

日粮 NDF 水平对妊娠母兔繁殖性能、血清生化指标及激素的影响

晁洪雨¹ 井文倩¹ 夏春峰¹ 李福昌²

(1. 临沂大学 生命科学学院, 山东 临沂 276003;

2. 山东农业大学 动物科技学院, 山东 泰安 271018)

摘要 为研究不同中性洗涤纤维(NDF)水平日粮对妊娠母兔繁殖性能及血清生化指标和激素的影响,探讨适宜的 NDF 需要量,将 100 只体质量相近、胎次和配种日期基本一致的经产新西兰母兔随机分为 5 组,每组 20 只,分别饲喂含 24%、27%、30%、33%和 36% 5 种 NDF 水平的日粮。结果表明:日粮 NDF 水平对妊娠母兔窝产仔数和初生个体质量无显著影响($P>0.05$),对窝产活仔数、初生窝质量和窝活仔质量影响显著($P<0.05$),均以 30% NDF 组最高。30% NDF 组血清蛋白质和葡萄糖含量及 24% NDF 组甘油三酯含量显著高于 36% NDF 组($P<0.05$),血清尿素氮和胆固醇浓度不受 NDF 水平显著影响($P>0.05$)。随 NDF 水平升高,血清 IGF-1、 E_2 、 P_4 和 PRL 水平呈先升高后降低趋势,30% NDF 组显著高于 24%和 36% NDF 组($P<0.05$)。综合分析,妊娠母兔日粮最适宜的 NDF 水平为 30%。

关键词 妊娠母兔;繁殖性能;血清生化指标;血清激素

中图分类号 S 816

文章编号 1007-4333(2015)06-0181-08

文献标志码 A

Effects of dietary NDF levels on reproductive performance, serum biochemical indices and hormone levels of gestating rabbits

CHAO Hong-yu^{1*}, JING Wen-qian¹, XIA Chun-feng¹, LI Fu-chang²

(1. College of Life Science, Linyi University, Linyi 276003, China;

2. College of Animal Science and Technology, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China)

Abstract Experiment was conducted to determine the effects of dietary NDF level on reproductive performance, serum biochemical indices and hormone levels of gestating rabbits, and to discuss the appropriate requirements of NDF. 100 Multiparous female New Zealand rabbits which had similar body weight, parity and breeding time were randomly divided into 5 treatments of 20 rabbits each. They were fed with different NDF levels in each diet (24%, 27%, 30%, 33% and 36%, respectively). The results showed: Dietary NDF levels had no significant influence on total litter size and nascent individual weight ($P>0.05$) of gestating rabbits, but its live litter size, total litter weight and litter live weight at birth which were the highest in 30% NDF group were affected significantly ($P<0.05$). Protein and glucose content in serum of 30% NDF group and triglyceride content of 24% NDF group were significantly higher ($P<0.05$) than those in 36% NDF group. The concentrations of urea nitrogen and cholesterol were not affected ($P>0.05$) by dietary NDF levels. The serum levels of IGF-1, E_2 , P_4 and PRL tended to rise then drop with the increase of dietary NDF levels, and they were significant higher ($P<0.05$) in 30% NDF group than in 24% and 36% NDF groups. According to the results obtained above, we concluded that the appropriate dietary NDF level for gestating rabbits was 30%.

Key words gestating rabbits; reproductive performance; serum biochemical indices; serum hormones

日粮纤维是商品兔饲粮的主要组成成分之一,不仅提供家兔营养,而且还可减少牙齿^[1]、胃肠道^[2]

和尿结石^[3]等疾病发生,防止母兔肥胖^[4],促进妊娠早期胚胎的存活^[5],减少异常行为发生^[6],降低分娩

收稿日期: 2015-03-13

基金项目: 国家公益性行业农业科研专项(nyhyzx07-040); 山东省优秀中青年科学家科研奖励基金(BS2010NY002)

第一作者: 晁洪雨, 副教授, 主要从事家兔营养研究, E-mail: hongyuchao@126.com

应激^[7],从而改善妊娠母兔健康状况、动物福利和繁殖性能。但是日粮纤维又具有抗营养性,饲喂过多会加重胃肠道负担,降低营养物质消化和吸收^[8-9],引起妊娠母兔繁殖性能的下降^[10]。因此,尽管家兔盲肠发达,能够发酵和利用较大量粗纤维饲料,其日粮中纤维组分含量也应保持合理,以充分发挥营养作用,保证妊娠母兔能够获得较高的产仔性能。然而,目前关于日粮中性洗涤纤维(NDF)对妊娠母兔生理生化特点的影响及其需要量的研究鲜见报道,世界各国兔饲养标准也均没有推荐NDF在妊娠母兔饲养中的适宜用量。为此,本试验以花生秧和小麦麸为主要纤维源,以新西兰肉兔为试验动物,研究日粮不同NDF水平对繁殖性能、血清生化指标及激素水平的影响,旨在探讨日粮纤维对妊娠母兔的作用机理及我国目前饲养管理条件下日粮中适宜的NDF添加量,为我国家兔饲养标准的制订以及实际生产中妊娠母兔日粮纤维组分的应用提供科学

依据。

1 材料与方 法

1.1 试验动物、日粮及试验设计

本试验于2010-08-15—11-20在山东农业大学试验兔场进行。选用100只体质量相近、健康状况良好、血缘接近、胎次和配种日期基本一致的经产新西兰母兔,发情期前15 d开始预饲,发情期集中配种,及时淘汰更换空怀母兔。

依据NRC(1977)家兔饲养标准配制NDF含量分别为24%(日粮I)、27%(日粮II)、30%(日粮III)、33%(日粮IV)和36%(日粮V)的试验日粮,日粮组成及营养水平见表1。

试验采用单因素完全随机分组设计,母兔按试验要求随机分为5组(I~V组),每组20个重复,每个重复1只。各组母兔分别饲喂对应编号的试验日粮。

表1 试验日粮组成与营养水平(风干基础)

Table 1 Component and nutrient levels of trial daily diets(air dry basis)

饲料成分 Ingredient	试验组 Test group				
	I	II	III	IV	V
ω(玉米)/% Corn	33.5	26.0	18.5	10.0	2.0
ω(小麦麸)/% Wheat bran	25.0	24.0	25.0	32.0	63.5
ω(豆粕)/% Soybean meal	19.0	17.5	17.0	15.5	12.0
ω(花生秧)/% Peanut vine	20	30	37	40	20
ω(磷酸氢钙)/% Dicalcium phosphate	1	1	1	1	1
ω(食盐)/% Salt	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
ω(预混料)/% ^① Premix	1	1	1	1	1
合计 Total	100	100	100	100	100
营养水平 ^② Nutrient level					
ω(粗蛋白)/% CP	16.94	16.87	17.02	16.79	16.82
ω(粗脂肪)/% EE	2.58	2.64	2.51	2.68	2.85
ω(钙)/% C _a	0.75	0.81	0.86	0.90	0.78
ω(磷)/% P	0.62	0.69	0.72	0.74	0.88
ω(粗纤维)/% CF	12.81	13.15	13.46	13.69	14.10
ω(酸性洗涤纤维)/% ADF	15.08	16.10	16.76	17.33	18.28
ω(中性洗涤纤维)/% NDF	24.32	27.13	29.86	32.84	35.79
消化能(MJ/kg)DE	10.74	10.61	10.47	10.39	10.32

注:①预混料组成(每kg饲料):Lys 1.5 g;Met 1.5 g;C_u 50 mg;F_e 100 mg;Z_n 50 mg;M_n 30 mg;M_g 150 mg;I 0.1 mg;S_e 0.1 mg;VA 8 000 IU;VD₃ 1 000 IU;VE 50 mg。②营养水平除消化能为计算值外其他均为实测值。

Note:①Premix composition (by kg diet):Lys 1.5 g;Met 1.5 g;C_u 50 mg;F_e 100 mg;Z_n 50 mg;M_n 30 mg;M_g 150 mg;I 0.1 mg;S_e 0.1 mg;VA 8 000 IU;VD₃ 1 000 IU;VE 50 g。②Digestible energy was calculated values in nutrient level, while others were measured values.

1.2 饲养管理

试验兔在同一兔舍内单笼饲养, 各组饲养管理和卫生条件一致。试验开始前均按常规程序进行免疫和驱虫。预试期 15 d, 正试期从母兔配种开始至妊娠分娩结束, 期间每天 08:30 和 17:30 各人工喂料 1 次, 不限数量, 自由饮水, 自然光照和通风, 并定期对兔舍、兔笼、饲槽和水槽进行清洗消毒。严格执行母兔妊娠期饲养管理规定, 密切观察妊娠母兔情况, 做好试验记录, 并统计日采食量(ADFI)和繁殖性能相关指标: 窝产仔数(TLS)、窝产活仔数(TLLS)、初生窝质量(TLW)、初生窝活仔质量(TLLW)和初生个体质量(NIW)等。

1.3 血清样品的收集及保存

妊娠后期每组随机选取 8 只试验兔, 连续 2 d 早晨在饲喂前分别进行耳静脉采血 10 mL, 室温避光静置 30 min 后, 4 °C 1 500g 离心 10 min, 将分离所得血清分装于 Eppendorf 管中, 置于 -20 °C 保存待测。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 血清常规生化指标测定

血清中总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、球蛋白(GLB)、尿素氮(SUN)、葡萄糖(GLU)、总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL)、极低密度脂蛋白胆固醇(VLDL)以及谷草转氨酶(AST)、谷丙转氨酶(ALT)活性的测定, 采用日本和光纯药工业株式会社提供的试剂盒, 按说明书操作, 在日立 7020 型全自动生化分析仪上进行分析测定。

1.4.2 血清激素水平测定

血清中激素的含量采用放射免疫法(RIA)测定, 试剂盒由天津九鼎医药生物工程有限公司生产, 胰岛素(INS)(S10940172)、胰高血糖素(GC)(S10940173)、生长激素(GH)(S10940113)、胰岛素样生长因子-1(IGF-1)(S10940171)、孕酮(P₄)(S10950183)、雌二醇(E₂)(S10950184)、泌乳素(PRL)(S10950179)、促黄体生成素(LH)(S10950181)和促卵泡生成素(FSH)(S10950180)抗体均为鼠抗人多克隆抗体, 与兔血清 INS、GC、GH、IGF-1、P₄、E₂、PRL、LH 和 FSH 均无交叉反应。各试剂盒批内变异系数(CV)均 < 5.5%、批间 CV 均 < 10%, 实测值与理论值之比(回收率)均为 95%~105%。低温冷冻保存的血清样品在室温下解冻, 按说明书进行预处理后测定, 放射性强度计数使用 γ -免疫计数器(DPM-96 型)。

1.5 数据统计与分析

试验数据均采用 SPSS 17.0 统计软件 ANOVA 方法进行方差分析, 差异显著时对各组间平均数利用 Duncan's 法多重比较, 并做回归分析。所有数据均表示为“平均数±标准误”。

2 结果与分析

2.1 对妊娠母兔繁殖性能的影响

日粮 NDF 水平对妊娠母兔繁殖性能的影响见表 2。由表 2 可知, 日粮 NDF 水平对妊娠母兔日采食量、窝产仔数、产活仔率、初生个体质量和初生窝活仔质量与窝质量的比值影响不显著($P>0.05$),

表 2 日粮 NDF 水平对妊娠母兔繁殖性能的影响

Table 2 Effects of dietary NDF levels on reproductive performance of gestating rabbits

项目 Item	试验组 Test group				
	I	II	III	IV	V
日采食量/g ADFI	251.41±33.25	285.30±24.62	319.01±31.42	321.29±16.22	309.12±25.38
窝产仔数/只 TLS	8.25±0.39	8.41±0.48	9.84±0.20	9.61±0.33	8.82±0.57
窝产活仔数/只 TLLS	6.19±0.17 b	6.36±0.20 b	8.30±0.29 a	8.07±0.16 a	6.83±0.26 b
产活仔率/% LLP	75.11±4.12	75.48±3.41	84.42±4.34	83.85±3.26	78.05±4.06
初生窝质量/g TLW	404.87±16.37 c	451.15±22.55 bc	527.71±15.18 a	490.13±24.53 ab	462.29±19.89 b
初生个体质量/g NIW	49.12±2.15	53.49±2.96	53.51±2.46	50.89±2.61	51.38±3.14
窝活仔质量/g TLLW	304.61±15.23 c	365.98±20.16 bc	450.57±19.99 a	395.39±22.68 ab	374.69±21.33 b
TLLW/TLW 比/%	75.03±4.83	81.48±5.72	85.25±4.33	80.44±5.22	80.59±4.76

注: 同行数据不同小写字母表示差异显著($P<0.05$), 相同小写字母表示差异不显著($P>0.05$)。下表同

Note: In the same row, values followed with different small letters represent significant difference($P<0.05$), while same letters means no significant difference($P>0.05$). The same below.

对窝产活仔数、初生窝质量和窝活仔质量影响显著 ($P < 0.05$)。随 NDF 水平的提高,窝产活仔数、初生窝质量和窝活仔质量先增加后降低,均以 III 组最高,分别为 8.30 只、527.71 g 和 450.57 g,与 IV 组差异不显著 ($P > 0.05$),但显著高于其他各处理组 ($P < 0.05$)。III 组窝产活仔数、初生窝质量和窝活仔质量分别较 I 组、II 组和 V 组提高 34.09%、30.50%、21.52%,30.34%、16.97%、14.15% 和 47.92%、23.11%、20.25%。经回归分析,窝产活仔数 (y_1 , 只)、初生窝质量 (y_2 , g) 和窝活仔质量 (y_3 , g) 与日粮 NDF 水平 (x , %) 的关系分别为: $y_1 = -396.03x^2 + 247.59x - 30.770, R^2 = 0.7002$; $y_2 = -20824x^2 + 13007x - 1523.3, R^2 = 0.8719$; $y_3 =$

$-24120x^2 + 15037x - 1918.7, R^2 = 0.8526$ 。

2.2 对妊娠母兔血清蛋白质、尿素氮含量及转氨酶活性的影响

日粮 NDF 水平对妊娠母兔血清蛋白质、尿素氮含量和转氨酶活性的影响见表 3。由表 3 可知,日粮 NDF 水平对血清 TP、ALB 和 GLB 质量浓度影响显著 ($P < 0.05$),对血清 SUN 浓度、ALT 和 AST 活性影响不显著 ($P > 0.05$)。III 组 TP、ALB 和 GLB 质量浓度与 IV 组差异不显著 ($P > 0.05$),但显著高于其他各处理组 ($P < 0.05$)。经回归分析,血清 TP 质量浓度 (y , g/L) 与日粮 NDF 水平 (x , %) 的关系为: $y = -3296.8x^2 + 1986.6x - 239.96, R^2 = 0.5305$ 。

表 3 日粮 NDF 水平对妊娠母兔血清蛋白质、尿素氮含量和转氨酶活性的影响

Table 3 Effects of dietary NDF levels on serum protein, urea nitrogen and transaminase of gestating rabbits

项目 Item	试验组 Test group				
	I	II	III	IV	V
总蛋白/(g/L)TP	49.42±3.19 b	48.82±4.89 b	66.17±5.01 a	54.72±1.71 ab	47.75±3.52 b
白蛋白/(g/L)ALB	31.01±2.02 b	30.18±2.37 b	37.85±2.58 a	33.13±0.92 ab	28.57±1.14 b
球蛋白/(g/L)GLB	18.41±1.87 b	18.63±2.60 b	28.32±3.62 a	21.58±1.02 ab	19.18±2.84 b
白球比 A/G	1.67±0.17	1.70±0.10	1.38±0.11	1.52±0.06	1.58±0.16
尿素氮/(mmol/L)SUN	6.87±0.47	5.58±0.41	5.90±0.32	5.89±0.37	7.14±0.61
谷丙转氨酶/(U/L)ALT	41.13±5.25	43.24±7.10	44.60±6.43	47.22±8.11	46.39±7.02
谷草转氨酶/(U/L)AST	29.05±4.01	29.28±5.07	32.34±6.17	34.49±5.55	35.82±6.36

2.3 对妊娠母兔血清脂质含量的影响

日粮 NDF 水平对妊娠母兔血清脂质含量的影响见表 4。由表 4 可知,血清 TC、HDLC、LDLC 和 VLDLC 含量均不受日粮 NDF 水平显著影响 ($P >$

0.05),血清 TG 含量随 NDF 水平升高呈下降趋势,其中 I 组显著高于 V 组 ($P < 0.05$)。经回归分析,血清 TG 含量 (y , mmol/L) 与日粮 NDF 水平 (x , %) 的关系为: $y = -1.7667x + 0.8520, R^2 = 0.9660$ 。

表 4 日粮 NDF 水平对妊娠母兔血清脂质含量的影响

Table 4 Effects of dietary NDF levels on serum lipids of gestating rabbits

mmol/L

项目 Item	试验组 Test group				
	I	II	III	IV	V
总胆固醇 TC	0.48±0.13	0.42±0.08	0.39±0.05	0.38±0.09	0.34±0.11
甘油三酯 TG	0.43±0.05 a	0.39±0.01 ab	0.30±0.03 ab	0.26±0.02 ab	0.23±0.04 b
高密度脂蛋白胆固醇 HDLC	0.13±0.04	0.12±0.01	0.11±0.02	0.12±0.09	0.10±0.03
低密度脂蛋白胆固醇 LDLC	0.09±0.02	0.08±0.01	0.07±0.02	0.07±0.01	0.06±0.02
极低密度脂蛋白胆固醇 VLDLC	0.17±0.02	0.16±0.03	0.16±0.01	0.14±0.02	0.15±0.04

2.4 对妊娠母兔血清葡萄糖含量及代谢激素水平的影响

日粮 NDF 水平对妊娠母兔血清葡萄糖含量和代谢激素水平的影响见表 5。由表 5 可知, III 组血清 GLU 含量显著高于 V 组 ($P < 0.05$), 但与其他各处理组差异不显著 ($P > 0.05$)。随 NDF 水平升高, 血清 IGF-1 水平呈先增加后降低的趋势, 以 III 组

最高, 与 II 组和 IV 组差异不显著 ($P > 0.05$), 但显著高于 I 组和 V 组 ($P < 0.05$), 分别较 I 组和 V 组提高 25.72% 和 19.79%。经回归分析, 血清 IGF-1 水平 (y , mg/mL) 与日粮 NDF 水平 (x , %) 的关系为: $y = -11\ 406x^2 + 6\ 954.2x - 824.93$, $R^2 = 0.9618$ 。血清 INS、GC 和 GH 水平各处理组间差异均不显著 ($P > 0.05$)。

表 5 日粮 NDF 水平对妊娠母兔血清葡萄糖含量和代谢激素水平的影响

Table 5 Effects of dietary NDF levels on serum glucose and metabolic hormones of gestating rabbits

项目 Item	试验组 Test group				
	I	II	III	IV	V
葡萄糖/(mmol/L) GLU	5.65±0.20 ab	5.48±0.41 ab	6.03±0.33 a	5.10±0.29 ab	4.62±0.16 b
胰岛素/(mmol/L) INS	27.21±3.74	29.87±3.35	35.99±4.44	30.97±4.56	28.56±3.02
胰高血糖素/(mmol/L) GC	182.08±16.21	194.62±16.23	183.79±21.05	201.02±19.41	216.39±17.66
生长激素/(ng/mL) GH	66.32±3.09	59.89±2.73	68.79±4.44	72.16±3.98	62.41±4.67
胰岛素样生长因子-1/ (mg/mL) IGF-1	189.61±11.32 b	214.90±17.34 ab	238.38±14.63 a	229.26±10.85 a	198.99±13.70 b

2.5 对妊娠母兔血清生殖激素水平的影响

日粮 NDF 水平对妊娠母兔血清生殖激素水平的影响见表 6。由表 6 可知, 血清 FSH 和 LH 水平各处理组间差异不显著 ($P > 0.05$), 血清 E_2 、 P_4 和 PRL 浓度受日粮 NDF 水平显著影响 ($P < 0.05$), E_2 和 PRL 浓度以 III 组最高, P_4 浓度以 IV 组最高, 分别为 851.92 pmol/L、65.69 ng/mL 和 145.69 nmol/L。III 组 E_2 和 PRL 浓度与 II 组和 IV 组差异不显著 ($P > 0.05$), 但显著高于 I 组和 V 组 ($P <$

0.05); IV 组 P_4 浓度显著高于 I 组和 V 组 ($P < 0.05$), 但与 II 组和 III 组差异不显著 ($P > 0.05$)。经回归分析, 血清 E_2 (y_1 , pmol/L)、 P_4 (y_2 , nmol/L) 和 PRL (y_3 , ng/mL) 浓度与日粮 NDF 水平 (x , %) 的关系分别为: $y_1 = -51\ 063x^2 + 30\ 674x - 3\ 782.5$, $R^2 = 0.8911$; $y_2 = -13\ 689x^2 + 8\ 330.4x - 1\ 124.1$, $R^2 = 0.9100$; $y_3 = -8\ 276.2x^2 + 4\ 975x - 685.08$, $R^2 = 0.9040$ 。

表 6 日粮 NDF 水平对妊娠母兔血清生殖激素水平的影响

Table 6 Effects of dietary NDF levels on serum reproductive hormones of gestating rabbits

项目 Item	试验组 Test group				
	I	II	III	IV	V
雌二醇/(pmol/L) E_2	657.33±21.17 b	729.52±19.19 ab	851.92±25.74 a	789.93±30.86 a	632.62±27.69 b
孕酮/(nmol/L) P_4	90.25±2.13 b	121.45±3.71 ab	138.61±1.81 a	145.69±3.02 a	95.69±3.66 b
促卵泡生成素/(U/L) FSH	50.11±2.85	37.65±1.90	42.78±2.51	48.69±3.07	54.59±2.67
促黄体生成素/(U/L) LH	35.89±2.44	38.41±1.15	46.81±3.76	52.16±2.45	55.25±3.23
泌乳素/(ng/mL) PRL	35.27±1.32 b	47.73±2.12 ab	65.69±1.65 a	58.39±1.87 a	31.34±1.92 b

3 讨论

3.1 对妊娠母兔繁殖性能的影响

日粮纤维能够促进胃肠蠕动,加快食糜流通,提高家兔采食能力^[11]。本试验中,尽管妊娠母兔采食量随日粮 NDF 水平提高呈增加趋势,但差异并不显著,可能是由于高水平纤维日粮适口性较差以及母兔妊娠期短、胎儿生长较快、子宫过度增大引起采食量降低致使差异减小所致。目前,关于日粮纤维水平对妊娠母兔繁殖性能的影响的研究结果并不一致。田进吉^[10]研究认为,较高的日粮粗纤维水平有利于妊娠母兔产仔数的增加。但 Barreto 等^[12]研究报告,日粮纤维水平对妊娠母兔的窝产仔数和窝产活仔数均没有显著影响,其原因可能与设置的纤维水平、纤维来源与组成以及家兔品种、胎次等有较大差异有关。本试验中,30%(Ⅲ)NDF 组母兔窝产活仔数、初生窝质量和窝活仔质量最高,尽管与 33%(Ⅳ)NDF 组差异不显著,但显著高于其他各处理组。由此看出,适当提高日粮 NDF 水平能够明显改善妊娠母兔的产仔性能,但随着 NDF 水平的不断提高,其产仔性能又呈下降趋势,这与冯冬冬等^[13]的研究结果基本一致。冯冬冬等^[13]对经产妊娠母猪的研究表明,日粮 NDF 水平显著或极显著影响窝产仔数、产活仔数及初生窝质量,过高或过低均不利于繁殖性能的提高。高纤维日粮造成母兔繁殖性能下降的原因可能与较大量纤维在盲肠内发酵产生热量和甲烷、二氧化碳、氢气等气体引起较高的能量损失,造成能量利用率降低、净能摄入不足和葡萄糖吸收减少不能满足妊娠需要有关。Fortun-Lamothe 等^[14]研究表明,母兔能量摄入不足会降低排卵数、受胎率以及胚胎的存活数,严重影响繁殖性能。

3.2 对妊娠母兔血清生化指标的影响

日粮 NDF 水平增高,会加快食糜在消化道内的流通速度,降低家兔对饲料中能量、蛋白质和脂肪等营养物质的消化率^[15],进而影响其吸收、代谢和血液或组织中各种相应代谢物的浓度,这些代谢物的浓度又将影响胰岛素、胰高血糖素、IGF-1 和生长激素等代谢激素的水平,进而对雌激素、孕激素、促卵泡生成素、促黄体生成素和泌乳素等生殖激素的分泌以及繁殖性能起重要的调控作用。因此,母兔妊娠期血清生化指标和激素水平的测定对判断为获最佳繁殖性能而需要饲料提供的最适 NDF 水平具

有重要意义。

血清蛋白质和尿素氮含量可在一定程度上反映动物体内蛋白质和氨基酸的代谢状况。一定范围内,血清总蛋白浓度越高、尿素氮浓度越低表明动物机体合成和利用蛋白质的能力越强。妊娠母兔血清总蛋白、白蛋白和球蛋白含量正常值为 49~71、27~50 和 15~33 g/L,本试验中,日粮 NDF 水平对试兔血清尿素氮浓度无显著影响,但对总蛋白、白蛋白和球蛋白浓度影响显著,以 30%(Ⅲ)NDF 组最高,分别达到 66.17、37.85 和 28.32 g/L,显著高于 24%(Ⅰ)、27%(Ⅱ)和 36%(Ⅴ)NDF 组,表明适宜的日粮 NDF 水平可能有利于妊娠母兔体内的蛋白质代谢,促进日粮蛋白质的消化吸收,进而改善胚胎的生长发育。适宜的日粮 NDF 含量可使成年种公兔维持较高的血清蛋白质水平^[16]以及高 NDF 水平日粮不利于生长肉兔氮的沉积^[8]等研究结果与此基本一致。

血清甘油三酯和胆固醇含量是反映动物机体脂类吸收和代谢状况的重要指标,胆固醇与类固醇激素的合成、动物生殖器官发育以及体内脂肪代谢密切相关。杨玉芬等^[17]研究报告,母猪妊娠后期血清总胆固醇浓度随饲料粗纤维水平升高显著降低,甘油三酯浓度呈下降趋势但差异不显著。初汉平^[16]研究表明,成年种公兔血清总胆固醇和甘油三酯浓度随日粮 NDF 含量的增加显著降低。本试验中,36%(Ⅴ)NDF 组血清甘油三酯含量显著低于 24%(Ⅰ)NDF 组,总胆固醇含量各组差异不显著,但随日粮 NDF 水平升高有逐渐下降趋势,与上述研究略有差异。高纤维日粮引起动物心脏和脂肪组织脂蛋白脂肪酶的活性增加从而降低血清和肝脏甘油三酯含量^[18]可能是高 NDF 水平饲料降低血脂的主要原因,同时高 NDF 水平日粮在母兔盲肠发酵产生的短链脂肪酸浓度较高^[15],被吸收后(尤其是丙酸)可抑制肝细胞合成胆固醇的限速酶(HMG-CoA 还原酶)活性从而降低肝脏胆固醇的合成^[19],这也有利于血清甘油三酯的降低。

妊娠母兔在体内胰岛素、胰高血糖素和生长激素的共同作用下具有较强的调节血液葡萄糖浓度的能力,正常情况下能够维持血糖的相对稳定(5.50~8.20 mmol/L)。有研究表明^[16,20],日粮中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维水平对成年种公兔血糖含量均无显著影响。本试验中,30%(Ⅲ)NDF 组血糖浓度(6.03 mmol/L)与 24%(Ⅰ)、27%(Ⅱ)和 33%(Ⅳ)

NDF 组差异不显著,但显著高于 36%(V)NDF 组(4.62 mmol/L),与上述研究差异较大,其主要原因可能是由于试验设置的纤维水平和试兔生理状态有较大不同所致。高 NDF 水平日粮能够降低血糖浓度的原因不仅在于日粮纤维对消化液的稀释作用和对 α -淀粉酶活性的抑制作用引起淀粉的消化率降低^[21],更重要的是能够吸附结合小肠内葡萄糖,降低可利用葡萄糖含量^[22],阻碍消化道内葡萄糖的对流、扩散和吸收^[21]。同时,盲肠微生物发酵产生的较大量短链脂肪酸吸收后也会对机体葡萄糖的代谢产生影响而引起血糖浓度的降低^[23]。母体血糖浓度的降低势必会影响胎儿能量的供应,进而减缓其生长发育速度。

3.3 对妊娠母兔血清激素水平的影响

胰岛素、IGF-1 和生长激素在卵巢和子宫均有受体,可直接或协作与受体结合参与生殖机能的调控。IGF-1 不仅与胰岛素一起对类固醇激素的形成起重要调节作用,而且能够增加胎盘的蛋白质合成代谢,促进胎儿生长发育,被认为是营养与繁殖关联的关键组分^[24]。关于日粮纤维对妊娠家畜血清 IGF-1 水平的影响研究报道很少。本试验中,随日粮 NDF 含量的增加,妊娠母兔血清 IGF-1 水平呈先升高后降低的趋势,30%(Ⅲ)和 33%(Ⅳ)NDF 组水平较高,与雌激素、孕激素及窝产活仔数、初生窝质量和窝活仔质量的变化基本一致,表明适宜的日粮 NDF 水平有利于 IGF-1 的分泌,能够促进繁殖性能的提高。

雌激素和孕激素通过协同和拮抗作用共同调节妊娠母兔的繁殖活动,妊娠早期血清雌激素和孕酮含量能够影响输卵管和子宫内膜的发育以及子宫分泌蛋白的分泌,从而对早期胚胎的存活起重要调节作用。许多研究表明,日粮纤维可以通过影响动物机体生殖激素水平而影响繁殖性能。尹国安等^[25]研究报道,妊娠母猪的雌二醇水平随日粮粗纤维含量的增加而降低。Arias-Alvarez 等^[26]等研究认为,高纤维饲料能够提高初产妊娠母兔的雌二醇水平。杨玉芬等^[17]研究指出,饲料纤维对妊娠母猪雌二醇水平没有影响,但能够降低妊娠后期的泌乳素水平。本试验结果表明,30%(Ⅲ)和 33%(Ⅳ)NDF 水平能够维持较高的雌二醇、孕酮和泌乳素含量,过高或过低均会降低三者含量,不利于妊娠维持和分娩后泌乳的需要,与上述研究稍有不同。影响生殖激素分泌的原因很多,该试验中可能是由于日

粮纤维能够降低肝脏胆固醇的合成,促进循环类固醇激素的清除,影响 IGF-1 的分泌、能量代谢和产生内毒素的有害菌数量。过高或过低的日粮纤维不仅如上所述使血清 IGF-1 水平降低,减少类固醇激素的分泌,同时还会加重肠道的消化代谢负担或损害肠道健康,引起能量消化和吸收率下降,使机体能量摄入不足,从而导致雌二醇、孕酮和泌乳素分泌量降低,难以满足母兔的妊娠和泌乳需要。目前,关于日粮纤维对繁殖母兔生殖激素水平的影响及作用机制研究报道很少,尚无定论,今后还需进一步深入研究测定。

4 结论

1)适宜的日粮 NDF 水平通过对妊娠母兔血清生化指标和激素分泌的影响,可以改善蛋白质、脂肪和糖的代谢,促进胚胎生长发育,提高繁殖性能。

2)综合各项研究指标,妊娠母兔日粮最适宜的 NDF 水平为 30%。

参 考 文 献

- [1] Mullan S M, Main D C. Survey of the husbandry, health and welfare of 102 pet rabbits[J]. *Vet Rec*, 2006, 159(4):103-109
- [2] Lord B. Gastrointestinal disease in rabbits 1. Gastric diseases [J]. *In Practice*, 2012, 34(2):90-96
- [3] Prebble J L, Meredith A L. Food and water intake and selective feeding in rabbits on four feeding regimes[J]. *J Anim Physiol An N*, 2014, 98(5):991-1000
- [4] Lowe J A. Pet rabbit feeding and nutrition[C]//De Blas J C, Wiseman J. *Nutrition of the Rabbit*. Wallingford: CABI, 2010: 294-325
- [5] Ferguson E M, Slevin J, Hunter M G, et al. Beneficial effects of a high fibre diet on oocyte maturity and embryo survival in gilts[J]. *Reprod*, 2007, 133(2):433-439
- [6] Hansen L T, Berthelsen H. The effect of environmental enrichment on the behaviour of caged rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) [J]. *Appl Anim Behav Sci*, 2000, 68(2):163-178
- [7] Van Dijkstra A J, Van Rensb B T T M, Van der Lende T, et al. Factors affecting duration of the expulsive stage of parturition and piglet birth intervals in sows with uncomplicated, spontaneous farrowings [J]. *Theriogenology*, 2005, 64(7): 1573-1590
- [8] Tao Z Y, Li F C. Effects of dietary neutral detergent fibre on production performance, nutrient utilization, caecum fermentation and fibrolytic activity in 2-to 3-month-old New Zealand rabbits[J]. *J Anim Physiol An N*, 2006, 90(11/12): 467-473

- [9] 晁洪雨,李福昌.日粮 ADF 水平对断奶肉兔肠道健康、营养物质消化及生产性能的影响[J].中国饲料,2012(5):11-16
- [10] 田进吉.不同营养水平日粮对母兔繁殖性能的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2000(8):26
- [11] Peng Q H, Wang Z H. Effect of different levels of acid detergent fiber diets on growth performance, intestinal integrity and mucosal immunity of weaning rabbits[J]. J Food Agric Environ, 2013, 11(3/4):949-953
- [12] Barreto G, De Blas J C. Effect of dietary fibre and fat content on the reproductive performance of rabbit does bred at two remating times during two seasons[J]. World Rabbit Sci, 1993 (2):77-81
- [13] 冯冬冬,吴德,车炼强,等.饲料纤维水平对妊娠母猪繁殖性能、激素分泌及仔猪器官发育的影响[J].动物营养学报,2011,23(1):25-33
- [14] Fortun-Lamothe L, Prunier A. Effects of lactation, energetic deficit and remating interval on reproductive performance of primiparous rabbit does[J]. Anim Reprod Sci, 1999, 55: 289-298
- [15] 陶志勇,李福昌.日粮中性洗涤纤维水平对断奶至2月龄肉兔生产性能、消化代谢和盲肠发酵的影响[J].动物营养学报,2005,17(4):56-61
- [16] 初汉平.日粮中性洗涤纤维水平对新西兰种公兔精液品质、血清生化指标及生殖激素的影响[J].中国畜牧杂志,2012,48(15):44-46
- [17] 杨玉芬,葛德军,王长康.饲料纤维水平对妊娠母猪粪便指标、血清激素和生化指标的影响[J].动物营养学报,2010,22(6):1529-1535
- [18] Sudheesh S, Vijayalakshmi N R. Lipid-lowering action of pectin from Cucumis sativus[J]. Food Chem, 1999, 67(3):281-286
- [19] Demigne C, Morand C, Levrat M A, et al. Effect of propionate on fatty acids and cholesterol synthesis and on acetate metabolism in isolated rat hepatocytes[J]. Brit J Nutr, 1995, 74(2):209-219
- [20] 初汉平.日粮酸性洗涤纤维水平对新西兰种公兔精液品质、血液生化指标和生殖激素的影响[J].中国畜牧兽医,2013,39(6):121-124
- [21] Ou S Y, Kwok K, Li Y, et al. In vitro study of possible role of dietary fiber in lowering postprandial serum glucose[J]. J Agr Food Chem, 2001, 49(2):1026-1029
- [22] Jenkins D J A, Kendall C W C, Axelsen M, et al. Viscous and nonviscous fibres, nonabsorbable and low glycaemic index carbohydrates, blood lipids and coronary heart disease[J]. Curr Opin Lipidol, 2000, 11(1):49-56
- [23] Brighenti F, Benini L, Del Rio D, et al. Colonic fermentation of indigestible carbohydrates contributes to the second-meal effect [J]. Am J Clin Nutr, 2006, 83(4):817-822
- [24] Pettigrew J E, Tokach M D. Metabolic influences on sow reproduction[J]. Pig News Info, 1993, 14:69-72
- [25] 尹国安,张虎,黄大鹏.不同粗纤维水平日粮对妊娠母猪生殖激素水平的影响[J].饲料工业,2012,33(16):37-39
- [26] Arias-Alvarez M, Garcia-Garcia R M, Rebollar P G, et al. Effects of a lignin-rich fibre diet on productive, reproductive and endocrine parameters in nulliparous rabbit does[J]. Livest Sci, 2009, 123(2/3):107-115

责任编辑:苏燕