

张楠楠,白 康,陈 辉,等. 外源瘦素对蛋鸡能量代谢及 *OB-R* 基因表达的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(8):198-201.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.08.065

外源瘦素对蛋鸡能量代谢及 *OB-R* 基因表达的影响

张楠楠,白 康,陈 辉,黄仁录
(河北农业大学动物科技学院,河北保定 071000)

摘要:为了研究外源瘦素对蛋鸡的能量代谢调控、瘦素受体基因表达的影响,选用 25 羽 30 周龄、体况相似的海兰褐商品蛋鸡,随机分成 5 组,每组 5 羽:Ⅰ组为自由摄食组;Ⅱ组为禁食对照组,注射瘦素稀释液(0.75% PBS-BSA);Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ组为试验注射组,在第 8 至第 10 天注射瘦素,注射水平分别为 50、200、400 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$ 。结果表明:与Ⅰ、Ⅱ组相比,试验Ⅴ组采食量显著下降($P<0.05$),试验Ⅲ至Ⅴ组的采食量分别为Ⅱ组的 92.86%、89.89%、75.46%;Ⅱ组体质量相对于Ⅰ组极显著下降($P<0.01$),相对于Ⅲ、Ⅳ组显著下降($P<0.05$),其余各组间均无明显差异,其中试验Ⅱ至Ⅴ组蛋鸡的体质量分别为Ⅰ组体质量的 92.25%、99.18%、98.53%、95.30%;与Ⅴ组相比,试验Ⅰ、Ⅱ、Ⅳ组的腹脂率差异显著($P<0.05$),分别仅为Ⅴ组的 58.98%、45.84%、58.71%,其余各组间均无明显差异;与Ⅰ、Ⅱ组相比,Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ组葡萄糖含量差异显著($P<0.05$),分别为Ⅱ组的 72.64%、61.15%、59.59%,而试验Ⅱ组与Ⅰ组无显著差异;各组甘油三酯含量无明显变化,在各组之间差异不显著;试验Ⅰ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ组肝脏 *OB-R* 基因表达量分别为Ⅱ组的 35.19%、6.17%、7.41%、3.09%,试验各组之间 *OB-R* 基因表达量差异不显著。综上所述,瘦素对蛋鸡食欲具有抑作用,瘦素使蛋鸡采食量下降,表现为体质量降低,葡萄糖、甘油三酯含量、肝脏 *OB-R* 基因表达量随着瘦素注射量的增加呈下降的趋势。

关键词:外源性瘦素;跖部静脉注射;蛋鸡;注射水平;能量代谢;*OB-R* 基因

中图分类号:S831.915 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)08-0198-04

瘦素(leptin, LEP),是一种由肥胖基因(obese gene, *ob* 基因)编码、特定 mRNA 翻译,经过加工修饰而成的蛋白质类产物,1994 年由 Zhang 等首次发现^[1]。瘦素通过结合瘦素受体发挥其广泛的生理作用,瘦素具有抑制食欲,调节能量代谢、神经内分泌、生长、生殖、免疫反应等多种功能。脂肪是禽类机体重要的储存与提供能量的物质之一,蛋鸡的脂肪主要集中在腹部与肌胃上,而肝脏被认为是鸡脂质合成的最主要场所^[2-4]。研究发现,瘦素发挥其促进蛋鸡能量代谢等生物功能需要 *OB-R*(瘦素受体)的介导,鸡 *OB-R* 在脂肪、肝脏中都有一定的表达^[5]。目前,瘦素在蛋鸡上的相关研究依然较少,本试验通过对蛋鸡注射外源瘦素,观察外源瘦素对蛋鸡能量代谢及腹脂、肝脏 *OB-R* 基因表达的影响,以期为进一步研究外源瘦素在蛋鸡上的相关应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验用鸡为 30 周龄、体况相似的海兰褐商品蛋鸡。瘦素:粉状,纯度 $\geq 97\%$,批号:L3772-1MG,美国 Sigma 公司。

1.2 试验设计

本试验选择 20 羽 30 周龄、体质量相近 $[(1\ 560 \pm$

114) g]的蛋鸡,随机分为 5 组,分别记为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ组,每组 5 羽鸡。预试期 1 周,第 8 至第 13 天为试验期,试验期每天 8:00 注射组通过跖部静脉注射经 0.75% PBS-BSA 稀释液稀释后的商品化重组小鼠瘦素,注射水平分别为 50、200、400 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$,对照组注射稀释液。具体试验处理方案见表 1。

表 1 试验设计方案

组别	处理
Ⅰ组	自由摄食组
Ⅱ组	禁食(2 d)对照组
Ⅲ组	禁食(2 d)+50 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$ 瘦素
Ⅳ组	禁食(2 d)+200 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$ 瘦素
Ⅴ组	禁食(2 d)+400 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$ 瘦素

试验饲料为玉米-豆粕型饲料,按照我国 NY/T 33—2004《鸡饲养标准》进行配制,其营养成分和营养水平见表 2。

1.3 样品采集与制备

试验期以 d 为单位,称取每羽鸡体质量。试验期的第 10 天 10:00 通过跖部采集血液至肝素钠真空采血管中,3 000 r/min 离心 10 min,取血浆,−20 $^{\circ}\text{C}$ 保存。

试验结束后,于早晨对所有蛋鸡采取颈静脉放血宰杀,迅速剖开腹腔,在无 RNA 降解酶的环境下,取黄豆粒大小的肝脏与脂肪组织包裹于高温灭菌的铝箔纸中,放于标记好的纱布袋中,迅速置于液氮中,然后转移至−80 $^{\circ}\text{C}$ 超低温冰箱中保存备用。

1.4 指标测定

1.4.1 体质量、腹脂沉积率的测定 试验期以天(d)为单位,通过称取每羽鸡的体质量记录采食量。

收稿日期:2014-08-12

基金项目:国家蛋鸡产业技术体系建设专项资金(编号:CARS-41-K18)。

作者简介:张楠楠(1989—),女,河北衡水人,硕士研究生,从事单胃动物营养研究。E-mail:1075737039@qq.com。

通信作者:黄仁录,教授,博士生导师,从事单胃动物营养研究。E-mail:dkhrl@126.com。

表 2 基础日粮组成

原料	比例(%)	营养水平	含量
玉米	61.56	代谢能(MJ/kg)	11.26
豆粕	22.78	粗蛋白(%)	17.82
棉籽粕	4.00	赖氨酸(%)	0.82
小麦麸	1.45	蛋氨酸(%)	0.35
磷酸氢钙	1.00	钙(%)	3.29
食盐	0.35	有效磷(%)	0.34
石粉	7.80		
蛋氨酸	0.06		
预混料	1.00		
合计	100.00		

注:1 kg 预混料中含维生素 A 330 000 U,维生素 B₁ 120 mg,维生素 B₂ 500 mg,D - 泛酸钙 1 200 mg,维生素 B₆ 300 mg,维生素 B₁ 21.2 mg,维生素 D₃ 82 500 U,维生素 E 2 000 U,维生素 K 180 mg,生物素 15 mg,叶酸 60 mg,烟酸(尼克酸) 2 400 mg,胆碱 45 g,铜 0.8 g,铁 6 g,锰 9 g,锌 6 g,碘 90 mg,硒 21 mg。

腹脂率:剥离将屠宰蛋鸡的腹脂(包括肌胃上的脂肪),然后在电子天平上称质量,计算腹脂率。

1.4.2 血液指标的测定 甘油三酯(TG)含量的测定采用 GPO - PAP 法,试剂盒购自中生北控生物科技有限公司;血糖(GLU)含量测定采用葡萄糖氧化酶法进行,试剂盒购自北京北化康泰临床试剂公司。

1.4.3 腹脂、肝脏中 OB - R mRNA 表达水平的测定

1.4.3.1 总 RNA 的提取和检测 取 30 ~ 50 mg 组织,用

表 3 RT - PCR 引物序列

引物名称及序列(5'→3')	产物长度 (bp)	基因 ID
OB - R - F:GGCACAAGGTGTTGATT;B - R - R:GATGTCTTCCAGCACTATTT	118	ENSGALG00000011058
β - actin - F:TATGTGCAAGCGCGTTTC; β - actin - R:TGCTCTTCTGGCCCATACCAA	110	NM_205518.1

1.4.3.4 PCR 反应 用 Easy - TaqDNA Polymerase 试剂盒对反转录产物进行 PCR 反应,15 μ L 反应体系为:7.5 μ LPCR Mix、各 0.2 μ L 目的基因上下游引物、1.2 μ L cDNA、5.9 μ L ddH₂O。反应程序:95 $^{\circ}$ C,5 min;95 $^{\circ}$ C 30 s,60 $^{\circ}$ C 30 s,72 $^{\circ}$ C 30 s,32 个循环;72 $^{\circ}$ C 延伸 5 min。

1.4.3.5 PCR 产物的回收及克隆测序 琼脂糖凝胶电泳分离:在紫外灯下割取目的片段,用 DNA 回收试剂盒纯化,将回收的 DNA 片段与载体连接,用 *E. coli* DH5 α 感受态细胞进行克隆,挑取阳性克隆并用 PCR 鉴定后,送到华大基因有限公司进行测序。

1.4.3.6 实时荧光定量 PCR 反应 采用 TransStart Taq DNA Polymerase 荧光定量试剂盒对样品的 cDNA、内参基因、阴性对照进行扩增,整个反应在 ABI 7 500 序列扩增仪中进行。15 μ L 反应体系为:1.2 μ L cDNA、各 0.2 μ L 目的基因上、下游引物、7.5 μ SYBR Real Master Mix、5.9 μ L ddH₂O。反应程序为:95 $^{\circ}$ C 预变性 5 min;95 $^{\circ}$ C 10 s,55 $^{\circ}$ C 15 s,72 $^{\circ}$ C 12 s,35 个循环;72 $^{\circ}$ C 延伸 5 min。72 ~ 95 $^{\circ}$ C,每 0.2 $^{\circ}$ C 读板 1 次,1 s/次,每个样本重复 3 次,采用 $\Delta\Delta C_t$ 算法计算样品中目标基因相对与持家基因的表达量,最后取平均值。 C_t 指每个反应管内的荧光信号到达设定的阈值时所经历的循环数,每个样本的相对表达量等于目的基因的表达量平均值除以参比基因的表达量平均值,即获得目的基因的 1 个相对比值,用以表

E. Z. N. A. TM Total RNA Kit II 提取试剂盒(OMEGA)进行总 RNA 提取,用 1% 琼脂糖凝胶电泳检测其完整性,用紫外吸收测定法测定 RNA 的 $D_{260\text{ nm}}$ 、 $D_{280\text{ nm}}$ 、RNA 样本的质量浓度、纯度($D_{260\text{ nm}}/D_{280\text{ nm}}$)。

1.4.3.2 反转录 PCR 合成 cDNA 及 cDNA 第 1 链的检测

(1)DNA 第 1 链的制备。根据所测 RNA 质量浓度来调整 RNA 体积,使各个样品 RNA 浓度一致,保证反转录体系中所加的 RNA 量相同。用 TransScript II First - Stand cDNA 合成试剂盒对总 RNA 进行反转录。25 μ L 反应体系为:5 μ L RNA (1 μ g/ μ L)、1.25 μ L Oligo(dT18)、12.5 μ L 2 \times ES Reaction Mix、1.25 μ L EasyscriptTM Ri/RT Enzyme Mix、5 μ L RNase - free Water。将以上组分轻轻混匀,于 42 $^{\circ}$ C 孵育 30 min,85 $^{\circ}$ C 加热 5 min,将得到的 cDNA 于 -20 $^{\circ}$ C 保存。

(2)cDNA 第 1 链的检测。用持家基因 β - actin 对所得 cDNA 进行检测, β - actin 的引物对 cDNA 扩增片段长度为 110 bp,而基因组扩增片段长度为 328 bp,若 RNA 样品中有 DNA 的污染,则 cDNA 检测会扩增出 105、328 bp 2 个片段。

1.4.3.3 引物设计与合成 选择 β - 肌动蛋白(β - actin)为参比基因,在 GenBank 中查找 OB - R、 β - actin 的基因序列,应用 Primer 5、Oligo 6.0 引物设计软件,根据已知的序列进行引物设计(表 3),引物由生工生物工程(上海)有限公司合成。以持家基因 β - actin 为内参、OB - R 为目的基因,以合成的 cDNA 为模板,按照普通 PCR 程序,初步扩增检测所合成引物的特异性。

示其 mRNA 表达水平。

1.5 数据处理与统计分析

采用 Excel 2003 进行数据统计,用 SPSS Statistics 17.0 软件 ANOV 模块进行方差分析,各组间的平均值采用 LSD 法进行差异显著性检验,数值以平均值 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示, $P < 0.05$ 为差异显著, $P < 0.01$ 为差异极显著。

2 结果与分析

2.1 外源性重组小鼠瘦素对蛋鸡能量代谢的影响
2.1.1 外源瘦素对蛋鸡采食量、体质量、腹脂率的影响 由表 4 可以看出,外源瘦素对蛋鸡采食量的影响表现为:与 I、II 组相比,V 组采食量显著下降($P < 0.05$),III 至 V 组采食量分别为 II 组的 92.86%、89.89%、75.46%;与 I 组相比,II 至 IV 组采食量差异不显著。对蛋鸡体质量的影响表现为:所有的禁食组在禁食 2 d 之后出现蛋鸡体质量显著下降的现象,II 组与 I 组相比下降极显著($P < 0.01$),与 III、IV 组相比下降显著($P < 0.05$),其余各组间均无明显差异,其中 II ~ V 组蛋鸡体质量分别为 I 组的 92.25%、99.18%、98.53%、95.30%。对蛋鸡腹脂率影响表现为:与 V 组相比,I、II、IV 组腹脂率差异显著($P < 0.05$),分别仅为 V 组的 58.98%、45.84%、58.71%,其余各组间均无明显差异。
2.1.2 外源瘦素对血浆中葡萄糖、甘油三酯含量的影响 由

表 4 外源性重组小鼠瘦素对蛋鸡采食量、体质量、腹脂率的影响

试验组	采食量 (g/d)	体质量 (g)	腹脂率 (%)
I	116.53 ± 17.66a	1 505.07 ± 28.03A	2.20 ± 1.03b
II	123.24 ± 18.85a	1 388.37 ± 91.88bB	1.71 ± 1.04b
III	114.44 ± 4.67ab	1 492.73 ± 66.09a	2.80 ± 0.88ab
IV	110.78 ± 13.95ab	1 482.94 ± 82.97a	2.19 ± 0.77b
V	93.00 ± 10.74b	1 434.33 ± 58.95ab	3.73 ± 0.63a

注:同列数据后标有不同小写、大写字母者分别表示差异显著($P < 0.05$)、极显著($P < 0.01$)。表 5、表 6 同。

表 5 可以看出,外源瘦素对蛋鸡葡萄糖、甘油三酯含量的影响表现为随着瘦素注射量的增加,整体上呈下降的趋势。在葡萄糖含量方面,与 II 组相比,IV、V 组显著下降($P < 0.05$),分别为 II 组的 61.15%、59.59%,而 II 至 V 组与 I 组无明显差异。在甘油三酯含量方面,各组甘油三酯含量无明显变化,各组之间差异不显著。

表 5 外源性重组小鼠瘦素对血浆中葡萄糖、甘油三酯含量的影响

试验组	葡萄糖 (mmol/L)	甘油三酯 (mmol/L)
I	16.26 ± 1.65a	3.56 ± 1.53a
II	16.63 ± 7.41a	5.26 ± 3.36a
III	12.08 ± 1.04b	4.68 ± 2.31a
IV	10.17 ± 2.11b	3.76 ± 1.27a
V	9.91 ± 1.46b	2.84 ± 0.67a

2.2 外源瘦素对蛋鸡 *OB-R* 基因定量表达的影响

2.2.1 总 RNA 的提取和 RT-PCR 扩增 由图 1 可以看出,各组总 RNA 提取后在琼脂糖凝胶电泳图上显示出 2 条清晰的条带,分别为 28S、18S rRNA。经生物学软件分析,28S、18S rRNA 条带的亮度比值 > 1.5 ,表明总 RNA 无降解。用分光光度计测定 RNA 浓度结果表明,所有样品的总 RNA 的 $D_{260\text{ nm}}/D_{280\text{ nm}}$ 均在 2.0 左右,表明无蛋白质和其他杂质污染。确定提取的 RNA 质量完好后,可用于后续的 cDNA 的合成及实时荧光定量 PCR 分析。

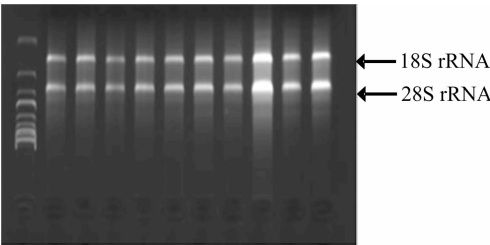


图 1 RNA 电泳检测结果

cDNA 质量检测:以反转录后的 cDNA 为模板,用 β -actin 引物进行 PCR 扩增反应,所得片段长度为 110 bp,若 RNA 中存在污染,则可得到 1 条长度为 328 bp 的扩增引物。所有 cDNA 样品经 PCR 扩增反应后,所得产物在琼脂糖凝胶电泳图中均显示出长度为 110 bp 的单一一条带(图 2),未见长度为 328 bp 的扩增产物,表明 RNA 中无 DNA 污染,符合 PCR 反应的要求,可以进行后续试验。

2.2.2 外源性重组小鼠瘦素对蛋鸡 *OB-R* 基因定量表达的影响 由表 6 可见,试验各组之间腹脂 *OB-R* 基因表达量及肝脏 *OB-R* 基因的表表达量差异均不显著,II、III、IV、V 组腹

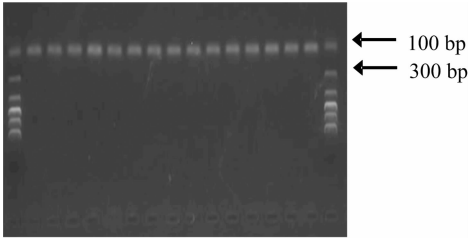


图 2 β -actin 引物对 cDNA 的扩增结果

脂 *OB-R* 基因表达量分别为自由摄食组的 49.37%、10.13%、27.85%、29.11%;I、III、IV、V 组肝脏 *OB-R* 基因的表表达量分别为禁食对照组的 35.19%、6.17%、7.41%、3.09%。

表 6 外源性重组小鼠瘦素对蛋鸡腹脂、肝脏 *OB-R* 基因定量表达的影响

组别	腹部脂肪	肝脏
I	0.79 ± 0.96	0.57 ± 0.30
II	0.39 ± 0.37	1.62 ± 2.50
III	0.08 ± 0.05	0.10 ± 0.03
IV	0.22 ± 0.05	0.12 ± 0.11
V	0.23 ± 0.16	0.05 ± 0.03

3 讨论

3.1 外源性瘦素对蛋鸡采食量、体质量、腹脂率的影响

体质量、体内脂肪沉积情况是衡量家禽生长发育状况的关键指标,体质量、脂肪质量的过高或过低都会对蛋鸡的生产性能造成不利影响^[6]。王淑红等研究发现,蛋鸡产蛋后期体质量对产蛋量有极显著影响,体质量大于 2 102 g 时,蛋鸡的生产性能较差^[7]。Cassy 等研究认为,瘦素对鸡的采食量、体质量的调控与鸡的年龄和品系有关^[8]。蛋鸡采食量也会直接或间接影响体质量、脂肪的沉积量,瘦素具有降低采食量的作用,Cassy 等研究报道,通过腹腔内注射重组鸡瘦素 [1 mg/(kg · d)] 使 56 日龄蛋鸡摄食量显著降低 38%,9 日龄蛋鸡摄食量显著降低 15%^[8]。宋岳强研究表明,在连续 2 d 对家鸭进行静脉注射外源性瘦素后发现,瘦素可以降低家鸭体质量^[9]。本试验中,2 d 的禁食引起所有禁食组的蛋鸡体质量、腹脂率下降,经过重新提供水料,随着外源性重组小鼠瘦素水平的升高,蛋鸡体质量却还一直呈现下降趋势,与宋岳强的研究结果^[9]基本一致,但是蛋鸡的腹脂率总体呈现增加的趋势。试验 V 组腹脂率与试验 II 组相比显著增加($P < 0.05$),由于瘦素有抑制脂肪沉积的作用,可以推断短期注射外源性瘦素对脂肪的沉积可能无明显影响,而对蛋鸡体质量影响较为显著。

3.2 外源性瘦素对血浆中葡萄糖、甘油三酯含量的影响

瘦素通过与外周组织受体结合而影响一系列机体代谢过程,糖、脂肪提供动物生命活动所需的能量。葡萄糖在动物机体糖代谢过程中起着关键作用,是机体主要的供能物质,其含量高低与生产性能的发挥关系密切,而甘油三酯是脂类代谢过程中的 1 种重要中间代谢产物,能反映机体脂肪合成与分解的状况。瘦素与糖、脂代谢有着复杂关系,瘦素缺乏可能会导致肥胖与糖尿病的发生^[10]。Cheung 等给予小鼠注射重组瘦素后,发现小鼠代谢效率、能量消耗增加,葡萄糖敏感神经

元受到抑制^[11]。有研究在小鼠肝脏中灌注高浓度的瘦素发现, 磷酸酶活性、肝糖原分解受到抑制, 肝糖原储存增加, 葡萄糖浓度降低^[12], 说明瘦素能通过促进能量消耗并抑制糖异生对机体代谢进行调控。瘦素能够抑制脂肪的沉积, 促进脂肪的水解, 增加能量消耗, 可直接作用于胰岛细胞, 对糖、脂代谢进行调控^[13]。Shimabukuro 等用瘦素处理离体的胰岛组织, 发现细胞内自由脂肪酸的氧化速度升高, 甘油三酯含量降低^[14]。Bado 等研究发现, 胃黏膜上皮中存在着瘦素, 许多短型的 Ob-R 在空肠、回肠表达, 抑制肠道对糖的吸收, 降低载脂蛋白量, 从而减少乳糜颗粒中的甘油三酯^[15]。本试验中, Ⅲ至 V 组蛋鸡的葡萄糖、甘油三酯与禁食对照组相比均下降了, Ⅲ、Ⅳ组葡萄糖含量与对照组相比显著下降 ($P < 0.05$), 各组间甘油三酯含量差异不显著。试验中蛋鸡血液中葡萄糖、甘油三酯水平与瘦素注射水平呈负相关, 与 Aiston 等研究结果^[16]基本相符, 而由瘦素导致的血液中葡萄糖、甘油三酯水平的下降也可能是蛋鸡体质量下降的原因之一。但是有关瘦素对糖、脂代谢的具体调节机制尚未清晰, 仍有待研究。

3.3 外源性瘦素对蛋鸡肝脏 OB-R 基因定量表达的影响

外源性瘦素主要通过 OB-Rb 来发挥其生物学功能, 动物生长发育到一定阶段后, 瘦素作为动物繁殖系统的一个重要信号, 使体内脂肪的含量持续升高, 脂肪是动物机体贮存能量的重要物质, 在动物能量代谢中发挥着重要的作用, 瘦素可作为抑制性信号, 对脂肪的沉积起负调节作用^[17]。蛋鸡的脂肪主要集中在腹部与肌胃上, 腹脂是家禽体内蓄积脂肪的主要部位, 鸡腹脂质量约占体脂质量的 22%, 而腹脂的合成与分解受肝脏的调控, 肝脏在机体能量代谢中发挥着重要的作用。但是蛋鸡过多的腹脂会影响其生产性能, 因此可以通过肌肉注射外源激素来抑制脂肪的沉积, 瘦素发挥其促进蛋鸡能量代谢等生物功能须要 OB-R 的介导。相关试验证实, OB-R 基因在动物肝脏和腹脂中均有表达, 在肉鸡、火鸡上发现的受体中, 只有长型受体 (OB-Rb) 被分离鉴定, 主要分布于脑部、卵巢, 在肝脏、肾脏、小肠中也有分布^[5], 肝脏中 OB-R 基因表达量较大, 有利于借助瘦素发挥其生物学功能。研究发现, 脂肪组织中的瘦素 mRNA 水平与胖瘦程度呈正相关^[18]。宋岳强研究报道, 禁食可抑制家鸭卵巢瘦素受体 mRNA 的表达, 注射外源性瘦素可以促进卵巢瘦素受体 mRNA 的表达^[9]; Cassy 等研究表明, 对蛋鸡进行短期禁食同样能抑制鸡卵巢 OB-R 基因表达^[8]。在本试验中, 2 d 的禁食使肝脏中 OB-R mRNA 基因表达量有下降的趋势, 差异不显著, 瘦素发挥其功能则有可能受到一定程度的限制, 与宋岳强研究结果^[9]不尽一致, 与 Cassy 等的研究结论^[8]类似, 具体原因需进一步深入研究。外源性瘦素对肝脏中 OB-R 基因表达的影响不显著, 瘦素有可能不通过调整 OB-R 基因而通过别的途径来影响脂肪沉积。

4 结论

瘦素对蛋鸡食欲具有抑作用, 使蛋鸡采食量下降, 表现为体质量降低, 葡萄糖、甘油三酯含量以及肝脏 OB-R 基因表达量随着瘦素注射量的增加呈下降的趋势。本试验中, 400 $\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{d})$ 注射水平对蛋鸡的影响较为明显, 但是外源性瘦素对腹脂、肝脏中 OB-R 基因表达的影响不显著, 瘦素

有可能不通过调整 OB-R 基因来影响脂肪沉积。

参考文献:

- [1] Zhang Y, Proenca R, Maffei M, et al. Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue[J]. Nature, 1994, 372(6505): 425-432.
- [2] Leveille G A, O'Hea E K, Chakrabarty K. In vivo lipogenesis in the domestic chicken[J]. Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine, 1968, 128(2): 398-401.
- [3] Evans A J. In vitro lipogenesis in the liver and adipose tissues of the female Aylesbury duck at different ages[J]. British Poultry Science, 1972, 13(6): 595-602.
- [4] Pellemounter M A, Cullen M J, Baker M B, et al. Effects of the obese gene product on body weight regulation in ob/ob mice[J]. Science, 1995, 269(5223): 540-543.
- [5] Dunn I C, Boswell T, Friedman - Einat M, et al. Mapping of the leptin receptor gene (LEPR) to chicken chromosome 8[J]. Animal Genetics, 2000, 31(4): 290.
- [6] 潘剑平. 蛋鸡开产前期体增重比率与产蛋性能的关系[J]. 河南畜牧兽医, 1998(6): 6-7.
- [7] 王淑红, 顾同光, 刘长国. 海兰褐蛋鸡产蛋后期体重与产蛋性能的关系分析[J]. 中国家禽, 2012, 34(16): 60-62.
- [8] Cassy S, Picard M, Crochet S, et al. Peripheral leptin effect on food intake in young chickens is influenced by age and strain[J]. Domestic Animal Endocrinology, 2004, 27(1): 51-61.
- [9] 宋岳强. 家鸭 leptin 受体 cDNA 的克隆分析及外源 leptin 对家鸭生殖机能的影响[D]. 厦门: 厦门大学, 2008.
- [10] Morton G J, Schwartz M W. Leptin and the central nervous system control of glucose metabolism[J]. Physiological Reviews, 2011, 91(2): 389-411.
- [11] Cheung C C, Clifton D K, Steiner R A. Proopiomelanocortin neurons are direct targets for leptin in the hypothalamus[J]. Endocrinology, 1997, 138(10): 4489-4492.
- [12] Jang M, Mistry A, Swick A G, et al. Leptin rapidly inhibits hypothalamic neuropeptide Y secretion and stimulates corticotropin-releasing hormone secretion in adrenalectomized mice[J]. The Journal of Nutrition, 2000, 130(11): 2813-2820.
- [13] Laubner K, Kieffer T J, Lam N T, et al. Inhibition of preproinsulin gene expression by leptin induction of suppressor of cytokine signaling 3 in pancreatic beta-cells[J]. Diabetes, 2005, 54(12): 3410-3417.
- [14] Shimabukuro M, Ohneda M, Lee Y, et al. Role of nitric oxide in obesity-induced beta cell disease[J]. The Journal of Clinical Investigation, 1997, 100(2): 290-295.
- [15] Bado A, Lévassieur S, Attoub S, et al. The stomach is a source of leptin[J]. Nature, 1998, 394(6695): 790-793.
- [16] Aiston S, Agius L. Leptin enhances glycogen storage in hepatocytes by inhibition of phosphorylase and exerts an additive effect with insulin[J]. Diabetes, 1999, 48(1): 15-20.
- [17] 吴玲, 王敏, 占秀安. 脂肪沉积的分子调控机制[J]. 中国饲料, 2006(12): 15-17.
- [18] 周杰, 赵茹茜, 韦习会, 等. 二花脸和大白猪脂肪 leptin 和下丘脑中 Ob-Rb 基因表达的发育性变化[J]. 中国科学: C 辑, 2003, 33(6): 525-531.