 组和试验 3 组间有显著差异 ( $P < 0.05$ )。

Date columns with \* means significant difference between experimental groups 1 and 2 ( $P < 0.05$ ), while with # means significant difference between experimental groups 2 and 3 ( $P < 0.05$ ).

图 2 浙东白鹅母鹅第 2 产蛋周期末下丘脑 (A)、垂体 (B) 和卵巢 (C、D) 相关基因 mRNA 相对表达量变化

Fig. 2 Changes of mRNA relative expression of related genes in hypothalamus (A), pituitary (B) and ovary (C, D) of female Zhedong white geese during the 2<sup>nd</sup> laying cycle

4 结 论

① 添加维生素与矿物质可以在短期内提高浙东白鹅母鹅蛋重和受精率,提高饲粮能量蛋白质水平可以提高母鹅产蛋数和蛋重,且具有长期性。

② 维生素与矿物质通过弱化生殖轴 PRL 信号,增加卵巢  $E_2$  信号和血液  $P_4$  浓度,而饲粮能量蛋白质水平通过上调下丘脑 GnRH 信号,提高卵巢 FSH $\beta$  信号和血液  $P_4$ 、 $E_2$  浓度,改善母鹅繁殖性能。

参考文献:

[1] 陈国宏,王克华,王金玉,等. 中国禽类遗传资源 [M]. 上海:上海科学技术出版社,2004.

[2] 吴慧英,贾汝敏,刘铀,等. 鹅繁殖就巢机理研究进

展[J]. 中国草食动物,2009,29(5):56-58.

[3] 马兆臣. 维生素 E 和硒对皖西白鹅繁殖性能和生殖免疫的影响[D]. 硕士学位论文. 合肥:安徽农业大学,2007:25-26.

[4] HARMS R H, RUSSELL G B, SLOAN D R. Performance of four strains of commercial layers with major changes in dietary energy[J]. The Journal of Applied Poultry Research, 2000, 9(4):535-541.

[5] 闵育娜. 我国养鹅业现状及前景展望[J]. 中国畜牧杂志, 2005, 41(5):57-59.

[6] 李昂,王宏,王光瑛,等. 番鸭产蛋规律的研究[J]. 中国家禽, 2004, 8(1):100-103.

[7] ZHOU W D, MURAKAMI M, HASEGAWA S, et al. Neuropeptide Y content in the hypothalamic paraventricular nucleus responds to fasting and refeeding in

- broiler chickens [J]. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 2005, 141 (2): 146 – 152.
- [ 8 ] MUDUULI D S, MARQUARDT R R, GUENTER W. Effect of dietary vicine and vitamin E supplementation on the productive performance of growing and laying chickens [J]. *British Journal of Nutrition*, 1982, 47 (1): 53 – 60.
- [ 9 ] ABDALLA A A, NEMA A M, NAGDIA Y E. Effect of vitamin A supplementation on the performance and immune response of bandarrah chicken [J]. *Egypt Poultry Science*, 2009, 29 (1): 221 – 239.
- [ 10 ] YOUNGREN O M, HALAWANI M E, SILSBY J L, et al. Effect of reproductive condition on luteinizing hormone and prolactin release induced by electrical stimulation of the turkey hypothalamus [J]. *General and Comparative Endocrinology*, 1993, 89 (2): 220 – 228.
- [ 11 ] REDDY I J, DAVID C G, SARMA P V, et al. The possible role of prolactin in laying performance and steroid hormone secretion in domestic hens [J]. *General and Comparative Endocrinology*, 2002, 127 (3): 249 – 255.
- [ 12 ] 杨玉, 黄应祥, 李清宏, 等. 不同日粮能量水平对蛋鸡血液 FSH、LH、P<sub>4</sub> 和产蛋率的影响 [J]. *畜牧兽医学报*, 2007, 38 (11): 1195 – 1203.
- [ 13 ] CLARKE I J, POMPOLO S. Synthesis and secretion of GnRH [J]. *Animal Reproduction Science*, 2005, 88 (1/2): 29 – 55.
- [ 14 ] DOUBOIS E A, ZANDBERGEN M A, PEUTE J, et al. Evolutionary development of three gonadotropin-releasing hormone (GnRH) systems in vertebrates [J]. *Brain Research Bulletin*, 2002, 57 (3): 413 – 418.
- [ 15 ] MARCH J B, SHARP P J, WILSON P W, et al. Effect of active immunization against recombinant-derived chicken prolactin fusion protein on the onset of broodiness and photoinduced egg laying in bantam hens [J]. *Journal of Reproduction and Fertility*, 1994, 101 (1): 227 – 233.
- [ 16 ] 刘家国, 张宝康, 赵志辉, 等. 中药组方对蛋鸡产蛋初期生产性能及相关激素和抗氧化能力的影响 [J]. *甘肃农业大学学报*, 2005, 40 (4): 457 – 461.



# Effects of Vitamin, Mineral, and Energy and Protein Levels on Reproductive Performance, Blood Reproductive Hormone Concentrations and Related Gene mRNA Relative Expression in Reproductive Axis of Female *Zhedong* White Geese

ZHAO Xin<sup>1,2</sup> SHAO Tao<sup>2</sup> WANG Yaqin<sup>3\*</sup> LUO Jinbiao<sup>4</sup>

CHEN Weihu<sup>4</sup> SUN Hongxia<sup>4</sup> ZHOU Weidong<sup>1\*</sup>

(1. Institute of Animal Husbandry and Veterinary Science, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China;

2. College of Animal Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 3. Ningbo Animal

Husbandry and Veterinary Bureau of Zhejiang Province, Ningbo 315012, China; 4. Xiangshan Station of

Animal Husbandry and Veterinary of Zhejiang Province, Xiangshan 315700, China)

**Abstract:** The effects of vitamin, mineral, and energy and protein levels on reproductive performance, blood reproductive hormone concentrations and related gene mRNA relative expression in reproductive axis of female *Zhedong* white goose were determined by adding vitamin and mineral, and regulating dietary energy and protein level. One hundred and thirty-eight female *Zhedong* white geese with the same month old were divided into 3 groups according to their body weight, which were provided 3 kinds of experimental diets. In the experimental period (150 d), the changes of reproductive performance (average egg number, average egg weight, fertility rate and hatchability rate), concentrations of blood reproductive hormones [follicle stimulating hormone (FSH), luteinizing hormone (LH), progesterone ( $P_4$ ), estrogen ( $E_2$ ) and prolactin (PRL)] and mRNA relative expression of related genes [gonadotropin releasing hormone (GnRH), follicle stimulating hormone- $\beta$  (FSH $\beta$ ), estrogen receptor 1 (ESR1), estrogen receptor 2 (ESR2), follicle stimulating hormone receptor (FSHR), PRL and prolactin receptor (PRLR)] in reproductive axis were measured. The results showed as follows: 1) adding vitamin and mineral significantly increased average egg weight and fertility rate during the 1<sup>st</sup> laying cycle ( $P < 0.05$ ), increased concentrations of blood FSH and  $P_4$ , decreased concentration of blood LH, changed  $E_2$ ,  $P_4$  and PRL pattern during the 2<sup>nd</sup> laying cycle ( $P < 0.05$ ), down-regulated GnRH, PRL and PRLR mRNA relative expression in the hypothalamus, pituitary and ovary, respectively, and up-regulated ESR2 mRNA relative expression in the ovary ( $P < 0.05$ ). 2) Regulating energy and protein level significantly increased average egg weight during the 2<sup>nd</sup> laying cycle ( $P < 0.05$ ), increased concentration of blood LH, decreased concentration of blood FSH, changed  $P_4$  and  $E_2$  pattern during the 2<sup>nd</sup> laying cycle ( $P < 0.05$ ), increased GnRH, PRL and PRLR mRNA relative expression in the hypothalamus and pituitary, and decreased FSHR mRNA relative expression in the ovary ( $P < 0.05$ ). The results of this study indicate that adding vitamin and mineral and regulating dietary energy and protein level improve reproductive performance by partly affecting concentrations and patterns of blood reproductive hormones, and local regulating related gene mRNA relative expression in reproductive axis of the female *Zhedong* white geese. [Chinese Journal of Animal Nutrition, 2012, 24(6):1110-1118]

**Key words:** *Zhedong* white goose; vitamin; mineral; energy and protein level; reproductive performance; hormone; reproductive axis; mRNA

\* Corresponding author, WANG Yaqin, extension professor, E-mail: yqwang11@hotmail.com; ZHOU Weidong, associate professor, E-mail: wyj0723@hzncnc.com