

饲料粗纤维水平对四川白鹅生长性能、屠宰性能及血清生化指标的影响

何航¹, 陈脊宇¹, 唐弋钦¹, 章杰², 武秋申³,
韩笑哲⁴, 李龙娇¹, 曹婷婷¹, 向邦全¹, 刘安芳²

1. 重庆三峡职业学院 动物科技学院, 重庆 万州 404155; 2. 西南大学 动物科学技术学院, 重庆 荣昌 402460;
3. 重庆市万州区畜牧站, 重庆 万州 404100; 4. 贵州省遵义市播州区现代高效农业园区管理委员会, 贵州 遵义 563100

摘要: 为探究饲料粗纤维水平对四川白鹅生长性能、屠宰性能及血液生化指标的影响, 选取 120 只体况基本一致(965.18±28.67 g)的 28 日龄四川白鹅, 采用地面平养方式, 按等性别比例随机分为 2 组, 分别饲喂低粗纤维饲料(粗纤维 3.00%)和正常粗纤维饲料(粗纤维 6.80%), 每组 6 个重复, 每个重复 10 只鹅, 试验期自由采食和饮水。结果表明, 饲料粗纤维水平对平均日采食量、平均日增质量、料质量比、体尺指标、屠宰性能指标、消化器官相对质量、脾脏相对质量、十二指肠长、回肠长、盲肠长、血清转氨酶活性、血清总蛋白、白蛋白、球蛋白、总胆固醇、甘油三酯、高密度脂蛋白和低密度脂蛋白等影响无统计学意义($p>0.05$); 但与正常粗纤维组相比, 低粗纤维组鹅体斜长、骨盆宽、谷草/谷丙值显著增大($p<0.05$), 半净膛率显著降低($p<0.05$), 胸角、胸腺相对质量、法氏囊相对质量和空肠长度均极显著降低($p<0.01$), 尿酸质量浓度极显著升高($p<0.01$)。综合来看, 当饲料粗纤维水平为 3.00% 时, 对鹅只生长有一定的影响。因此, 建议生产中应保证鹅只饲料粗纤维水平在正常范围。

关键词: 粗纤维水平; 鹅; 生长性能; 屠宰性能; 血清生化指标

中图分类号: S816

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2021)06-0044-08

饲料纤维(dietary fiber, DF)主要由多糖和其他非碳水化合物组成, 它不能被动物机体所分泌的消化酶消化, 但通过肠道微生物的发酵作用, 可转化为挥发性脂肪酸被动物机体所利用^[1]。鹅为草食水禽, 盲肠微生物区系发达, 对纤维物质具有很强的消化能力^[2], 喜食草、绿色蔬菜和其他富含纤维的植物。传统营养学认为, 家禽必需营养需求更多应考虑氨基酸、能量、水、维生素和矿物质等, 纤维则不在考虑范畴。研究发现, 饲料纤维会影响鹅的生长性能、消化器官发育和营养物质消化率等^[3-5]。不同纤维水平对鹅生长发育也有一定的影响, Li 等^[6]指出, 如果饲料纤维水平过低, 会导致鹅肠道微生物菌群结构紊乱, 影响营养物质的吸收和利用, 从而影响其生长速率, 增加死亡率。而饲料纤维水平过高, 会影响蛋白质等其他营养物质的消化吸收。目前, 关于鹅饲料纤维营养需要的报道不一, 美国 NRC(1994)禽饲料营养标准推荐 4 周龄以上鹅粗纤维水平为 8.0%; 张亚俊等^[7]研究指出, 5~12 周龄肉鹅最适宜粗纤维水平为 4.5%; 金灵等^[8]则指出, 育成鹅粗纤维水平适宜范围为 4%~10%。但关于低纤维饲料在育成鹅中的应用报道还相对较少, 因此, 本试验以 4~10 周龄四川白鹅为研究对象, 探究低纤维饲料对其生产性能、屠宰性能及血清生化指标等的影响。假设低纤维饲料会显著影响育成鹅生长发育, 那么基于研究结果, 我们期望能进一步阐明饲料纤维在肉鹅生产中的重要性, 为后期深入研究家禽纤维需要提供基础数据。

收稿日期: 2020-07-28

基金项目: 重庆市教委科学技术研究项目(KJQN201903501, KJQN201903503); 重庆三峡职业学院重点科研项目(cqxs202002); 重庆市农委生猪产业技术体系创新团队项目(20201002); 重庆市教委高校创新研究群体项目(CXQTP20034)。

作者简介: 何航, 讲师, 主要从事畜禽健康养殖与动物福利的研究。

通信作者: 刘安芳, 博士, 教授。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选用紫花苜蓿(*Medicago sativa*)草粉调节饲料粗纤维水平,参照国标,对其进行营养成分检测,主要营养成分测定值为干物质 87.23%,粗纤维 21.43%(其中中性洗涤纤维 52.01%,酸性洗涤纤维 27.78%,半纤维素 9.24%),粗蛋白质 16.22%,粗脂肪 1.56%,粗灰分 7.51%。

1.2 试验设计

选择 28 日龄、体重基本一致(965.18±28.67 g)的四川白鹅 120 只,随机分为两组,每组 6 个重复,每重复 10 只鹅,公母各半,分别饲喂低粗纤维饲料(粗纤维 3.00%)和正常粗纤维饲料(粗纤维 6.80%),采用地面平养,自由采食和饮水,试验期共 42 d。试验期间禽舍平均温度为 28.77±0.11℃,相对湿度为 86.78%±4.20%。参照美国 NRC(1994)鹅的营养需要,按等能等氮原则配制饲料,其组成及营养成分见表 1。

表 1 试验日粮组成及营养水平(风干基础)

项 目	低粗纤维组	正常粗纤维组
原料/%		
玉米	48.06	54.48
豆粕	11.80	15.00
小麦麸	33.00	5.00
苜蓿	0.00	19.09
蚕蛹	2.00	2.00
赖氨酸盐	0.20	0.14
蛋氨酸	0.02	0.00
磷酸氢钙	0.77	0.99
石粉	0.95	0.10
盐	0.20	0.20
预混料	3.00	3.00
合计	100.00	100.00
营养成分		
代谢能/(MJ·kg ⁻¹)	10.86	10.50
粗蛋白/%	14.96	15.00
粗纤维/%	3.00	6.80
酸性洗涤纤维/%	0.56	1.39
中性洗涤纤维/%	1.08	2.65
钙/%	0.81	0.81
磷/%	0.40	0.38
赖氨酸/%	0.84	0.85
蛋氨酸/%	0.30	0.33

注:预混料为每千克饲料提供:维生素 A 2 000 IU,维生素 D₃ 1 000 IU,维生素 E 3 000 mg,维生素 K₃ 200 mg,维生素 B₁ 100 mg,维生素 B₂ 1 200 mg,维生素 B₆ 200 mg,维生素 B₁₂ 2.5 mg,烟酸 600 mg,泛酸 1 800 mg,叶酸 200 mg,生物素 20 mg,铁 6 g,铜 0.2 g,锰 15 g,锌 8 g,碘 10 mg,硒 30 mg。营养成分除代谢能为计算值外,其余均为实测值。

1.3 测定指标

1.3.1 生产性能指标

参照农业行业标准-家禽生产性能名词术语和度量统计方法(NY/T 824-2004)测定生产性能。每天准确记录每个重复的日喂料量、剩料量;每周对鹅进行空腹称质量,根据采食量和鹅只体质量,计算平均日采食量(ADFI)、平均日增质量(ADG)和料质量比(FCR)。

$$ADFI(g/d) = A/c \times d$$

$$ADG(\text{g/d}) = B/c \times d$$

$$FCR = ADFI/ADG$$

式中, A 为总采食量(g), B 为总增体质量, c 为每重复鹅只数, d 为试验天数。

1.3.2 体尺指标

参照农业行业标准—家禽生产性能名词术语和度量统计方法(NY/T 824-2004)测定体尺指标。指标包括体斜长、颈长、胸宽、半潜水长、骨盆宽、龙骨长、胫长、胫围、胸深、胸角。

1.3.3 屠宰性能指标

70 日龄时, 每重复随机选择 6 只鹅, 参照农业行业标准—家禽生产性能名词术语和度量统计方法(NY/T 824-2004)测定屠宰性能。指标包括屠宰率、半净膛率、全净膛率、腹脂率、胸肌率、腿肌率。

1.3.4 消化器官和免疫器官相对质量测定

屠宰后立即取肝脏、腺胃、肌胃、胰腺、胸腺、脾脏、法氏囊并称质量, 根据宰前活质量, 计算消化器官和免疫器官相对质量(RW), 计算公式为

$$\begin{aligned} RW_{\text{肝脏}}(\text{g/kg}) &= W_{\text{肝脏}}/BW & RW_{\text{腺胃}}(\text{g/kg}) &= W_{\text{腺胃}}/BW \\ RW_{\text{肌胃}}(\text{g/kg}) &= W_{\text{肌胃}}/BW & RW_{\text{胰腺}}(\text{g/kg}) &= W_{\text{胰腺}}/BW \\ RW_{\text{胸腺}}(\text{g/kg}) &= W_{\text{胸腺}}/BW & RW_{\text{脾脏}}(\text{g/kg}) &= W_{\text{脾脏}}/BW \\ RW_{\text{法氏囊}}(\text{g/kg}) &= W_{\text{法氏囊}}/BW \end{aligned}$$

式中, W 为组织器官实测质量(g), BW 为宰前活质量(kg)。

1.3.5 肠道长度测定

屠宰后立即取十二指肠、空肠、回肠、盲肠, 清除其内容物, 用卷尺测量, 记录其长度, 单位: cm。

1.3.6 血清生化指标测定

每重复随机抽取 3 只鹅, 于 70 日龄早晨空腹采血约 15 mL, 常温放置析出血清后, 3 500 r/min 离心 15 min, 用微量移液器分离出血清, 注明日期和编号, $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 保存备用, 待测血清生化指标。

1.4 数据统计与分析

数据经 Excel 2010 初步整理后, 用 SPSS 22.0 统计分析软件中的 Independent Samples T-test 程序作 t 检验, 试验结果以 $\bar{x} \pm s$ 表示, $p < 0.05$, $p < 0.01$ 表示差异有统计学意义。

2 结果与分析

2.1 饲粮粗纤维水平对四川白鹅生长性能的影响

由表 2 可知, 低粗纤维组鹅体斜长和骨盆宽显著高于正常粗纤维组($p < 0.05$), 但胸角却极显著降低($p < 0.01$)。饲粮粗纤维水平对四川白鹅其余生长性能指标影响无统计学意义($p > 0.05$)。

表 2 纤维水平对 70 日龄四川白鹅生长性能的影响

项 目	低粗纤维组	正常粗纤维组	p 值
平均日增质量/($\text{g} \cdot \text{d}^{-1}$)	55.15 ± 3.58	56.32 ± 3.19	0.695
平均日采食量/($\text{g} \cdot \text{d}^{-1}$)	213.93 ± 4.37	218.06 ± 8.35	0.489
料质量比	3.89 ± 0.33	3.88 ± 0.23	0.981
胫围/cm	5.07 ± 0.20	5.22 ± 0.17	0.190
龙骨长/cm	13.92 ± 0.40	13.23 ± 1.14	0.195
颈长/cm	27.85 ± 2.06	25.18 ± 3.60	0.147
体斜长/cm	32.20 ± 1.02*	30.47 ± 0.94	0.012
半潜水长/cm	56.42 ± 3.04	56.18 ± 3.07	0.897
骨盆宽/mm	76.94 ± 4.61*	66.87 ± 7.62	0.020
胸宽/mm	74.49 ± 2.09	70.24 ± 9.95	0.330
胸深/mm	78.89 ± 4.16	81.27 ± 10.06	0.603
胫长/mm	89.86 ± 5.26	82.70 ± 11.37	0.192
胸角/ $^{\circ}$	110.01 ± 4.05**	119.83 ± 4.84	0.003

注: 同行数据 * 表示 $p < 0.05$, ** 表示 $p < 0.01$, 差异有统计学意义。

2.2 饲料粗纤维水平对四川白鹅屠宰性能的影响

由表 3 可知, 低粗纤维组鹅半净膛率显著低于正常粗纤维组 ($p < 0.05$). 饲料纤维水平对四川白鹅其余屠宰性能指标影响无统计学意义 ($p > 0.05$).

表 3 纤维水平对 70 日龄四川白鹅屠宰性能的影响

项 目	低粗纤维组	正常粗纤维组	p 值
宰前活质量/kg	3.01±0.15	3.07±0.19	0.514
屠宰率/%	88.91±1.01	89.21±1.58	0.064
半净膛率/%	82.31±2.02*	85.21±1.05	0.011
全净膛率/%	73.69±2.72	76.00±0.72	0.072
胸肌率/%	7.91±0.60	8.32±0.45	0.214
腿肌率/%	16.48±1.00	16.28±0.52	0.673
腹脂率/%	4.17±0.56	4.75±0.43	0.055

注: 同行数据 * 表示 $p < 0.05$, ** 表示 $p < 0.01$, 差异有统计学意义.

2.3 饲料粗纤维水平对四川白鹅消化器官和免疫器官的影响

由表 4 可知, 饲料纤维水平对四川白鹅消化器官相对质量影响无统计学意义 ($p > 0.05$). 低粗纤维组鹅胸腺相对质量和法氏囊相对质量均极显著低于正常粗纤维组 ($p < 0.01$), 饲料纤维水平对脾脏相对质量影响无统计学意义 ($p > 0.05$). 免疫器官相对质量越大, 机体免疫力越强, 由此可见, 低粗纤维水平可能影响鹅只免疫功能.

表 4 纤维水平对 70 日龄四川白鹅消化器官和免疫器官相对质量的影响 /($g \cdot kg^{-1}$)

项 目	低粗纤维组	正常粗纤维组	p 值
肝脏相对质量	17.24±2.49	18.38±2.79	0.470
肌胃相对质量	28.73±3.38	27.70±4.08	0.643
腺胃相对质量	2.72±0.35	2.90±0.28	0.370
胰腺相对质量	2.48±0.31	2.40±0.24	0.632
胸腺相对质量	2.28±0.21**	2.75±0.20	0.002
脾脏相对质量	0.75±0.19	0.77±0.10	0.853
法氏囊相对质量	0.76±0.08**	0.93±0.10	0.009

注: 同行数据 * 表示 $p < 0.05$, ** 表示 $p < 0.01$, 差异有统计学意义.

2.4 饲料粗纤维水平对四川白鹅肠道长度的影响

由表 5 可知, 正常粗纤维组空肠长度极显著高于低粗纤维组 ($p < 0.01$), 但饲料纤维水平对十二指肠、回肠和盲肠长度影响无统计学意义 ($p > 0.05$).

表 5 饲料纤维水平对 70 日龄四川白鹅肠道长度的影响 /cm

项 目	低粗纤维组	正常粗纤维组	p 值
十二指肠	31.00±3.03	31.33±1.03	0.804
空肠	70.00±5.10**	79.33±3.78	0.005
回肠	69.17±8.28	74.83±8.42	0.267
盲肠	20.83±2.14	20.95±1.64	0.768

注: 同行数据 * 表示 $p < 0.05$, ** 表示 $p < 0.01$, 差异有统计学意义.

2.5 饲料粗纤维水平对四川白鹅血清生化指标的影响

由表 6 可知, 低粗纤维组鹅谷草/谷丙值显著高于正常粗纤维组 ($p < 0.05$), 尿酸质量浓度则极显著高于正常粗纤维组 ($p < 0.01$). 饲料粗纤维水平对四川白鹅其余血清生化指标影响无统计学意义 ($p > 0.05$).

表 6 纤维水平对 70 日龄四川白鹅血清生化指标的影响

项 目	低粗纤维组	正常粗纤维组	<i>p</i> 值
谷丙转氨酶/(U·L ⁻¹)	13.00±2.00	15.33±1.53	0.184
谷草转氨酶/(U·L ⁻¹)	29.67±5.51	26.33±0.58	0.356
碱性磷酸酶/(U·L ⁻¹)	1 251.33±57.74	1 274.00±60.00	0.662
谷草/谷丙	2.27±0.08*	1.73±0.20	0.012
总蛋白/(g·L ⁻¹)	40.37±0.91	41.60±2.42	0.456
白蛋白/(g·L ⁻¹)	18.70±0.26	18.90±1.76	0.855
球蛋白/(g·L ⁻¹)	21.67±1.10	23.03±1.25	0.228
白球比	0.87±0.06	0.83±0.06	0.519
尿酸/(μmol·L ⁻¹)	194.33±5.51**	147.67±9.07	0.002
总胆固醇/(mmol·L ⁻¹)	4.57±0.15	4.62±0.17	0.811
甘油三酯/(mmol·L ⁻¹)	0.54±0.04	0.60±0.05	0.133
高密度脂蛋白/(mmol·L ⁻¹)	2.74±0.11	3.02±0.17	0.081
低密度脂蛋白/(mmol·L ⁻¹)	1.53±0.01	1.47±0.05	0.134
肌酸激酶/(U·L ⁻¹)	1 654.33±67.41	1 457.67±119.26	0.068

注: 同行数据 * 表示 $p < 0.05$, ** 表示 $p < 0.01$, 差异有统计学意义。

3 讨 论

3.1 饲粮粗纤维水平对四川白鹅生长性能的影响

生产中, 常用平均日采食量、平均日增质量和料质量比反映动物的饲料报酬^[9]。本试验中, 饲粮粗纤维水平对四川白鹅平均日采食量、平均日增质量和料质量比影响均无统计学意义, 但 Hsu 等^[10] 研究却发现, 低纤维饲粮显著降低雏鹅平均日增质量。本试验与其存在差异的原因可能是由于鹅日龄不同所致, 雏鹅相对生长速度较快, 加之其盲肠微生物菌群发育还不完善, 因此可能受饲粮纤维水平的影响更大。Hu 等^[11] 研究指出, 饲粮纤维水平对肉鹅平均日采食量影响无统计学意义。张玲等^[12] 研究也发现, 饲粮粗纤维水平对苏牧白鹅平均日采食量影响无统计学意义, 本试验也得到了类似结果, 这表明家禽采食量的多少与饲粮纤维水平的高低关系不大, 而与饲粮其他营养组成有关。

体尺是反映动物骨骼发育状况的重要指标, 可直观地反映动物的健康状况^[13-14]。本试验中, 低粗纤维水平组鹅体斜长、骨盆宽显著增加, 胸角显著降低, 但整体来看饲粮粗纤维水平对鹅骨骼生长影响不大。但 Li 等^[6] 研究却指出, 低粗纤维饲粮会影响鹅只骨骼生长和身体塑形。本试验与其存在差异的原因可能是粗纤维水平设置梯度不同所致, 前人研究中将鹅饲粮粗纤维水平设置为 2.50%, 饲粮粗纤维水平过低可能影响鹅对矿物元素的吸收。因此, 在生产中, 应控制饲粮粗纤维水平在一定范围, 否则可能会影响鹅只的骨骼生长。

3.2 饲粮粗纤维水平对四川白鹅屠宰性能的影响

屠宰性能是评价肉用动物生产状况的重要指标, 它可以直观地反映动物的产肉性能^[15]。研究发现, 饲粮粗纤维水平在 4.45%~11.91% 时, 对鹅屠宰性能影响无统计学意义^[16]。这表明, 当饲粮中能量和蛋白质等营养物质供应充足时, 鹅的屠宰性能受饲粮粗纤维水平影响可能较小, 本试验也得到了类似结果。有报道称, 在育成鹅饲粮中添加一定比例草粉会减少其胴体脂肪沉积, 降低其腹脂率^[17]。本试验与前人研究结果基本一致。非常有趣的是, 低粗纤维组鹅屠宰性能相对较低时, 其体尺指标也相对下降, 这表明动物身体发育与屠宰性能有密切关系^[18-19]。

3.3 饲粮粗纤维水平对四川白鹅消化器官和免疫器官的影响

生产中, 常以内脏器官相对质量衡量动物内脏的发育程度^[20]。本试验中, 四川白鹅消化器官相对质量差异无统计学意义, 这表明当粗纤维水平为 3.0% 时, 对消化器官的发育无负面影响。

胸腺、脾脏和法氏囊是禽类的免疫器官, 其功能在于承担免疫细胞的发生、发育、成熟以及为产生免疫应答提供场所^[21]. Zhou 等^[22] 研究指出, 高纤维水平能显著提升鹅免疫器官的相对质量, 其原因在于较高纤维饲料能有效地促进肠道蠕动, 改善胃肠道功能, 促进机体对养分的利用, 从而增强其免疫功能. 王晔等^[23] 研究发现, 当饲料粗纤维水平为 7.97% 时, 鹅免疫器官发育最佳. 本试验中, 粗纤维水平为 6.80% 时, 鹅免疫器官发育较优, 其原因除了高粗纤维能促进营养物质吸收从而提升机体免疫力外, 可能还与饲料组成有关. 本试验选用苜蓿草粉调节饲料粗纤维水平, 而苜蓿草粉富含蛋白质、多种未知生长因子和一些生物活性物质^[24]. Maass 等^[25] 研究指出, 苜蓿中含有的生物活性物质能增强猪的免疫力. 因此, 有理由相信, 在饲料中添加苜蓿草粉对促进四川白鹅免疫力的提升有一定帮助.

3.4 饲料粗纤维水平对四川白鹅肠道长度的影响

研究发现, 鹅只肠道发育与饲料粗纤维水平有密切关系, 饲料粗纤维水平较高时, 鹅肠道发育较好^[21, 26-27]. 本试验也得到类似结果, 在正常粗纤维水平饲喂下, 四川白鹅空肠长度得到极显著提升, 且其他各肠道长度也高于低粗纤维组. 鹅为草食水禽, 其盲肠含有大量微生物, 与反刍动物瘤胃具有相似的功能, 可以有效地分解利用粗纤维^[28]. 因此, 相比低粗纤维饲料, 在正常粗纤维饲料条件下, 鹅的消化功能更为完善, 这进一步说明草食水禽饲料粗纤维水平的高低对其肠道的发育有直接影响, 因此, 生产中在考虑能氮水平的同时, 还需关注粗纤维水平.

3.5 饲料粗纤维水平对四川白鹅血清生化指标的影响

血液生化指标是反映动物机体对营养物质代谢的重要指标, 它是衡量动物健康的重要参考依据^[29]. 血清谷丙转氨酶(ALT)和谷草转氨酶(AST)的含量反映了肝脏的组织渗透性和细胞的新陈代谢功能. 本试验中, 鹅只血清 ALT 和 AST 水平受饲料粗纤维水平影响不明显, 这表明当粗纤维水平为 3.0% 时, 鹅只肝脏代谢不会受到负面影响.

尿酸(UA)是蛋白质分解代谢的最终产物, 体内氨基酸平衡时, UA 含量降低^[30-31]. 本试验中, 低粗纤维组鹅 UA 含量极显著增加, 这表明低粗纤维饲料可能会影响机体氨基酸平衡, 同时, 利用苜蓿调节的正常粗纤维饲料, 由于苜蓿的氨基酸组成平衡, 也可能促进鹅体内氨基酸平衡. 这一趋势与平均日增质量的表现基本一致, 低粗纤维水平可能降低蛋白质的合成, 导致血清 UA 沉积和较慢的身体生长, 最终导致平均日增质量也有所降低.

脂蛋白主要在小肠和肝脏中合成, 其能确保动物机体胆固醇的平衡. 当动物血清中高密度脂蛋白(HDL)水平降低, 低密度脂蛋白(LDL)水平升高时, 动物的脂肪合成往往呈现增强趋势^[32-33]. 本试验中, 相比正常粗纤维组, 低粗纤维组鹅血清 HDL 水平降低, LDL 水平升高, 这表明低粗纤维水平饲料可能对鹅只脂肪的合成有一定促进作用, 但具体机制有待进一步研究.

4 结 论

与正常粗纤维水平(6.80%)饲料相比, 低粗纤维水平(3.00%)饲料下 70 日龄四川白鹅胸角、半净膛率、免疫器官相对质量显著降低, 血清尿酸质量浓度显著增加. 因此, 建议生产中应保证鹅只粗纤维水平在正常范围.

参考文献:

- [1] SLAVIN J. Fiber and Prebiotics: Mechanisms and Health Benefits [J]. *Nutrients*, 2013, 5(4): 1417-1435.
- [2] ZHANG S J, ZHU C H, GUO J, et al. Metabolizable Energy and Fiber Digestibility of Uncommon Feedstuffs for Geese [J]. *Poultry Science*, 2013, 92(7): 1812-1817.
- [3] HE L W, MENG Q X, LI D Y, et al. Effect of Different Fibre Sources on Performance, Carcass Characteristics and Gastrointestinal Tract Development of Growing Greylag Geese [J]. *British Poultry Science*, 2015, 56(1): 88-93.
- [4] YU B, TSAI C C, HSU J C, et al. Effect of Different Sources of Dietary Fibre on Growth Performance, Intestinal Morphology and Caecal Carbohydrases of Domestic Geese [J]. *British Poultry Science*, 1998, 39(4): 560-567.
- [5] TIMMLER R. Investigation into the Digestibility of High Fibre Feedstuffs for Geese. *Proceedings 8th int [R]*. Symposium of Young Poultry Scientists, Poland, 1994.

- [6] LI Y P, WANG Z Y, YANG H M, et al. Effects of Dietary Fiber on Growth Performance, Slaughter Performance, Serum Biochemical Parameters, and Nutrient Utilization in Geese [J]. *Poultry Science*, 2017, 96(5): 1250-1256.
- [7] 张亚俊, 杨海明, 王志跃. 不同纤维素添加量对扬州鹅生长性能和屠宰性能的影响 [J]. *安徽农业科学*, 2008, 36(13): 5453-5454, 5458.
- [8] 金 灵, 李 昂, 林占焯, 等. 饲料粗纤维水平和砂砾对四川白鹅血清脂肪代谢指标、屠宰性能及肉品质的影响 [J]. *动物营养学报*, 2019, 31(9): 4052-4060.
- [9] BAI S P, WU A M, DING X M, et al. Effects of Probiotic-Supplemented Diets on Growth Performance and Intestinal Immune Characteristics of Broiler Chickens [J]. *Poultry Science*, 2013, 92(3): 663-670.
- [10] HSU J C, CHEN L I, YU B. Effects of Levels of Crude Fiber on Growth Performances and Intestinal Carbohydrases of Domestic Goslings [J]. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2000, 13(10): 1450-1454.
- [11] HU M Q, HU M H. Effects of Different Dietary Fiber Levels on Production Performance of Meat Geese [J]. *Research of Agricultural Modernization*, 2010, 31(1): 118-120.
- [12] 张 玲, 周根来, 段修军, 等. 日粮代谢能和粗纤维水平对 0~4 周龄肉鹅生产性能及血清生化指标的影响 [J]. *中国兽医学报*, 2015, 35(7): 1187-1192, 1198.
- [13] LATSHAW J D, BISHOP B L. Estimating Body Weight and Body Composition of Chickens by Using Noninvasive Measurements [J]. *Poultry Science*, 2001, 80(7): 868-873.
- [14] 曹向阳. 不同纤维水平日粮对固始鸡血清生化指标、生产性能和消化生理的影响 [D]. 郑州: 河南农业大学, 2010.
- [15] 祁新梅. 饲料铜水平对仔鹅生长性能、屠宰性能、肉品质及血清生化指标的影响 [D]. 扬州: 扬州大学, 2016.
- [16] 孔祥会. 苜蓿草粉对四川白鹅生产性能的影响及其机理研究 [D]. 郑州: 河南农业大学, 2007.
- [17] TIMMLER R. The Influence of Diets Containing Different Fiber Sources on Parameters of the Bacterial Flora in the Gastro-Intestinal Tract of Geese [R]. *Proceedings 9th European Symposium of Poultry Scientists*, Poland, 1993.
- [18] YANG Y, MEKKI D M, LV S J, et al. Canonical Correlation Analysis of Body Weight, Body Measurement and Carcass Characteristics of Jinghai Yellow Chicken [J]. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 2006, 5(6): 980-984.
- [19] LARZUL C, ROUVIER R, ROUSSELOT-PAILLEY D, et al. Estimation of Genetic Parameters for Growth, Carcass and Overfeeding Traits in a White Geese Strain [J]. *Genetics, Selection, Evolution*, 2000, 32(4): 415-427.
- [20] 张芬芬, 王志跃, 杨海明, 等. 木薯渣对 22~49 日龄仔鹅生长性能、屠宰性能及内脏器官发育的影响 [J]. *动物营养学报*, 2015, 27(6): 1804-1812.
- [21] WAIN B K S, JOHRI T S. Effect of Supplementation of Combinations of Different Levels of Selenium and Vitamin E on Relative Weight of Some Organs and Serum Enzyme Level in Broilers [J]. *Indian Journal of Poultry Science*, 2000, 35(1): 66-69.
- [22] ZHOU H, GUO W, ZHANG T, et al. Response of Goose Intestinal Microflora to the Source and Level of Dietary Fiber [J]. *Poultry Science*, 2018, 97(6): 2086-2094.
- [23] 王 晔, 于 辉. 日粮粗纤维水平对鹅肠道发育和免疫器官指数的影响 [J]. *黑龙江畜牧兽医(下半月)*, 2015(9): 83-84.
- [24] 王梦竹, 刘艳丰, 张文举. 紫花苜蓿黄酮类化合物对动物机体生理活性影响的研究进展 [J]. *中国畜牧兽医*, 2015, 42(10): 2688-2694.
- [25] MAASS N, BAUER J, PAULICKS B R, et al. Efficiency of Echinacea Purpurea on Performance and Immune Status in Pigs [J]. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 2005, 89(7-8): 244-252.
- [26] 周世霞. 日粮粗纤维水平对朗德鹅生长性能、血清生化指标和胃肠道发育的影响 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2006.
- [27] 姜玉杰, 张桂山. 鹅对日粮纤维消化机理的研究 [J]. *吉林农业大学学报*, 2008, 30(4): 559-564.
- [28] CHEN S, CHENG A C, WANG M S, et al. Histopathology, Immunohistochemistry, in Situ Apoptosis, and Ultrastructure Characterization of the Digestive and Lymphoid Organs of New Type Gosling Viral Enteritis Virus Experimentally Infected Gosling [J]. *Poultry Science*, 2010, 89(4): 668-680.
- [29] 周海柱. 鹅肠道菌群对日粮纤维响应规律及其功能研究 [D]. 长春: 吉林农业大学, 2016.
- [30] WANG J P, YOO J S, KIM H J, et al. Nutrient Digestibility, Blood Profiles and Fecal Microbiota Are Influenced by Chitoooligosaccharide Supplementation of Growing Pigs [J]. *Livestock Science*, 2009, 125(3): 0-303.
- [31] WANG Z Y, SHI S R, ZHOU Q Y, et al. Response of Growing Goslings to Dietary Methionine from 28 to 70 Days of Age [J]. *British Poultry Science*, 2010, 51(1): 118-121.

- [32] JIN D, XU Y, MEI X, et al. Antiobesity and Lipid Lowering Effects of Theaflavins on High-Fat Diet Induced Obese Rats [J]. *Journal of Functional Foods*, 2013, 5(3): 1142-1150.
- [33] CHENG Z, LUO J, BING Y, et al. Effects of Resveratrol on Lipid Metabolism in Muscle and Adipose Tissues: A Re-evaluation in a Pig Model [J]. *Journal of Functional Foods*, 2015, 14(1): 590-595.

Effects of Dietary Crude Fiber Levels on Growth Performance, Slaughter Performance and Serum Biochemical Indicators of Sichuan White Geese

HE Hang¹, CHEN Ji-yu¹, TANG Yi-qin¹,
ZHANG Jie², WU Qiu-shen³, HAN Xiao-zhe⁴,
LI Long-jiao¹, CAO Ting-ting¹, XIANG Bang-quan¹, LIU An-fang²

1. College of Animal Science and Technology, Chongqing Three Gorges Vocational College, Wanzhou Chongqing 404155, China;

2. School of Animal Science and Technology, Southwest University, Rongchang Chongqing 402460, China;

3. Chongqing Wanzhou District Animal Husbandry Station, Wanzhou Chongqing 404100, China;

4. Management Committee of Modern High-Efficiency Agricultural Park, Bozhou District, Zunyi Guizhou 563100, China

Abstract: In order to investigate the effects of dietary crude fiber levels on growth performance, slaughter performance and blood biochemical indicators of Sichuan white geese, a total of 120 28-day-old Sichuan white geese with an initial body weight of 965.18 ± 28.67 g (60 male and 60 female) raised with the floor rearing mode were randomly allocated into a low crude fiber diet group (CF 3.00%) and a normal crude fiber diet (CF 6.80%) group, with 6 replicates, each having 10 geese. The geese had access to food and water ad libitum in the experiment period. The results showed that the dietary crude fiber levels had no significant effect on average daily feed intake, average daily gain, feed-to-weight ratio, body size indicators, slaughter performance indicators, relative weight of digestive organs, relative weight of spleen, the length of duodenum, ileum and cecum, and serum transaminase activity, serum total protein, albumin, globulin, total cholesterol, triglycerides, high-density lipoprotein and low-density lipoprotein ($p > 0.05$); but compared with the normal crude fiber group, the geese of the low crude fiber group had significantly greater body oblique length, pelvic width and AST/ALT value increased ($p < 0.05$), the significant reduction in half-cleaning rate ($p < 0.05$), and their thoracic angle, relative weight of the thymus, relative weight of the bursa and jejunum length were significantly reduced ($p < 0.01$), but their uric acid content increased significantly ($p < 0.01$). In conclusion, when the dietary crude fiber level is 3.00%, it has a certain effect on the growth of geese. Therefore, it is recommended that the crude fiber level of the goose diet should be in the normal range during production.

Key words: crude fiber level; geese; growth performance; slaughter performance; serum biochemical indicators