

日粮纤维水平对鸸鹋日粮纤维及蛋白质消化率的影响

贺芳芳¹ 何宁¹ 潘雪涛¹ 方小文² 芮于明¹ 曹兵海¹

(1. 中国农业大学 动物科技学院,北京 100094; 2. 广东省英吉利实业有限公司,广州 510420)

摘要 以苜蓿粉为纤维源,通过对成年鸸鹋投喂不同纤维含量的5种饲料,研究了日粮纤维水平对日粮纤维及蛋白质消化率的影响。酸性洗涤纤维(ADF)、中性洗涤纤维(NDF)及粗纤维(CF)的消化率在苜蓿含量(质量分数,下同)为10%以内时,不受日粮纤维含量增加的影响;但含量的进一步上升,降低了日粮纤维的消化率。日粮纤维在饲料中适宜含量的上限是:ADF 7.8%、NDF 16.7%及CF 6.1%。蛋白质消化率在苜蓿含量为5%时最高,在含量为5%以上时显著降低($P < 0.05$)。蛋白质消化率最大时的日粮纤维含量分别是:ADF 7.4%、NDF 16.4%及CF 5.5%。以上结果表明,日粮纤维水平影响鸸鹋对日粮纤维和蛋白质的消化率,日粮纤维在鸸鹋饲料中的适宜含量是 ADF 7.4%、NDF 16.4%及 CF 5.5%。

关键词 鸸鹋;日粮纤维;日粮蛋白质;消化率

中图分类号 S 831.4; S 831.5

文章编号 1007-4333(2004)02-0044-04

文献标识码 A

Effects of dietary fiber levels on dietary fibers and protein digestibility of emus

He Fangfang¹, He Ning¹, Pan Xuetao¹, Fang Xiaowen², Guo Yuming¹, Cao Binghai¹

(1. College of Animal Science and Technology, China Agricultural University, Beijing 100094, China;

2. Guangdong Ying Ji Li Industrial Ltd, Guangzhou 510420, China)

Abstract This study was conducted to examine the effects of dietary fiber levels on dietary fibers and protein digestibility of emus fed on diets with different fiber levels of alfalfa meal. Digestibilities of Acid detergent fiber (ADF), Neutral detergent fiber (NDF) and Crude fiber (CF) were not influenced by the increasing dietary fiber levels when alfalfa meal contents on diet were 10% or less and were decreased by further increasing of fiber contents on diet. The suitable maximums of the fiber contents on diet were ADF 7.8%, NDF 16.7% and CF 6.1%. Dietary protein digestibility was the highest when alfalfa meal content was 5% and it was significantly ($P < 0.05$) decreased by the increasing dietary fiber levels when alfalfa meal contents exceeded 5%. Dietary protein digestibility was the highest when dietary fiber contents were ADF 7.4%, DNF 16.4% and CF 5.5%. These results suggest that the dietary fiber levels influence dietary fibers and protein digestibility and the condign dietary fiber levels in emus' feed are ADF 7.4%, DNF 16.4% and CF 5.5%.

Key words dietary fiber; dietary protein; digestibility

近年来,有关鸸鹋(*Emu, Dromaius novaehollandiae*)对饲料纤维利用性的研究逐渐增多,但在结果上出现分歧: Davies 等^[1]认为鸸鹋肠道短,对纤维成分的发酵消化能力低, Farrell 等^[2]也报道鸸鹋对苜蓿粗纤维的消化率比鸡还低;与此相反, Herd

等^[3]认为鸸鹋对纤维消化利用的能力很强,用成年鸸鹋进行的研究表明,当饲料中的中性洗涤纤维(NDF)含量(质量分数)在45%时,鸸鹋能从NDF中获得相当于饲料代谢能63%、维持代谢能50%的能量。最近,何宁等^[4]的试验表明,鸸鹋对日粮中

收稿日期: 2003-10-13

基金项目: 广东英吉利实业有限公司资助项目

作者简介: 贺芳芳,本科生;曹兵海,副教授,通讯作者,主要从事营养素的代谢利用与畜产品品质关系研究。E-mail: caobh@cau.edu.cn

粗纤维(CF)、酸性洗涤纤维(ADF)及 NDF 的消化利用性均显著高于与鹌鹑同月龄的火鸡和成年公鸡,并且利用纤维的能力随月龄的增加而增加。何宁^[4]和 Herd^[3]的研究表明,饲料中的纤维成分有可能成为鹌鹑饲料的一个能源,但是这些研究并没有明确鹌鹑饲料中纤维成分的适宜含量。

另一方面,饲料中纤维成分含量的增加往往带来诸如蛋白质消化率及能量代谢率等营养成分利用性的降低。如鸡的蛋白质消化率,当饲料中的纤维素含量在 1.5%~3.5%时最高^[5],在 5%以上时随其含量的增加而显著下降^[5,6],在白鼠中也得到了类似的结果^[7]。因此,要确定纤维成分在饲料中的适宜含量,除考虑含量与消化率的关系之外,还需考虑纤维含量与饲料中其他营养成分利用性的关系。

本试验作为确定鹌鹑饲料中纤维适宜含量研究的一部分,调查了饲料纤维含量对日粮纤维成分及蛋白质消化率的影响。

1 材料与方法

1.1 试验动物

用 9 只 15 月龄、体重相近的成年鹌鹑,饲养在铺设了塑胶板的试验栏内,每 1 只为 1 重复。试验分 5 期进行,每期 14 d。

1.2 饲料与饲养

试验饲料的组成见表 1。在所有试验饲料的蛋白质含量基本相同的条件下,通过在对照饲料中加入 0%~20% 的苜蓿粉(3 年生全株、头茬)、调节其他成分含量的办法来提高饲料纤维成分的含量。另外,各试验饲料中均含有 0.2% 的 Cr₂O₃ 指示剂。在表观代谢能的计算上,苜蓿粉代谢能的计算根据是 0.006 MJ·kg⁻¹^[8]。每个试验期内对所有的试验动物投喂 1 种试验饲料,自由采食。全试验期自由饮水。

1.3 样品采集

在各试验期结束前 3 d 内逐只收集排泄物。对刚收集的排泄物以 0.2 mL·g⁻¹ 的剂量喷雾 10% 的盐酸,在 52℃ 下进行鼓风干燥,称重、粉碎、分样保存。

1.4 化学分析

对饲料和排泄物中的 CF、ADF、NDF 及蛋白质分别采用 Van Soest^[9]、Van Soest 等^[10]、AOAC^[11] 及凯氏定氮法进行测定。对排泄物采用森本^[12]的方法处理后,使用分光光度计测定了其中 Cr₂O₃ 的

含量。

表 1 试验饲料成分及营养水平

Fig. 1 Composition and nutrient levels of trial diets %

饲料成分	苜蓿含量				
	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00
玉米	54.00	49.48	46.47	44.22	41.17
豆粕	12.84	12.31	11.89	11.20	10.31
麦麸	30.00	29.69	28.12	26.06	25.00
苜蓿粉	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00
豆油	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
食盐	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
磷酸氢钙	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
石粉	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
赖氨酸	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
蛋氨酸	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
多维	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
混合微量	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Cr ₂ O ₃	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
合计	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
营养水平(实测值)					
CP	18.44	18.30	18.36	18.37	18.34
ME/MJ kg ⁻¹	10.96	10.63	10.34	10.13	9.89
ADF	5.67	7.35	7.83	8.82	10.31
NDF	15.85	16.37	16.72	17.42	18.60
CF	4.19	5.49	6.13	7.04	8.35

注: 每 kg 日粮含维生素:VA 10 kIU,VD₃ 2 kIU,VE 5 kIU,VK₃ 2 mg,VB₁ 2 mg,VB₆ 4 mg,VB₁₂ 0.02 mg,烟酸 1 mg,泛酸钙 12 mg,生物素 0.1 mg。 每 kg 日粮含微量元素(mg):Cu 8.0,Fe 80.0,Mn 100.0,Zn 75.0,Se 0.30,I 0.35。 计算值参考文献[8]。

1.5 计算与统计分析

消化率计算公式:成分消化率(%) = 100 - 100 × [饲料 Cr₂O₃ 含量(%) / 排泄物 Cr₂O₃ 含量(%)] × [排泄物中该成分含量(%) / 饲料中该成分含量(%)]。

采用 SPSS 软件(Ver. 10.0)对试验数据先进行单因子方差分析,然后采用 LSD 多重比较法检验平均值间差异的显著性。

2 结果与讨论

以纤维成分和蛋白质消化率为指标进行的 5 个饲料纤维含量梯度的试验表明,当饲料的苜蓿添加量为 5% 时,蛋白质消化率最高;并且 ADF、NDF 及 CF 消化率除显著高于苜蓿含量 20% 的饲料外,与

使用其他饲料的结果无差异,由此认为鹌鹑饲料中 ADF、NDF 及 CF 的适宜含量分别为 7.4%, 16.4% 及 5.5%。

1) 饲料纤维含量与纤维成分消化率的关系(表 2) ADF 消化率随饲料中苜蓿(纤维)含量的增加呈下降趋势,其中在苜蓿含量达到 15% 时与无苜蓿饲料间产生显著差异($P < 0.05$);而饲料纤维含量的进一步增加(苜蓿含量 20%)致使消化率显著低于其他饲料($P < 0.05$)。DNF 消化率在苜蓿含量上升到 10% 之前没有明显变化,但 15% 以上苜蓿含量引起了显著下降($P < 0.05$)。CF 消化率随饲料中苜蓿(纤维)含量的增加而下降,其中 10% 以上的苜蓿含量致使消化率显著低于无苜蓿饲料($P < 0.05$)。

以上结果可以看出,与无苜蓿饲料相比,ADF、NDF 及 CF 消化率在苜蓿添加量达到 10% 时并没有发生显著变化,而当苜蓿添加量超过 10% 时的 ADF 和 NDF 消化率、苜蓿添加量在 20% 时的 CF 消化率显著下降,由此可知,如果单纯考虑纤维的消化率,苜蓿添加量的安全范围应该是在 10% 以内,该范围内 ADF、NDF 及 CF 含量的上限分别是 7.8%, 16.7% 及 6.1%(表 1)。

何宁等^[4]发现不论使用鸡饲料还是在鸡饲料中添加苜蓿(增加纤维含量),与鸡相比,鹌鹑对

ADF 和 CF 的消化率都高 30% 以上、对 NDF 的消化率高 40% 以上,这暗示了使用纤维含量高的饲料比鸡饲料更适合鹌鹑的可能性,他们推测,鹌鹑对纤维消化能力强的原因之一,可能是其消化道内存在独特的微生态环境^[4]。尽管如此,本试验通过投喂不同纤维含量的饲料,发现当苜蓿添加量超过 10% 时,纤维消化率表现出了大幅度的下降,这也说明鹌鹑对纤维的利用有一定的限度,当饲料纤维含量超过该限度时,会引起纤维本身消化率的下降。

Herd 等^[3]发现鹌鹑能从含 45% 的日粮 NDF 中获得相当于饲料代谢能 63%、维持能 50% 的能量。

本研究发现饲料中添加 10% 以内的苜蓿所造成的日粮纤维含量的变化并不影响纤维的消化率,说明鹌鹑在该范围内能从日粮纤维中获得较多的能量。至于鹌鹑可从各纤维成分中获得多少能量,需要深入研究。

2) 饲料纤维含量与蛋白质消化率的关系(表 2) 蛋白质消化率随着饲料纤维含量的升高呈现了抛物线型的变化,苜蓿含量在 5% 时最高,此时 ADF、NDF 及 CF 在饲料中的含量分别是 7.4%、16.4% 及 5.5%(表 1)。蛋白质消化率在这个二次曲线型的变化中,在 10% 和 15% 与 0% 和 5% 的苜蓿日粮之间、20% 与其他苜蓿日粮之间有显著差异($P < 0.05$)。

表 2 饲料苜蓿含量对日粮纤维和蛋白质消化率的影响

Table 2 Effects of dietary alfalfa meal contents on dietary fiber and protein digestibility %

苜蓿含量	消化率			
	ADF	NDF	CF	蛋白质
0	26.01 ±2.86 c	39.31 ±1.73 c	26.73 ±1.75 b	63.82 ±2.26 c
5	23.01 ±1.30 bc	38.07 ±2.57 bc	26.07 ±3.53 ab	69.54 ±1.93 c
10	23.07 ±0.91 bc	42.83 ±0.46 c	23.17 ±1.34 ab	54.01 ±2.91 b
15	19.55 ±1.60 b	32.33 ±3.14 ab	19.43 ±2.41 ab	56.73 ±2.69 b
20	11.39 ±2.14 a	28.19 ±2.08 a	18.26 ±3.01 a	43.10 ±2.23 a

注:同列不同字母间有显著差异($P < 0.05$)。

曹兵海等^[5,13,14]以鸡为载体在有关日粮纤维含量与蛋白质利用性关系的一系列研究中,发现二者之间也存在着二次曲线关系,蛋白质利用性最大时的纤维素含量是在 1.5%~3.5% 之间,纤维素含量超过 5% 时会引起蛋白质消化率的显著下降,他们认为造成蛋白质消化率下降的原因主要有 3 个:高纤维缩短饲料在消化道内接受消化的时间、对肠道分泌的蛋白酶的稀释和吸附以及对肠道(微)绒

毛磨损程度的加剧。

由于 NDF 与 ADF 含量之差可概算为纤维素含量,因此,本试验中 5% 苜蓿日粮的纤维素含量大致为 9%(表 1),比曹兵海等^[5,13,14]用鸡得到的最高蛋白质消化率时的日粮纤维素含量(3.5%)高很多,鹌鹑即便是在日粮纤维素含量 9% 的条件下仍能得到最高的蛋白质消化率,可能得益于何宁等^[4]推测的鹌鹑消化道内独特的微生态环境。但鹌鹑的蛋白质

消化率随日粮纤维水平的改变所表现出来的变化趋势却与鸡相似,因此,鹌鹑的蛋白质消化率在苜蓿含量超过 5% 时下降的原因,很可能缘于曹兵海等^[5,13,14]报道的上述 3 种情况。

3) 在本研究中,当饲料的苜蓿含量在 10% 以内时,ADF、NDF 及 CF 消化率较高,并且不受日粮纤维含量变化的影响;当苜蓿含量在 5% 时,日粮蛋白质的消化率最高。据此认为鹌鹑饲料中 ADF、NDF 及 CF 的适宜含量分别是:ADF 7.4%、NDF 16.4% 及 CF 5.5%。

3 小 结

以苜蓿为纤维的主要给源,以纤维和蛋白质的消化率为考察指标,通过给成年鹌鹑投喂不同纤维含量的饲料表明,鹌鹑饲料中纤维的适宜含量是:ADF 7.4%、NDF 16.4% 及 CF 5.5%,此时苜蓿在饲料中的含量是 5%。

参 考 文 献

- [1] Davies S J J F. The food of emus[J]. Aust J Ecol, 1978, 3: 411 ~ 422
- [2] Farrell D J, Sales J, Perez-Maldonado R, et al. The apparent metabolisable energy of diets with different sources of fibre when fed to emus, ostriches and cockerels[A]. In: Chwalibog A, Jakobsen K, eds. Kongelige Veterinaerog Landbohøjskole [M]. Copenhagen (Denmark), DIAS, Foulum (Denmark), Proceedings of the 15th symposium on energy metabolism in animals. Wageningen: EAAP publication, 2001, 487: 141 ~ 143
- [3] Herd R M and Dawson T J. Fiber digestion in the emu, *Dromaius novaehollandiae*, a large bird with a simple gut and high rates of passage[J]. Physiol Zool, 1984, 57: 70 ~ 84
- [4] 何宁,方小文,董娜,等. 鹌鹑与火鸡和公鸡对饲料纤维消化性能的比较研究[J]. 中国农业大学学报, 2003, 8(5): 105 ~ 109
- [5] Cao B H, Zhang X P, Guo Y M, et al. Effects of dietary cellulose levels on growth, nitrogen utilization, retention time of diets in digestive tract and caecal microflora of chicken[J]. Asian-Austr J Anim Sci, 2003, 16: 863 ~ 866
- [6] Akiba Y, Matsumoto T. Effects of dietary fibers on liver lipid accumulation in chicks[J]. Japa J Zootech Sci, 1977, 48: 554 ~ 562
- [7] Shah N, Atallah M T, Mahoney R R, et al. Effect of dietary fiber components on the fecal nitrogen excretion and protein utilization in growing rats[J]. Nutr, 1982, 112: 658 ~ 666
- [8] 日本饲养标准(家禽)[S]. 日本: 中央畜产会, 1997. 136
- [9] Van Soest P J. The use of detergents in the analysis of fibrous feed: . A rapid method for the determination of fiber and lignin[J]. AOAC, 1963, 46: 829 ~ 835
- [10] Van Soest P J and Wine R H. Use of detergents in the analysis of fibrous feed. . Determination of plant cell wall constituents[J]. AOAC, 1967, 50: 50 ~ 55
- [11] AOAC Official Methods of Analysis, 14th ed[M]. Arlington: Association of Official Analytical Chemists, 1984. 985 ~ 1105
- [12] 森本 宏. 動物栄養試験法[M]. 東京: 养賢堂, 1971. 393
- [13] ニワトリヒナの成長および窒素利用性に及ぼす飼料中セルロース含量の影響[J]. 日本畜産学会報, 1998, 69: 65 ~ 68
- [14] 曹兵海,唐沢 豊,神 勝紀. 要求量の65% CPと80% MEを給与したニワトリヒナの成長および窒素利用性に及ぼす飼料中セルロース含量の影響[J]. 日本家禽学会報, 1998, 35: 138 ~ 141