

郑应婕, 罗坚文, 黄淑芳, 等. 日粮中苹果添加量对圈养小熊猫健康的影响 [J]. 畜牧与兽医, 2024, 56 (6): 36-41.

ZHENG Y J, LUO J W, HUANG S F, et al. Effect of supplemented apple levels in the diet on the health of captive red pandas [J]. Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2024, 56 (6): 36-41.

日粮中苹果添加量对圈养小熊猫健康的影响

郑应婕, 罗坚文, 黄淑芳, 张秀秀, 刘龙海, 江志*

(杭州动物园, 浙江 杭州 310008)

摘要: 为探讨饲料中苹果添加量对小熊猫健康的影响, 设置两组苹果含量饲料 (低苹果日粮为试验一期, 高苹果日粮为试验二期) 研究苹果添加量对小熊猫各营养物质摄入、排出量, 表观消化率及生理指标的影响, 每期试验 20 d, 共 40 d。结果表明: 试验二期小熊猫的总采食量极显著高于试验一期 ($P<0.01$), 干物质排出量显著高于试验一期 ($P<0.05$), 两期试验竹叶采食量、粪便排出量、干物质摄入量及干物质消化率差异不显著 ($P>0.05$); 试验二期小熊猫粗脂肪的摄入、排出量, 粗纤维、粗灰分的排出量显著高于试验一期 ($P<0.05$), 其余营养物质的摄入、排出量及表观消化率差异均不显著 ($P>0.05$); 两期试验小熊猫体重及血液生理学指标差异不显著 ($P>0.05$); 血液生化指标中, 试验二期末果糖胺、血钾显著高于试验一期 ($P<0.05$), 尿素氮显著低于试验一期 ($P<0.05$); 总胆红素、血淀粉酶极显著高于试验一期 ($P<0.01$), 其余指标差异不显著 ($P>0.05$); 除尿素氮稍偏高外, 各项指标均在正常范围内。本试验两组饲料配方均能提供均衡的营养, 但需控制饲料中苹果的饲喂量, 并根据环境变化和动物发情育幼情况调整饲料量, 以适应机体需要, 同时做好动物体重监测和体检。

关键词: 小熊猫; 营养物质摄入; 营养物质排出; 表观消化率; 血液学

中图分类号: S816 文献标志码: A 文章编号: 0529-5130(2024)06-0036-06

Effect of supplemented apple levels in the diet on the health of captive red pandas

ZHENG Yingjie, LUO Jianwen, HUANG Shufang, ZHANG Xiuxiu, LIU Longhai, JIANG Zhi*

(Hangzhou Zoo, Hangzhou 310008, China)

Abstract: This study was to investigate the effects of supplemented apple levels on the health of red panda. Two groups of apple content diets were set up (low apple diet for phase I, high apple diet for phase II) to investigate the effects of the diets on the intake and excretion of nutrients, apparent digestibility and physiological parameters of the pandas. Each phase lasted 20 days, for a total of 40 days. The results showed that the total feed intake and dry matter output of the red pandas in phase II (high apple content) of the investigation were significantly higher than those in phase I (low apple content) ($P<0.01$), while the mean feed intake, fecal output, dry matter intake and dry matter digestibility of bamboo leaves of the animals were not significantly different between the two phases ($P>0.05$). There were no significant differences in their body weight and blood physiology indexes between the two phases ($P>0.05$). The hematological indexes of fructosamine and blood potassium of the pandas at the end of phase II were significantly higher than those at the end of phase I ($P<0.05$); the urea nitrogen was significantly lower than that at the end of phase I ($P<0.05$), and the total bilirubin and blood amylase were highly significantly higher than those at the end of phase I ($P<0.01$). In summary, all the variables were within the normal range except urea nitrogen, which was slightly higher. Both feed formulations of the two phases provided balanced nutrition, but the amount of apples in the feed should be controlled, and the feed amount should be adjusted according to environmental changes for and the growth of the pandas. At the same time, weight monitoring and physical examination for the animals should be regularly performed.

Keywords: red panda; nutrient intake; nutrient excretion; apparent digestibility; haematology

小熊猫 (*Ailurus fulgens*) 隶属于食肉目 (Carnivora) 小熊猫科 (Ailuridae) 小熊猫属, 在我国分布于西藏、云南和四川等地^[1], 是喜马拉雅山脉至

横断山脉一线特有的珍稀濒危野生动物, 我国野外数量较少, 仅存 6 000~7 000 只, 为我国国家二级重点保护野生动物, 被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录 I。小熊猫是一种高度特化的素食性食肉目动物, 与大熊猫相似, 仍保留着肉食动物单胃、消化道较短等典型特征^[2], 在生态学以及生物多样性等领域有十分重要的研究意义。野外小熊猫食谱 90% 以上为竹叶或竹笋, 此外还采食一些浆果、鸟蛋

收稿日期: 2023-07-31; 修回日期: 2024-04-03

第一作者: 郑应婕, 女, 兽医师, 主要从事野生动物诊疗和健康管理

* 通信作者: 江志, 本科, 高级兽医师, 研究方向: 野生动物管理, E-mail: jzhi@foxmail.com。

及小型动物^[3-5]。

圈养野生动物饲料的营养价值和科学配置是影响其繁殖、健康的一个重要因素，动物对饲料的消化利用及其生理状态是评价饲料营养价值的重要指标，也是确定饲料配方合理性的依据^[6]。到20世纪70年代，世界上已有500多家动物园饲养繁殖过小熊猫，国内也有50多家动物园饲养展出过^[7]。国内各动物园饲养的小熊猫饲料配比差异较大，相关研究较少^[6-11]。Wei等^[9]仅给予竹叶饲喂小熊猫，其采食量在1 622 g左右，干物质摄入量为611 g左右，粗蛋白、粗脂肪、粗纤维的消化率分别为71%、72%、28%。早期曾有动物园用精料及大量果蔬代替竹叶饲喂小熊猫，该种饲喂方式是否科学值得探讨。吴登虎等^[10]用稀饭、竹叶和少量苹果饲喂小熊猫，小熊猫的日采食量在1 000 g左右，干物质摄入量仅有200 g左右，其中竹叶干物质占比65%，其认为圈养条件下小熊猫对竹叶依然具有很强的依赖性。李莉等^[11]用大量苹果及少量竹叶饲喂小熊猫，小熊猫的日采食量达到5 000 g左右，干物质摄入量在1 000 g左右，但粗蛋白、粗脂肪的消化率均低于Wei^[9]和吴登

虎^[10]的研究，其中部分个体粗脂肪的消化率甚至出现负值，根据该结果，建议减少小熊猫日粮中苹果的用量，改为其他饲料。王荣蛟等^[12]研究不同精饲料添加量对圈养小熊猫健康情况的影响，结果发现，随着精料量的增加，小熊猫稀便率及血清淀粉酶极显著增高，其认为小熊猫可在适量的精料添加下正常生长，但精料量添加量过大会导致小熊猫不适。为进一步探讨饲料中苹果添加量对小熊猫健康的影响，本试验设置两组苹果含量饲料，研究苹果添加量对小熊猫各营养物质摄入排出量、表观消化率及生理指标的影响。

1 材料与方 法

1.1 试验动物及饲养环境

本试验研究对象为杭州动物园内6只成年健康小熊猫，雌雄对半，已在园内饲养2年以上。试验期间将每个动物单独饲养于长×宽×高为3.6 m×4.2 m×4.2 m并列排布的笼舍中，基本保持相同的饲养环境。

表1 小熊猫个体信息

耳标号	名字	性别	引进或出生日期	试验前体重/kg	试验一期末重/kg	试验二期末重/kg
E 067	玲玲	♀	2015 引进	4.60	4.55	4.34
E 096	小伍	♀	2017 引进	5.90	5.70	5.84
E 099	桔子	♀	2018 出生	5.35	5.30	5.40
I 099	芒果	♂	2017 出生	6.35	6.20	6.25
I 044	小玉	♂	2016 出生	6.25	6.10	6.10
I 011	苹果	♂	2018 出生	5.60	5.70	5.84

表2 窝头配方

原料	比例/%
玉米粉	43.0
黄豆粉	23.5
大米粉	16.0
小麦粉	8.4
燕麦片	5.0
植物油	1.0
食盐	0.5
碳酸钙	1.4
磷酸氢钙	0.7
多元维生素	0.5

1.2 试验试剂及主要仪器

陆眠宁（盐酸赛拉嗪注射液），规格为100

mg/mL，生产批号为151213，购自吉林省华牧动物保健品有限公司。泰眠康（盐酸氯胺酮注射液），规格为50 mg/mL，生产批号为170111，购自江苏中牧倍康药业有限公司。

全自动动物血球分析仪（型号为BC-2800VET），购自深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司；全自动生化分析仪（型号BECKMAN COULTER AU5800），购自贝克曼库尔特商贸（中国）有限公司。

1.3 试验设计

低苹果日粮为试验一期，高苹果日粮为试验二期，动物信息见表1。试验一期每只小熊猫的日粮配比为：苹果150 g，自制窝头100 g，红枣10 g，牛奶50 g，饮水及竹叶足量供应。试验二期每只小熊猫的日粮配比为：苹果300 g，自制窝头100 g，红枣10 g，牛奶50 g，饮水及竹叶足量供应。每期预试验

10 d, 正式试验 10 d, 两期试验共 40 d, 窝头配方见表 2。

1.4 样本采集

每一期预试验 10 d, 正式试验 10 d, 预试验与正式试验日粮配比相同。每日定时 (9:30, 15:30) 定量放入精料及苹果, 定时 (9:15) 放入足量竹叶。预试验期间仅观察动物采食情况及粪便情况; 正式试验期间对投喂的所有饲料进行称重, 并于投放饲料第 2 日早上 9:00 取出剩余饲料称重, 将每种饲料抽样采集 6 个样本, 共计 30 个饲料样本, 每个样本 100 g 置于恒温箱烘干 (60 ℃), 称重至恒重后密封干燥保存备检。正式试验期间每日 9:00 对每只小熊猫的进行全粪收集并称重, 混匀后采集 100 g 样本置于恒温箱烘干 (60 ℃), 称重至恒重后密封干燥保存备检, 共计 120 个粪便样本。

1.5 水分校正

因精料采食时间较短, 水分散失量不多, 本试验仅对竹叶水分散失量进行校正。试验期间随机选择 6 天, 与投放竹叶饲料同时称量对照竹叶重量, 于第 2 日 9:00 称量对照竹叶重量, 计算一昼夜竹叶失水比并取均值。一昼夜竹叶失水比 = (当日称取重量 - 第 2 日称取重量) / 当日称取重量 × 100%。

1.6 体况评价

于试验一期最后 1 d 及试验二期最后 1 d 对每只小熊猫进行称重, 记录体重变化。于试验一期最后 1 d 及试验二期最后 1 d 采用肌肉注射氯胺酮、赛拉嗪短效复合麻醉的方法保定小熊猫, 用药剂量为氯胺酮 (8.85 ± 1.51) mg/kg, 赛拉嗪 (2.93 ± 0.90) mg/kg, 待无明显体动反应后, 于后肢胫骨远心端 1/4 ~ 1/3 处剃毛消毒采集静脉血, 用于血液生理及生化数据分析。

1.7 采食量及干物质计算

计算每个样本干物质占比, 并将每种饲料 6 个样本干物质占比取均值。计算每只小熊猫每日竹叶采食量、总采食量、干物质摄入、排出量及消化率, 将每只小熊猫每期试验 10 d 计算得到的以上数据取平均值, 对比试验一期、试验二期 6 只小熊猫竹叶采食量、总采食量、干物质摄入、排出量及消化率的差异。

样本干物质占比 = 烘干至恒重后样本重量 / 采集

样本重量 × 100%,

竹叶采食量 = 竹叶投喂重量 - 剩余竹叶重量 / (1 - 一昼夜竹叶失水比均值),

总采食量 = 竹叶采食量 + ∑ (每种饲料投喂重量 - 每种饲料剩余重量),

干物质摄入量 = ∑ (每种饲料采食量 × 每种饲料样本干物质占比平均值),

干物质排出量 = 粪便排出重量 × 粪便样本干物质占比,

干物质消化率 = (干物质摄入量 - 干物质排出量) / 干物质摄入量 × 100%。

1.8 营养物质测定方法及表观消化率计算

所有样本根据国标法分别进行粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、粗灰分含量测定, 并将每种饲料 6 个样本某营养物质含量取均值。计算每只小熊猫每日每种营养物质的摄入、排出量及表观消化率, 将每只小熊猫每期试验 10 d 计算得到的以上数据取平均值, 对比试验一期、试验二期 6 只小熊猫每种营养物质的摄入、排出量及表观消化率差异。

某营养物质摄入总量 = ∑ (每种饲料干物质摄入量 × 该饲料某营养物质平均含量),

某营养物质排出总量 = 干物质排出量 × 粪便样本某营养物质含量,

某营养物质的表观消化率 = (某营养物质摄入总量 - 排出某营养物质总量) / 某营养物质摄入总量 × 100%。

1.9 数据处理

采用 SPSS 21.0 统计软件对试验数据进行统计分析, 试验数据以“平均值 ± 标准差”表示; 用独立样本 *t* 检验或 *U* 检验分析小熊猫指标的差异性, $P < 0.05$ 差异显著, $P < 0.01$ 差异极显著。

2 结果

2.1 饲料采食量、干物质摄入排出量及消化率对比

试验期间, 日粮中的苹果及精饲料均能采食完。试验二期小熊猫的总采食量极显著高于试验一期 ($P < 0.01$), 干物质排出量显著高于试验一期 ($P < 0.05$); 两期试验竹叶平均值采食量、粪便排出量、干物质摄入量及消化率差异不显著 ($P > 0.05$), 见表 3。

表 3 小熊猫采食量、粪便排出量、干物质摄入量、排出量及消化率

试验分期	竹叶采食量/g	总采食量/g	粪便排出量/g	干物质摄入量/g	干物质排出量/g	干物质消化率/%
试验一期	702.23 ± 281.37	1 012.25 ± 281.38	834.82 ± 224.56	449.13 ± 141.82	219.85 ± 76.64	51.45 ± 5.79
试验二期	790.65 ± 366.05	1 250.65 ± 366.05	958.74 ± 305.21	510.99 ± 184.49	273.35 ± 103.57	46.34 ± 5.74
<i>P</i> 值	0.162	0.007	0.800	0.072	0.044	0.173

2.2 各营养物质日均摄入量、排出量及表观消化率对比

量,粗纤维、粗灰分的排出量显著高于试验一期末 ($P<0.05$);其余营养物质的摄入排出量及表观消化率差异均不显著 ($P>0.05$)。

表4可见,试验二期小熊猫粗脂肪的摄入、排出

表4 小熊猫各营养物质的摄入量、排出量及表观消化率 ($n=6$)

营养物质	摄入量			排出量			表观消化率		
	试验一期/g	试验二期/g	<i>P</i> 值	试验一期/g	试验二期/g	<i>P</i> 值	试验一期/%	试验二期/%	<i>P</i> 值
粗蛋白	51.54±15.88	58.53±20.66	0.070	20.38±7.11	25.09±9.57	0.061	60.86±4.80	57.08±4.88	0.345
粗脂肪	11.18±2.72	12.71±3.69	0.035	4.21±1.47	5.18±1.54	0.018	63.01±5.97	59.29±1.02	0.172
粗纤维	52.77±19.57	60.12±25.46	0.108	28.40±11.29	36.38±14.06	0.014	46.70±5.36	37.62±10.30	0.075
粗灰分	25.34±7.94	28.97±10.33	0.063	11.04±4.20	14.28±4.96	0.023	57.08±7.39	50.13±5.47	0.116

2.3 体重及血液学数据对比

两期试验末小熊猫体重及血液生理学指标差异不显著 ($P>0.05$);血液生化指标中,试验二期末果糖胺、血钾显著高于试验一期 ($P<0.05$),尿素氮显著

低于试验一期末 ($P<0.05$);试验二期末总胆红素、血淀粉酶极显著高于试验一期末 ($P<0.01$),其余指标差异不显著 ($P>0.05$);除尿素氮稍偏高外,基本在正常范围内^[13-15] (表5)。

表5 小熊猫体重及血液学数据 ($n=6$)

检测项目	试验一期	试验二期	<i>P</i> 值	参考范围 ^[13-15]
体重/kg	5.58±0.60	5.57±0.69	0.799	-
白细胞计数/($10^9 \cdot L^{-1}$)	7.22±2.16	6.58±2.13	0.385	4.56~15.76
中性细胞比率/%	50.10±8.28	50.30±6.01	0.917	16.40~69.00
淋巴细胞比率/%	47.50±8.87	47.98±6.66	0.917	25.00~74.00
单核细胞比率/%	1.53±0.37	1.71±1.07	0.684	1.10~25.50
嗜酸细胞比率/%	1.60±1.37	1.78±1.10	0.893	0.10~2.80
血红蛋白/($g \cdot L^{-1}$)	141.00±14.34	138.00±36.95	0.765	87.00~159.00
红细胞计数/($10^{12} \cdot L^{-1}$)	9.14±0.62	8.67±2.05	0.470	6.35~10.99
红细胞压积/%	40.92±3.90	45.38±1.80	0.833	16.30~45.90
血小板计数/($10^9 \cdot L^{-1}$)	511.83±158.48	470.67±141.02	0.148	165.00~810.00
葡萄糖/($mmol \cdot L^{-1}$)	7.00±1.00	6.44±1.64	0.379	4.00~13.22
果糖胺/($\mu mol \cdot L^{-1}$)	2.46±0.36	2.69±0.42	0.041	-
肌酐/($\mu mol \cdot L^{-1}$)	68.67±7.71	72.50±14.64	0.378	48.00~112.00
尿素氮/($mmol \cdot L^{-1}$)	15.04±2.78	12.88±2.39	0.034	4.00~15.90
尿酸/($mmol \cdot L^{-1}$)	59.50±20.11	65.00±20.66	0.407	47.00~169.00
磷/($mmol \cdot L^{-1}$)	1.15±0.20	1.17±0.20	0.778	0.95~3.28
钙/($mmol \cdot L^{-1}$)	2.09±0.15	2.14±0.25	0.654	1.68~2.51
镁/($mmol \cdot L^{-1}$)	1.08±0.03	1.09±0.07	0.825	0.74~1.29
总蛋白/($g \cdot L^{-1}$)	69.53±4.93	70.52±13.31	0.829	49.00~104.00
白蛋白/($g \cdot L^{-1}$)	27.52±2.91	28.02±6.13	0.792	29.00~42.00
球蛋白/($g \cdot L^{-1}$)	42.02±3.34	42.50±7.90	0.858	16.00~63.00
丙氨酸转氨酶/($U \cdot L^{-1}$)	98.50±46.24	129.67±73.52	0.066	22.00~174.00
天门冬酸转氨酶/($U \cdot L^{-1}$)	77.50±11.78	99.17±31.44	0.170	49.00~137.00
碱性磷酸酶/($U \cdot L^{-1}$)	17.50±4.93	18.83±6.21	0.346	5.00~75.00
谷氨酰基转氨酶/($U \cdot L^{-1}$)	2.83±1.17	2.83±1.17	1.000	0.00~4.00
总胆红素/($\mu mol \cdot L^{-1}$)	0.40±0.15	1.25±0.42	0.002	0.14~5.60

续表5

检测项目	试验一期	试验二期	<i>P</i> 值	参考范围 ^[13-15]
总胆固醇/(mmol·L ⁻¹)	5.10±0.90	5.27±1.11	0.618	3.77~9.98
甘油三酯/(mmol·L ⁻¹)	0.55±0.12	0.59±0.27	0.698	0.28~3.06
血淀粉酶/(U·L ⁻¹)	1 034.83±278.84	1 795.33±596.04	0.005	630.00~2 393.00
肌酸激酶/(U·L ⁻¹)	321.50±189.73	232.33±137.16	0.386	90.00~648.00
乳酸脱氢酶/(U·L ⁻¹)	162.50±55.68	202.83±50.91	0.168	155.00~1 028.00
钠/(mmol·L ⁻¹)	133.00±3.31	133.17±0.39	0.933	124.60~139.00
钾/(mmol·L ⁻¹)	3.93±0.39	4.64±0.33	0.013	3.58~6.75
氯/(mmol·L ⁻¹)	99.50±1.22	97.33±2.50	0.157	90.00~103.00

3 讨论

竹叶是野生小熊猫日粮的主要成分,我园根据小熊猫的采食特性,以主要供应新鲜竹叶,辅以自制窝头、苹果、牛奶、红枣作为小熊猫的日粮,竹叶占总体饲料量的63%以上,与野外冬季小熊猫的竹叶采食量还有一定差距。本试验二期竹叶的采食量并未如预期的因苹果采食量的上升而减少,概因试验二期于2021年1月完成,已经入小熊猫发情期,活动增多,且遭遇低温极端天气,导致小熊猫代谢率增加,从而需要更多能量摄入有关。试验二期粪便的排出量也随总采食量上升而显著上升,但干物质的消化率有所下降,说明小熊猫对于干物质的消化吸收有一定的限度,并不与采食量成正比。本试验的竹叶平均自由采食量为702.23~790.65 g,与李莉等^[11]以苹果及竹叶为主要食谱时,竹叶自由采食量相当(平均800 g);高于吴登虎等^[10]以牛奶稀粥以及竹叶为日粮时的竹叶采食量(358.96±58.99 g),因其精饲料提供量(596.96±20.30 g)大于本试验;但远低于Wei等^[9]仅给予竹叶的采食量(1 622.4±199.4 g),说明圈养小熊猫趋向于优先采食适口性更好的精饲料及苹果。本试验干物质的摄入量低于李莉等^[11]的报道(841.84~1 292.35 g),略低于蒲阳等^[6]的报道(604.77~647.52 g),高于吴登虎等^[10]的报道(约200 g),但干物质的消化率相似,均在50%~65%之间,说明圈养小熊猫能够适应长期提供的不同日粮配比的饲料,从饲料中获取相似比例的干物质。但观察发现试验二期部分个体粪便偏烂的情况及比例增多,与王荣蛟等^[12]的研究相似,烂便是否会对小熊猫的胃肠道功能产生影响需要进一步研究。

试验二期各营养物质摄入量均大于试验一期,其中脂肪摄入差异显著,试验二期粗脂肪、粗纤维、粗灰分的排出量皆显著大于试验一期,其原因亦同采食量增加相关。试验二期各营养物质的消化率与试验一期相比均有小幅下降,但差异不显著,说明消化率并

不简单的以饲料量的增加而增加,其跟动物个体自身因素^[16]、环境因素^[17]、饲料配方等有关。李莉等^[11]仅用大量苹果及竹叶饲喂小熊猫,测得小熊猫每日主要营养物质摄入量(平均粗蛋白82.22 g,粗脂肪19.75 g,粗纤维169.35 g)均高于本试验,而各营养物质的消化率均低于本试验,其中粗脂肪的消化率甚至出现负值,说明该试验日粮不能提供较为均衡的营养。蒲阳等^[6]用竹笋、苹果、胡萝卜、窝头、鸡蛋作为日粮饲养小熊猫,其粗纤维的消化率(12.42%~22.65%)明显低于本试验,分析该日粮中提供粗纤维的主要为竹笋、苹果及胡萝卜,说明小熊猫可能对胡萝卜粗纤维的利用率较低,在较难获得新鲜竹叶的地方,可在窝头的配方中添加竹粉或者其他纤维含量较高的配料。Wei等^[9]在研究中发现春季小熊猫对竹笋各营养物质的表观消化率高于叶片,其中粗蛋白和粗脂肪的表观消化率也要高于本试验,说明小熊猫对竹笋各营养物质的利用率较高,在春季可添加竹笋作为日粮中的一部分。王美美等^[18]的研究显示犍牛对营养物质的消化率随着营养水平的升高而呈现先上升后下降趋势。王荣蛟等^[12]提高精饲料供应量后,小熊猫对于粗蛋白和粗脂肪的消化率显著下降,提示需要控制饲料中各营养物质的量。岳磊等^[19]的研究表明日粮中添加适量的纤维能促进肉鸡采食。王荣蛟等^[12]及吴登虎等^[10]的日粮配比与本试验较为相似,均以竹叶为主要日粮,配以牛奶、稀饭或窝头添加少量苹果,各营养物质的表观消化率也基本与本试验相似且较均匀,说明该种日粮组合较利于为小熊猫提供均衡的营养。

饲料中的营养物质经过消化吸收后,经血液循环运送到各个组织器官,因此血液生化指标是反映机体营养水平的重要指标^[20]。果糖胺是血清白蛋白与葡萄糖发生非酶促反应形成的酮胺化合物,可反映1~2周内血糖平均水平,不会受麻醉或应激影响。本试验中增加苹果饲喂量后血液生化指标中果糖胺显著增高,一定程度上反映试验二期平均血糖水平偏高,需

要控制饲料中苹果的供应量, 以免对机体造成负担, 但因大熊猫该指标正常范围未见报道, 是否超出正常值有待进一步研究。血淀粉酶是胰腺炎诊断的重要参考指标, 试验二期末血淀粉酶极显著升高, 与王荣蛟等^[12]试验中增加精饲料后结果相似, 部分检测值超出参考范围临界值, 而该酶轻微升高在家猫胰腺炎的诊断中临床意义有限, 对于小熊猫是否具有临床意义有待考究。胆红素是机体衰老红细胞代谢的产物, 升高代表红细胞破坏增多、肝脏功能障碍, 试验二期末总胆红素极显著升高但仍在参考范围低值。钾是细胞内最主要的阳离子, 主要生理作用是维持细胞新陈代谢、调节渗透压与酸碱平衡、保持神经肌肉正常功能。试验二期末血钾显著降低, 但在正常生理范围内。尿素氮是蛋白质的代谢终末产物, 用于检测肾小球滤过功能, 在高蛋白饮食时会生理性升高, 可反映动物机体内蛋白质和氨基酸的代谢水平^[20]。两期试验的尿素氮均有偏高现象, 试验一期末尿素氮显著高于试验二期, 但蛋白质摄入量低于试验二期, 可能受麻醉前禁食禁水影响。两期试验末小熊猫的体重及血液生理学指标均无显著差异, 说明两种日粮配比均能维持小熊猫体况稳定。定期体检是了解小熊猫生体机能的良好方式, 如能配合训练在非应激或麻醉状态下获得血液学及生理数据, 能提供更好的参考价值。

4 结论

本试验高低苹果两组饲料配方各营养物质的表现消化率较为均匀, 说明两组日粮均能较好地提供均衡的营养, 但高苹果组日粮会增加小熊猫稀便率, 并对其部分血液生化指标产生影响, 日常饲喂时需控制饲料中苹果的供应量。小熊猫总采食量上升后, 消化率反而下降, 而体重并没有太大变化, 因此需要根据季节环境变化和动物发情、育幼情况等适时调整饲料量, 同时做好动物体重监测和体检。

参考文献:

[1] 蒋志刚, 马勇, 吴毅, 等. 中国哺乳动物多样性及地理分布 [M]. 北京: 科学出版社, 2015: 160.
[2] DIERENFELD E H, HINTZ H, ROBERSTON J, et al. Utilization

of bamboo by the giant panda [J]. J Nutr, 1982, 112 (4): 636-641.
[3] WEI F W, FENG Z J, WANG Z W, et al. Current distribution, status and conservation of wild red pandas *Ailurus fulgens* in China [J]. Biol Conserv, 1999, 89 (3): 285-291.
[4] ZHANG Z J, HU J C, YANG J D, et al. Food habits and space-use of red pandas *Ailurus fulgens* in the Fengtongzhai Nature Reserve, China: food effects and behavioural responses [J]. Acta Theriol, 2009, 54 (3): 225-234.
[5] 杨建东, 张泽钧, 胡锦涛, 等. 蜂桶寨自然保护区小熊猫觅食特征和营养对策 [J]. 兽类学报, 2007, 27 (3): 249-256.
[6] 蒲阳, 余建秋, 刘选珍, 等. 小熊猫日粮表观消化率的初步研究 [J]. 四川林业科技, 2017, 38 (2): 50-54.
[7] 黄炎. 小熊猫的饲养管理 [J]. 四川动物, 2000, 19 (4): 250-251.
[8] 李莉, 欧颖蕾, 张守全, 等. 小熊猫日粮营养成分分析 [J]. 天津农业科学, 2010, 16 (4): 81-83.
[9] WEI F W, FENG Z J, WANG Z W, et al. Use of the nutrients in bamboo by the red panda [J]. J Zoology, 1999, 248 (4): 535-541.
[10] 吴登虎, 谢幼新, 胡洪光, 等. 小熊猫的消化试验 [J]. 四川师范学院学报 (自然科学版), 1995 (4): 336-342.
[11] 李莉, 黄璐, 张守全, 等. 小熊猫对不同日粮的消化试验 [J]. 黑龙江畜牧兽医 (科技版), 2010 (21): 150-151.
[12] 王荣蛟, 黄丹, 韦雷飞, 等. 精饲料对圈养小熊猫健康情况的影响 [J]. 四川农业科技, 2017 (11): 34-36.
[13] 徐素慧, 修云芳, 邵良平, 等. 小熊猫血液生理生化指标的测定 [J]. 经济动物学报, 2009, 13 (1): 1-4.
[14] 徐素慧, 陈玉树, 修云芳, 等. 圈养小熊猫血液生理生化指标的检测分析 [J]. 福建畜牧兽医, 2003, 25 (3): 1-2.
[15] BURREL C, LUO L, JONES M K, et al. Hematology and serum biochemistry values of the red panda subspecies (*Ailurus fulgens styani*) [J]. J Zoo Wildlife Med, 2018, 49 (2): 384-395.
[16] 邹兴淮. 野生动物营养学 [M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2000: 200-204.
[17] 吴晋强. 动物营养学 [M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1999: 147-153.
[18] 王美美, 李秋风, 高艳霞, 等. 代乳粉营养水平对荷斯坦犊牛养分消化率和血清生化指标的影响 [J]. 畜牧与兽医, 2020, 52 (11): 24-29.
[19] 岳磊, 牛晋国, 李亚妮, 等. 不同水平饲粮纤维对肉鸡生长性能、免疫器官指数和血清生化指标的影响 [J]. 畜牧与兽医, 2022, 54 (5): 34-39.
[20] 夏海斌, 王健, 翟云飞, 等. 秋季不同牛舍环境参数及其对荷斯坦牛泌乳性能、生理和血液生化指标的影响 [J]. 南京农业大学学报, 2023, 46 (6): 1134-1141.