

饲料添加硒对生长期蛋鸭生长性能、 免疫机能及内分泌的影响

冯婧王安* 霍思远

(东北农业大学动物营养研究所, 哈尔滨 150030)

摘要: 本试验旨在研究饲料添加不同水平硒对生长期(5~11周)蛋鸭生长性能、免疫机能及内分泌的影响。试验选用5周龄、平均体重为(0.36±0.01) kg的金定蛋鸭150只,采用单因素试验设计,随机分为5个组,每组6个重复,每个重复5只鸭,分别饲喂在基础饲料(硒含量0.04 mg/kg)中添加0(对照组)、0.08、0.16、0.36和0.66 mg/kg硒(实际添加物为亚硒酸钠)的试验饲料,试验期为7周。结果表明:1)饲料中添加0.08和0.16 mg/kg硒可显著提高蛋鸭平均日增重,降低料重比($P < 0.05$)。2)与对照组相比,0.08 mg/kg硒添加组的脾脏鲜重、法氏囊鲜重及法氏囊指数显著升高($P < 0.05$),0.08和0.16 mg/kg硒添加组的血清白细胞介素-2(IL-2)含量显著升高($P < 0.05$)。硒水平对脾脏指数、胸腺指数及胸腺鲜重以及血清总蛋白(TP)含量的影响差异不显著($P > 0.05$)。3)血清三碘甲状腺原氨酸(T3)含量随硒水平的升高呈先升高后降低的趋势,而四碘甲状腺原氨酸(T4)含量则随硒水平的升高呈先降低后升高的趋势,但各组间差异均不显著($P > 0.05$)。饲料添加0.16 mg/kg硒时,血清生长激素(GH)含量显著高于对照组和0.66 mg/kg硒添加组($P < 0.05$)。综合分析,添加0.08~0.16 mg/kg硒可提高生长期蛋鸭的生长性能和免疫机能,调节相关激素分泌。

关键词: 硒;蛋鸭;生长性能;免疫机能;内分泌

中图分类号: S816.7

文献标识码: A

文章编号: 1006-267X(2011)10-1697-06

硒是动物体内必需的微量元素,在动物生长、免疫、抗氧化和繁育以及抗应激方面均有重要的作用。黑龙江省为缺硒地区,基础饲料中的硒不能满足动物生产及抗病力的需要,因此在基础饲料中额外添加一定比例的硒显得尤为重要。有研究表明,硒缺乏时,会通过抑制I型5'-脱碘酶(ID-I)活性来降低三碘甲状腺原氨酸(T3)浓度,从而抑制机体生长^[1]。此外,研究还表明,硒缺乏会使血清白细胞介素-2(IL-2)含量显著下降^[2],免疫器官重量显著降低^[3]。但前人试验对象多为猪、鸡和小鼠,对蛋鸭的研究较少。生长期是家禽生长发育最重要时期,影响育成后期和产蛋期的生产性能。由于我国对生长期蛋鸭饲料中

硒的添加量没有明确的规定,为此本文旨在研究不同硒水平对生长蛋鸭免疫机能、内分泌与生长性能的影响及相互之间的联系,试图推断硒的最适宜添加量,为我国蛋鸭饲料标准提供参考依据,同时为硒在蛋鸭生产中的作用提供一定的理论依据。

1 材料与试验方法

1.1 试验动物与试验设计

试验选用5周龄、平均体重(0.36±0.01) kg的金定蛋鸭150只,采用单因素试验设计,随机分为5个组,每个组6个重复,每个重复5只鸭,试验期为7周。试验参照美国NRC(1994)和台湾省畜

收稿日期:2011-04-21

基金项目:国家自然科学基金项目(30972111)

作者简介:冯婧(1986—),女,黑龙江哈尔滨人,硕士研究生,从事动物营养研究。E-mail: fengjing86114@163.com

*通讯作者:王安,研究员,硕士生导师,E-mail: wangan451@126.com

牧学会(1993)建议的饲养标准配制玉米-豆粕型基础饲料(硒含量为0.04 mg/kg),其组成及营养水平见表1。在基础饲料中分别添加0(I组,即对照组)、0.08(II组)、0.16(III组)、0.36(IV组)、0.66 mg/kg(V组)的硒(实际添加物为亚硒酸钠),配制5种试验饲料,每组试鸭分别饲喂1种试验饲料。

表1 基础饲料组成及营养水平(风干基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of the basal diet (air-dry basis) %

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
玉米 Corn	65.440
豆粕 Soybean	18.000
小麦麸 Wheat bran	13.000
食盐 NaCl	0.350
磷酸氢钙 CaHPO ₄	1.400
石粉 Limestone	1.300
蛋氨酸 Met	0.155
维生素预混料 Vitamin premix	0.025
矿物质预混料 Mineral premix	0.200
氯化胆碱 Choline chloride	0.130
合计 Total	100.000
营养水平 Nutrient levels	
粗蛋白质 CP	15.02
代谢能 ME/(MJ/kg)	11.43
钙 Ca	0.87
有效磷 AP	0.39
总磷 TP	0.63
硒 Se	0.04
蛋氨酸+胱氨酸 Met+Cys	0.66
赖氨酸 Lys	0.65

预混料为每千克饲料提供 Premix provides the following per kilogram of diet: VA 8 250 IU, VD 500 IU, VE 15 IU, VK 2.5 mg, VB₁ 3.75 mg, VB₂ 5.75 mg, VB₁₂ 0.012 5 mg, 泛酸 pantothenic acid 9.25 mg, 烟酸 nicotinic acid 57.5 mg, 叶酸 folic acid 1.25 mg, 生物素 biotin 0.1 mg, Cu 12 mg, Fe 96 mg, Mn 47 mg, Zn 62 mg, I 0.48 mg。

1.2 饲养管理

正式试验开始前,鸭舍进行严格地消毒,将试鸭饲养于3层层叠式金属笼中,自由采食和饮水,采用自然通风和光照,室温控制在(18±2)℃,保持鸭舍良好的卫生环境。试验期间每周记录耗料量,每2周称1次体重。试验结束时,禁食禁水

12 h后称重,并计算蛋鸭的平均日采食量、平均日增重以及料重比。

1.3 样品采集与指标测定

在试验的第49天,从每个重复中选取1只试鸭,于清晨空腹腋下翅静脉取血,并将血样置于37℃水浴30 min,然后放入离心机中以3 000 r/min离心15 min,析出的血清样品放于EP管,并保存在-20℃待用。采血后将试鸭颈动脉放血屠宰解剖,取出法氏囊、胸腺和脾脏,电子天平(0.01 g)称重,脾(胸腺、法氏囊)指数(g/kg)=脾(胸腺、法氏囊)鲜重/宰前空腹体重。

血清总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、球蛋白(GLB)含量采用日立CL7170型全自动生化分析仪测定,试剂盒由中生北控生物科技股份有限公司提供。血清IL-2含量以及甲状腺素[T₃、四碘甲状腺原氨酸(T₄)]及生长激素(GH)含量采用放射免疫法测定,试剂盒由北京福瑞生物工程公司提供。

1.4 统计分析

所有试验数据采用Excel软件进行统计,并采用SAS 8.0软件的ANOVA程序进行方差分析,差异显著则进行Duncan氏多重比较分析,数据用平均值±标准差表示。

2 结果

2.1 饲料添加硒对生长期蛋鸭生长性能的影响

由表2可知,II和III组的平均日增重显著高于对照组($P < 0.05$),其他各组间差异不显著($P > 0.05$)。平均日采食量各组间均差异不显著($P > 0.05$)。从料重比看,III组最低,显著低于对照组和V组($P < 0.05$),但与II和IV组差异不显著($P > 0.05$);此外,II组显著低于对照组($P < 0.05$)。

2.2 饲料添加硒对生长期蛋鸭免疫机能的影响

2.2.1 饲料添加硒对生长期蛋鸭免疫器官指数的影响

由表3可知,饲料中添加不同水平的硒对蛋鸭脾脏指数和胸腺鲜重及其指数未产生显著影响($P > 0.05$)。脾脏鲜重和法氏囊鲜重II组显著高于对照组($P < 0.05$),其他组间差异不显著($P > 0.05$);法氏囊指数II和III组显著高于对照组($P < 0.05$),与其他各组差异不显著($P > 0.05$)。

表 2 饲料添加硒对生长期蛋鸭生长性能的影响

Table 2 Effect of selenium supplementation on growth performance of growing laying ducks

组别 Groups	平均日增重 ADG/(g/只)	平均日采食量 ADFI/(g/只)	料重比 F/G
I	18.76 ± 1.43 ^b	148.76 ± 3.93	7.84 ± 0.32 ^a
II	20.70 ± 0.50 ^a	145.20 ± 1.19	7.02 ± 0.14 ^{bc}
III	20.73 ± 0.58 ^a	141.18 ± 4.62	6.87 ± 0.27 ^c
IV	19.94 ± 0.66 ^{ab}	146.59 ± 7.11	7.36 ± 0.59 ^{abc}
V	19.24 ± 0.54 ^{ab}	148.23 ± 6.64	7.62 ± 0.41 ^{ab}

同列数据肩注相同或者无字母表示差异不显著 ($P > 0.05$), 不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。下表同。

In the same column, values with the same or no letter superscripts mean no significantly different ($P > 0.05$), while with different small letter superscripts mean significantly different ($P < 0.05$). The same as below.

表 3 不同硒水平对生长期蛋鸭免疫器官指数的影响

Table 3 Effect of selenium supplementation on immune organ indices of growing laying ducks

组别 Groups	脾脏鲜重 Fresh weight of spleen/g	脾脏指数 Spleen index/(g/kg)	法氏囊鲜重 Fresh weight of Fabricius bursa/g	法氏囊指数 Index of Fabricius bursa/(g/kg)	胸腺鲜重 Fresh weight of thymus/g	胸腺指数 Thymus index/(g/kg)
I	0.58 ± 0.12 ^b	0.40 ± 0.05	1.45 ± 0.18 ^b	0.96 ± 0.21 ^b	3.31 ± 2.41	2.66 ± 1.49
II	0.79 ± 0.08 ^a	0.61 ± 0.20	2.37 ± 0.41 ^a	1.58 ± 0.63 ^a	4.82 ± 1.98	3.68 ± 1.53
III	0.71 ± 0.10 ^{ab}	0.53 ± 0.09	2.05 ± 0.42 ^{ab}	1.55 ± 0.33 ^a	4.20 ± 1.69	3.18 ± 1.32
VI	0.67 ± 0.05 ^{ab}	0.50 ± 0.06	1.90 ± 0.57 ^{ab}	1.48 ± 0.44 ^{ab}	4.12 ± 1.11	2.87 ± 0.91
V	0.66 ± 0.08 ^{ab}	0.49 ± 0.03	1.84 ± 0.40 ^{ab}	1.41 ± 0.31 ^{ab}	3.68 ± 0.98	2.78 ± 0.83

2.2.2 饲料添加硒对生长期蛋鸭血清免疫指标的影响

由表 4 可知,饲料中添加不同水平的硒对蛋鸭的血清 TP 含量影响不显著 ($P > 0.05$), 但 II 组的血清 ALB、GLB 含量显著高于 V 组 ($P < 0.05$),

总体来看,TP、ALB、GLB 含量均随着硒水平的升高呈先升高后下降的趋势。血清 IL-2 含量 II、III 组显著高于对照组 ($P < 0.05$), 但与其他组差异不显著 ($P > 0.05$)。

表 4 饲料添加硒对生长期蛋鸭血清免疫指标的影响

Table 4 Effect of selenium supplementation on serum immune indices of growing layer ducks

组别 Groups	总蛋白 TP/(g/L)	白蛋白 ALB/(g/L)	球蛋白 GLB/(g/L)	白细胞介素-2 IL-2/(ng/mL)
I	29.75 ± 0.35	18.45 ± 0.64 ^{ab}	11.30 ± 0.28 ^{ab}	9.26 ± 0.26 ^b
II	32.13 ± 2.93	19.68 ± 1.36 ^a	13.40 ± 1.22 ^a	11.75 ± 0.39 ^a
III	30.60 ± 1.34	18.42 ± 0.78 ^{ab}	11.70 ± 0.46 ^{ab}	12.09 ± 1.52 ^a
VI	29.53 ± 0.47	17.90 ± 0.57 ^{ab}	11.60 ± 0.72 ^{ab}	10.53 ± 0.60 ^{ab}
V	27.93 ± 3.57	17.10 ± 1.36 ^b	10.48 ± 2.21 ^b	10.22 ± 1.10 ^{ab}

2.3 饲料添加硒对生长期蛋鸭内分泌的影响

由表 5 可知,饲料添加不同水平硒对血清 T3、T4 含量均没有显著影响 ($P > 0.05$), 但 T3、T4 含量随硒水平的升高呈相反的变化趋势, 即 T3 含量随硒水平的升高呈先上升后下降的趋势, 而 T4 含量则随硒水平的升高呈先下降后上升的趋势。与

对照组相比, II ~ V 组的 T3 含量分别升高了 18.52%、36.21%、12.35% 和 4.12%, T4 含量分别降低了 21.10%、22.26%、9.67% 和 2.69%。血清 GH 含量 III 组显著高于对照组和 V 组 ($P < 0.05$), 与其他组差异不显著 ($P > 0.05$)。

表 5 饲料添加硒对生长期蛋鸭内分泌的影响

组别 Groups	三碘甲状腺原氨酸 T3	四碘甲状腺原氨酸 T4	生长激素 GH
I	2.43 ± 0.51	44.97 ± 5.48	0.41 ± 0.27 ^b
II	2.88 ± 0.45	35.48 ± 11.18	1.03 ± 0.23 ^{ab}
III	3.31 ± 0.68	34.96 ± 5.59	1.25 ± 0.51 ^a
VI	2.73 ± 0.19	40.62 ± 7.11	0.66 ± 0.11 ^{ab}
V	2.53 ± 0.23	43.76 ± 3.90	0.50 ± 0.15 ^b

3 讨论

3.1 饲料添加硒对生长期蛋鸭生长性能的影响

硒促进生长发育的机制:一是含硒脱碘酶参与甲状腺激素的合成,甲状腺激素能够促进蛋白质同化和参与生长激素及胰岛素分泌,最终共同促进机体的生长发育;二是清除体内氧自由基和过氧化物,保护细胞膜,促进蛋白质合成,进而提高动物的生长性能^[4]。

本试验结果显示,当硒水平未达到峰值时,随着硒水平的升高,可不同程度的提高生长蛋鸭的平均日增重,降低料重比,显示出剂量效应关系。对照组的生长性能低于其他各组,说明缺硒使得蛋鸭生长受阻。当添加硒水平为 0.08 ~ 0.16 mg/kg 时,蛋鸭生长处于高峰平台,但当硒添加水平为 0.36 ~ 0.66 mg/kg 时,蛋鸭的生长性能有降低的趋势,这与张艳艳等^[5]和高爱琴等^[6]的试验结果基本一致。刘明宝^[7]研究了不同水平的硒(0 ~ 2.5 mg/kg)对小鼠和猪的影响,其中添加 0.1 mg/kg 的硒对小鼠的日增重和饲料转化率有显著影响,但是各添加水平对猪生长性能无显著影响。李业国等^[8]研究添加不同水平的硒对 5 ~ 7 周肉鸡的日增重和采食量有显著差异,但对料重比无显著差异。昝于明等^[9]研究表明,无机硒添加水平(0.20、0.35、0.50 mg/kg)对产蛋鸡的采食量和饲料转化率均无显著影响。夏枚生等^[10]研究了 0 ~ 1.0 mg/kg 硒对肉鸡的影响,其中 0.2、0.3 mg/kg 硒对肉鸡日增重、采食量和料重比与最低和最高硒组均有显著差异。上述试验结果不一致可能与动物品种、饲养周期和阶段、环境温度及硒添加水平的不同等因素有关。

3.2 饲料添加硒对生长期蛋鸭免疫机能的影响

胸腺和法氏囊是家禽重要的中枢免疫器官,其中胸腺是机体 T 淋巴细胞的发育场所,参与细

胞免疫,法氏囊是 B 细胞生长和分化的部位,参与机体体液免疫;脾脏是动物体内最大的淋巴器官,抗原在脾中可引起细胞免疫和体液免疫,也是产生免疫效应分子的重要场所。免疫器官的重量代表生长发育的情况,而指数意味着免疫系统成熟的速度。本试验中脾脏和胸腺指数均无显著差异,与邓桦等^[11]在雏鸡上的试验结果基本一致。但胥保华^[12]报道,无硒组肉鸡的脾脏、胸腺和法氏囊指数显著低于添加水平为 0.1 ~ 0.5 mg/kg 硒的组。彭煜^[13]报道,给雏鸡添加 0.2、0.6 mg/kg 硒,其第 5 周的脾脏、法氏囊重显著高于无硒组,6 ~ 9 周各添加水平的脾脏、法氏囊和胸腺重无显著差异。本试验中,硒对蛋鸭免疫器官鲜重和指数的影响均呈先上升后下降的趋势,说明适量的硒能加快免疫器官生长发育的成熟度,硒缺乏或过高都影响免疫器官的生长,进而影响机体细胞免疫和体液免疫。

血清 TP 作为机体蛋白质也是免疫球蛋白的来源,用于提供能源和修补组织,其高低表现了蛋白质代谢情况。本试验表明,饲料中添加硒能提高生长蛋鸭 TP、ALB、GLB 的含量,其中添加 0.08 mg/kg 硒时 TP 含量最高,说明此时蛋鸭对蛋白质利用率最高,而且 TP 升高降低了饲料消耗,同时也维持了机体的免疫水平。血清 ALB 是血清中含量最多的蛋白质,具有维持渗透压平衡的功能,其中添加 0.66 mg/kg 硒时 ALB 含量最低,其降低是导致动物生长发育受阻和体重下降的原因之一,综合生长性能指标看,这一组相对生长缓慢。血清中 GLB 和特异性抗原结合发生免疫反应达到保护机体的目的,其中添加 0.08 mg/kg 硒时 GLB 含量最高,但添加 0.66 mg/kg 的硒却导致 GLB 含量显著降低,说明过高的硒可能直接影响 B 细胞合成免疫球蛋白的能力,而适宜的硒水平能增强机体的免疫水平。

IL-2 是一种重要的免疫调节因子,主要由活

化的 T 淋巴细胞产生,可促进淋巴细胞和自然杀伤细胞的增殖、B 细胞的分化和增殖以及抗体的生成等,硒对 IL-2 有诱生作用^[14]。有研究显示,补硒可以提高慢性肝炎病人外周单个核细胞对 IL-2 的分泌并提高其受体的表达能力^[15]。本试验结果显示,与 0.08 和 0.16 mg/kg 硒添加组相比,对照组蛋鸭血清 IL-2 含量降低,这与 Petrie 等^[16]体外研究结果一致,而高于 0.16 mg/kg 硒添加组 IL-2 含量有下降的趋势,其原因:一是硒通过影响 IL-2 受体表达而影响 T 淋巴细胞增殖,从而影响 IL-2 的分泌;二是硒缺乏或过高都导致胸腺和脾脏的生物膜遭到破坏,致使 T 淋巴细胞数量减少,IL-2 含量降低,而 IL-2 减少以反馈方式使 T 淋巴细胞分化增殖受阻,引起机体细胞免疫下降。

3.3 饲料添加硒对生长期蛋鸭内分泌的影响

甲状腺是机体含硒量最多的器官,T₃、T₄ 又是甲状腺分泌的重要激素,对维持正常的生理状态至关重要,两者始终处于动态平衡状态,甲状腺素具有增加机体的基础代谢,促进糖类、蛋白质和脂质的代谢。ID- I 为含硒酶,能催化 T₄ 向 T₃ 的转化,动物缺硒影响 ID- I 活性,降低 T₄ 向 T₃ 的转化速度,使血液中 T₄ 含量上升而 T₃ 含量下降^[17]。同时,T₃、T₄ 代谢情况也可反映出机体硒的利用率情况。本试验中各组 T₃、T₄ 含量差异不显著,这与刘晓亮等^[18]在大鼠上的试验结果一致,但随着硒水平的升高,T₃ 含量升高,T₄ 含量降低,说明硒促进脱碘酶的活性增加,从而加快 T₄ 向 T₃ 转化的速率,但对对照组和 0.36、0.66 mg/kg 硒添加组 T₃ 含量降低而 T₄ 含量升高,这可能是由于硒缺乏或过高导致 ID- I 活性下降,从而 T₄ 向 T₃ 转化受阻的结果。GH 是一种蛋白质激素,通过胰岛素样生长因子(IGF)促进各种组织的生长和加速蛋白质的合成。同时,T₃ 控制着垂体中 GH 的基因表达和 GH 的合成^[19]。本试验中,随着硒水平的升高,T₃、GH 含量呈先升高后降低的趋势,0.16 mg/kg 硒添加组 T₃ 和 GH 含量最高,说明硒通过调节 T₃ 水平进而促进了 GH 的分泌。本试验中,T₃、T₄ 和 GH 含量与血清免疫指标和生长性能的变化一致,可见硒通过调节动物的内分泌激素来调控机体免疫应答和生长发育,从而使机体不会因硒过高或缺乏导致内分泌紊乱,使机体免疫力下降,生长受阻。

4 结 论

① 在本试验条件下,饲料中添加 0.08 ~ 0.16 mg/kg 硒可以提高 5 ~ 11 周蛋鸭日增重,降低料重比,促进免疫器官的生长发育,同时对血清免疫指标和激素分泌有一定的正面影响。

② 总体来看,不同硒添加水平对蛋鸭的生长、免疫及内分泌的影响存在剂量 - 效应关系,均呈先升高后下降的趋势,添加水平在 0.08 ~ 0.16 mg/kg 时处于高峰平台,低于和高于此范围都会使蛋鸭的生长性能降低,免疫力低下,激素分泌紊乱。

参考文献:

- [1] HE J H, AKIRA O, KUNIOKI H. Selenium influences growth via thyroid hormone status in broiler chickens[J]. British Journal of Nutrition, 2000, 84: 727 - 732.
- [2] 全宗喜,康世良,武瑞. 硒缺乏雏鸡细胞因子水平变化的研究[J]. 畜牧兽医学报,2004,35(6):731 - 735.
- [3] MARSH J A, COMBS G F, WHITACRE M E, et al. Effect of selenium and vitamin E dietary deficiencies on chick lymphoid organ development[J]. Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine, 1986, 182(4):425 - 436.
- [4] 张庆茹. 动物生理学[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2007:306 - 309.
- [5] 张艳艳,李福昌. 日粮不同硒水平对 2 ~ 3 月龄肉兔生长性能、抗氧化指标和肉质的影响[J]. 动物营养学报,2010,22(1):82 - 87.
- [6] 高爱琴,郑丹,凌全,等. 添加不同水平无机硒对 0 ~ 3 周龄肉仔鸡生产性能的影响[J]. 内蒙古农业大学学报,2005,26(4):46 - 48.
- [7] 刘明宝. 不同硒水平对猪和大鼠的生长性能、组织硒含量、血 GSH-Px 活性的影响及比较[J]. 兽医大学学报,1989,9(1):31 - 36.
- [8] 李业国,郭峰,李同树. 日粮添加不同硒源对肉仔鸡生产性能、肉质和血清甲状腺激素的影响[J]. 畜牧与兽医,2005,37(8):30 - 32.
- [9] 冯于明,袁建敏. 产蛋种鸡日粮中不同水平维生素 E 与有机和无机硒的效果研究[J]. 中国畜牧杂志,1998,34(5):10 - 12.
- [10] 夏枚生,张红梅,胡彩虹,等. 纳米硒对肉鸡生长和抗氧化的影响[J]. 营养学报,2005,27(4):307 - 310.
- [11] 邓桦,杨鸿,刘玉清,等. 免疫增强剂硒对雏鸡免疫功能的影响[J]. 中国兽医学报,2001,21(1):96 - 98.

- [12] 胥保华. 纳米硒对 Avian 肉鸡的生物学效应及其分子机理的研究[D]. 博士学位论文. 杭州:浙江大学,2003.
- [13] 彭煜. 日粮硒对雏鸡淋巴器官发育、形态及部分免疫机能影响的研究[J]. 武汉粮食工业学院学报, 1988,4:15-21.
- [14] 荔霞,刘永明,齐志明,等. 硒对小鼠血清中细胞因子水平的调控作用的研究[J]. 中国畜牧兽医, 2007,34(6):98-100.
- [15] HE S X, WU B, CHANG X M, et al. Effects of selenium on peripheral blood mononuclear cell membrane fluidity, interleukin-2 production and interleukin-2 receptor expression in patients with chronic hepatitis[J]. World Gastroenterol, 2004, 10(23):3531-3533.
- [16] PETRIE H T, KLASSE L W, KAY H D. Selenium and the immune response; 1. Modulation of alloreaction human lymphocyte functions *in vitro*[J]. Journal of Leukocyte Biology, 1989, 45:207-214.
- [17] BECKETT G J. Inhibition of type I and type II iodothyronine deiodinase activity in rat liver and brain produced by selenium deficiency [J]. Biochemical Journal, 1989, 259:887-892.
- [18] 刘晓亮,许艳丽,刘松岩,等. 硒与甲状腺激素代谢关系的研究[J]. 营养学报,1995,17(1):75-77.
- [19] NYBORG J K, NGUYEN A P, SPINDLER S R. Relationship between thyroid and glucocorticoid hormone receptor occupancy, growth hormone gene transcription and mRNA accumulation[J]. The Journal of Biological Chemistry, 1984, 259(25):12377-12381.

Effect of Selenium Supplementation on Growth Performance, Immune Function and Endocrine of Growing Laying Ducks

FENG Jing WANG An* HUO Siyuan

(Institute of Animal Nutrition, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract: The experiment was conducted to study the effect of different levels of dietary selenium (Se) on growth performance, immune function and endocrine of growing laying ducks (5 to 11 weeks). One hundred and fifty 5-week-old *Jinding* laying ducks with average body weight of (0.36 ± 0.01) kg were chosen and randomly divided into 5 groups with 6 replicates per group and 5 ducks per replicate. The ducks in the 5 groups were fed basal diets (Se content was 0.04 mg/kg) supplemented with 0 (control group), 0.08, 0.16, 0.36 and 0.66 mg/kg Se (actual additives was sodium selenite), respectively. The trial lasted for 7 weeks. The results showed as follows: 1) supplemented with 0.08 and 0.16 mg/kg Se in diets significantly improved average daily gain, and reduced the ratio of feed to gain ($P < 0.05$). 2) Compared with the control group, the fresh weight of spleen and Fabricius bursa, and index of Fabricius bursa in the group with the diet containing 0.08 mg/kg Se, and the interleukin-2 (IL-2) content in the two groups with the diet containing 0.08 and 0.16 mg/kg Se, respectively, were significantly increased ($P < 0.05$), while the indices of spleen and thymus, fresh weight of thymus and serum total protein (TP) content were not influenced by different levels of Se ($P > 0.05$). 3) With increasing Se levels, serum triiodothyronine (T3) content was firstly increased and then decreased, while the serum thyroxine (T4) content was firstly decreased and then increased, but no significant differences were found among all groups ($P > 0.05$). The serum growth hormone (GH) content in the group with the diet containing 0.16 mg/kg Se was higher than that in the control group and the group with the diet containing 0.66 mg/kg Se ($P < 0.05$). It is concluded that supplementation of Se from 0.08 to 0.16 mg/kg in diets can improve growth performance and immune function, and regulate related hormone secretion of growing laying ducks. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2011, 23(10):1697-1702]

Key words: Se; growing laying ducks; growth performance; immune function; endocrine