

猪对两种黑麦原料消化性的研究

章佳妮^{1,2}, 王沂^{1*}, 侯建平¹

(1. 上海大学生命科学学院, 上海 200444; 2. 广东省贸易职业技术学校)

摘要: 分别以 HH91 和 Pluto 两种黑麦作为饲料来源进行消化试验。结果表明, 喂饲 HH91 黑麦组日粮中干物质、粗蛋白、粗纤维、无氮浸出物、有机物等的表观消化率、总能的表现消化率、日粮可消化蛋白质的利用系数和 N 平衡等均高于 Pluto 组, 其中粗纤维的表现消化率有极显著性的差异 ($P < 0.01$), 有机物表现消化率差异性显著 ($P < 0.05$), 其余指标差异不明显 ($P > 0.05$)。喂饲 HH91 黑麦组日粮中粗脂肪、粗灰分和总能的表现消化率则低于 Pluto 组, 但差异不明显 ($P > 0.05$)。

关键词: 黑麦; 营养素; 表观消化率

中图分类号: S852.21; S512.5 文献标识码: A 文章编号: 1000-7083(2009)04-0582-04

Study on the Digestibility of Two Rye Feedstuffs

ZHANG Jia-ni^{1,2}, WANG Yi^{1*}, HOU Jian-ping¹

(1. School of Life Sciences, Shanghai University, Shanghai 200436, China; 2. Guangdong Trade Vocational Technical School)

Abstract: A digestion and metabolism experiment was carried out on HH91 and Pluto rye. The results showed that the digestive protein utilization coefficient, nitrogen balance and the apparent digestibility of dry matter, crude protein, crude fiber, nitrogen-free extract, organic material, and gross energy of the HH91 group were higher than those of the Pluto group. There were no significant differences in the apparent digestibility except for crude fiber ($P < 0.01$) and organic material ($P < 0.05$). The results also indicated that the apparent digestibility of crude fat, crude ash and gross energy were lower than those of the Pluto group, and there were no significant differences in the apparent digestibility between the two groups.

Key words: rye; nutrient; apparent digestibility

国内外相关研究和经验表明, 饲料中各种营养物质含量及其消化率的准确测定是该领域的最基础性研究工作(杨胜, 1993; 戴有理, 2003)。为了获得畜禽对饲料中各种营养物质消化率的基础参数(李志坚等, 2004), 各国学者先后对消化率的概念、测定方法、测试手段和计算方法等开展了大量研究(韩友文, 1997; 邓君明等, 2001)。目前, 关于消化率有表观消化率和真实消化率两个层次的含义, 一般测定和应用的饲料营养成分的消化率大多是指表观消化率。针对不同畜禽的消化生理特点(Gaillard, 1975), 饲料表观消化率的具体测定方法虽并不完全相同, 但按照收粪方法可将其分为全部收粪法和指示剂法, 后者又有外源与内源之分, 其中全部收粪法在实际工作中应用较为普遍(杨风等, 2001)。

1 材料和方法

1.1 实验动物、实验设计和动物饲养管理

本试验采用单因子随机分组设计, 将 6 头健康

无病、体重相近的去势公猪分为 2 组, 每组 3 头, 体重为 $38.0 \text{ kg} \pm 2.0 \text{ kg}$ 。将 6 头猪分别置于消化代谢笼中, 试验过程中分别饲喂相应的试验日粮。日粮的配方组成: 黑麦(Pluto 或 HH91, 下同)99.63%, 赖氨酸 0.25%, 白垩 0.11%, 维生素 0.01%。

日饲喂量: 1600 g 黑麦 + 4 g 赖氨酸 + 1.8 g 白垩 + 0.2 g 维生素 = 1606 g。实验期的动物总饲喂量为 11 200 g 黑麦 + 28 g 赖氨酸 + 12.6 g 白垩 + 1.4 g 维生素。每天喂 2 次, 分别在早上 7:00 和下午 2:00; 每次喂量: 早上 800 g 黑麦 + 2 g 赖氨酸 + 1.8 g 白垩 + 0.2 g 维生素; 下午 800 g 黑麦 + 2 g 赖氨酸, 自由饮水。

消化试验分两次进行, 采用交叉试验法。每次试验预饲期 7 d, 试验期 7 d, 第 1 次试验第 1 组喂的是 HH91, 第 2 组喂的是 Pluto。第 2 次试验第 1 组喂的是 Pluto, 第 2 组喂的是 HH91。

1.2 样品收集与预处理

1.2.1 粪样的收集 预饲期结束后、试验期开始的

收稿日期: 2008-10-26

* 通讯作者 Corresponding author, E-mail: wangyi201@163.com

第 2 天早晨 7:00 开始收取粪样,对收取的鲜粪样进行准确称重之后加入 1 ml 氯仿(保存氮 N)并记录,下午 2:00 再收取一次,同样对收取的鲜粪样进行准确称重之后加入 1 ml 氯仿(保鲜)并记录,连续收集 7 d,直至试验结束。

每头猪每天的排粪量分别收集,并尽量清除猪毛等杂物。粪便分别放进各自的集粪桶中,盖严,在 4℃ 条件下保存备用。逐日记录排粪量。

试验结束后,将收集的各头猪所有粪便混合均匀后,每头猪的粪便都分 3 部分取样:①取约 300 g 测定粪中的粗蛋白质;②取 2 个样本,每个 500 g,测定风干样重(将鲜粪放入瓷盘中在 65℃ 下烘烤 24 h);③取 2 个样本,每个 200 g,测定绝干物质重量(将鲜粪放入瓷盘中在 105℃ 下烘烤 9 h)。将风干样本粉碎后(过 1 mm 筛片),尽可能将其中的猪毛去除,置于已编号的瓶中,以备测定干物质、粗蛋白、粗脂肪等概略养分及其表观消化率。

1.2.2 尿样的收集 每头猪每天的排尿量分别收集。预饲期结束后、试验期开始的第 2 天早晨 7:00 开始收取尿样,对收取的鲜尿样进行准确称重之后将 1/2 装入已编号的塑料瓶中,将尿样摇均匀后,取其 1/20 装入另一棕色玻璃瓶(已标好猪的编号),在棕色玻璃瓶中加入 10 ml 5% 的 H_2SO_4 (保存氮 N),整个试验期加 3 次,每次各 10 ml,并记录,下午 2:00 再收取一次,方法同上,棕色玻璃瓶置于 4℃ 条件下贮存。整个试验期间,每天每头猪的尿样均按同样方法收集,按日把尿样并入棕色玻璃瓶内混匀后保存,试验结束时,将全部尿样在棕色玻璃瓶内摇匀后,取一定量的尿样,供测定总 N 量之用。

1.3 测定方法

利用常规方法(张丽英,2003)测定饲料原料及粪样中的干物质、有机物、粗蛋白、粗脂肪、粗灰分、无氮浸出物、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、酸性洗涤木质素、粗纤维、总能。

1.4 饲料养分表观消化率计算方法

根据消化代谢试验的基本原理和方法,2 种试验原料(HH91 和 Pluto)中某养分的表观消化率可按下式进行计算:

$$\text{饲料某养分表观消化率}(\%) = \frac{\text{食入饲料中某养分含量} - \text{粪中某养分含量}}{\text{食入饲料中某养分含量}} \times 100$$

1.5 日粮可消化蛋白质的利用系数计算方法

根据 N 代谢试验,评定黑麦(HH91 和 Pluto)中蛋白质的营养价值,即黑麦可消化蛋白质的利用系

数,可按下式进行计算:

$$\begin{aligned} & \text{日粮可消化蛋白质的利用系数}(\%) \\ & = \frac{\text{食入} N - (\text{粪} N + \text{尿} N)}{\text{食入} N - \text{粪} N} \times 100 \end{aligned}$$

2 结果与讨论

2.1 日粮组成及成分

实验动物采用固定采食量,日粮组成及进食量见表 1。两种日粮中的黑麦(Pluto、HH91)其成分含量变化梯度仅在 0.5% 内,虽然粗纤维的成分含量变化梯度在 0.7%,但由于进食量是严格控制,数量是相同的,日粮中各组成物质的处理是一致的,因此,本实验的试验结果反映了两种黑麦(Pluto、HH91)对动物的影响。

表 1 日粮组成及营养水平

营养成分(%)	HH91	Pluto
干物质(DM)	86.60	87.12
有机物(OM)	84.87	85.12
粗蛋白(CP)	7.48	7.70
粗脂肪(EE)	1.96	1.90
粗灰分(CA)	1.73	1.90
无氮浸出物(NEF)	71.78	72.69
中性洗涤纤维(NDF)	9.20	9.81
酸性洗涤纤维(ADF)	3.05	3.12
酸性洗涤木质素(ADL)	1.27	1.32
粗纤维(CF)	3.64	2.93
能量(kcal/kgDM)	3775	3779

2.2 日粮中两种黑麦对实验猪生产性能的影响

实验猪喂食两种黑麦日粮时表现出不同的生产性能(表 2)。

从以上的实验数据比较得知,实验猪对日粮中两种黑麦的消化量整体 H 组要比 P 组高,特别是干物质、有机物、粗纤维、无氮浸出物和总能;而粗蛋白、粗脂肪和粗灰分的消化量 H 组要比 P 组的量小,但两者没有明显差异($P > 0.05$)。

喂食猪的日粮中的干物质、有机物是猪所需能量的主要来源,但不同的日粮组成和结构存在差异,在猪体内的消化程度及能量供应效率可能存在不同,因而对动物产生性能的影响也不同,给猪提供利用率较高的日粮能够提高猪的生产性能。目前关于喂食猪的日粮中的干物质、有机物来源对实验猪生产性能影响的研究报道不多,而且不同研究者报道的结果存在一定的差异;对于不同试验得出不同结论的原因,Camp 等(2003)认为其与日粮谷物淀粉中可利用淀粉的含量有关,与普通玉米相比,蜡质玉米

中支链淀粉消化更快、利用更完全,因而能量利用效率更高。

表 2 实验猪对日粮中两种黑麦的消化量(单位:g)

消化量	H1 组	H2 组	H 组	P1 组	P2 组	P 组
干物质	8796.00 ± 72.92	8688.67 ± 34.67	8742.33 ± 77.87	8690.33 ± 79.74	8763 ± 116.05	8726.67 ± 97.54
有机物	8724.00 ± 54.25	8604.00 ± 28.62	8664.00 ± 76.32	8594.33 ± 78.83	8664.00 ± 100.80	8629.17 ± 89.48
粗蛋白	624.33 ± 31.94	609.00 ± 23.39	616.67 ± 26.41	596.33 ± 42.36	659.00 ± 44.31	627.67 ± 51.78
粗脂肪	105.67 ± 7.37	69.00 ± 10.58	87.33 ± 21.68	88.33 ± 9.29	93.00 ± 6.25	90.67 ± 7.53
粗纤维	314.00 ± 22.11	288.00 ± 4.36	301.00 ± 20.15	214.00 ± 6.00	239.00 ± 51.64	226.50 ± 35.62
粗灰分	72.00 ± 36.10	84.67 ± 8.08	78.33 ± 24.40	96.00 ± 1.00	99.00 ± 19.16	97.50 ± 12.24
无氮浸出物	7680 ± 36.76	7638.00 ± 20.22	7659.00 ± 35.12	7695.67 ± 32.33	7673.00 ± 55.46	7684.33 ± 42.46
总能 KJ	156852.33 ± 1289.16	153797.33 ± 837.02	155324.80 ± 1935.20	154385.00 ± 1859.28	155945 ± 2273.31	155165.17 ± 2044.59

2.3 日粮干物质、有机物的摄入量、粪中的含量及表观消化率

日粮干物质、有机物的摄入量、粪中的含量及表观消化率实验结果见表 3。对实验数据进行分析表明,

HH91 组的干物质及有机物粪中残留量均低于 Pluto 组,说明 HH91 组猪的消化率高于 Pluto 组,但 HH91 组和 Pluto 组粪中的干物质和有机物含量经 *t* 检验无显著差异。

表 3 实验组日粮干物质、有机物全粪中残留量及表观消化率

实验组	干物质		有机物	
	全粪中的含量(g)	表观消化率(%)	全粪中的含量(g)	表观消化率(%)
H1	941.00 ± 72.92	90.34 ± 0.75	808.00 ± 54.25	91.52 ± 0.57*
H2	1021.00 ± 117.04	89.58 ± 1.20	903.33 ± 101.49	90.56 ± 1.06
H	994.67 ± 77.87	89.79 ± 0.80	868.00 ± 76.32	90.90 ± 0.80*
P1	1104.67 ± 79.74	88.72 ± 0.81	976.67 ± 78.83	89.80 ± 0.82
P2	1048.833 ± 34.67	89.23 ± 0.35	928.00 ± 28.62	90.27 ± 0.30
P	1062.83 ± 100.61	89.15 ± 1.03	940.00 ± 90.66	90.18 ± 0.95

* $P < 0.05$

从干物质及有机物的表观消化率比较,HH91 组不管是干物质还是有机物其表观消化率均高于 Pluto 组;两组间干物质的表观消化率比较差异不显著,而有机物表观消化率其 H1 和 P1 组比较有显著性差异,整个 H 组和 P 组比较也有显著性差异,但 H2 和 P2 组之间无显著性差异。

从以上实验结果可知,实验所用的两种黑麦 HH91 组和 Pluto 组,通过猪的消化实验其对干物质的表观消化率差别并不是很明显,说明猪对这两种黑麦的利用率相近,因为两种日粮的组成和成分非常接近,含量也一致的缘故;而有机物的表观消化率两种黑麦 HH91 组和 Pluto 组间有显著性差异,虽然其两种黑麦间的营养水平及含量相关数据相接近。

2.4 日粮粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、粗灰分、无氮浸出物和总能在全粪中的残留量及表观消化率

日粮粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、粗灰分、无氮浸出物和总能在全粪中的残留量及表观消化率实验结果见表 4。对实验数据分析表明,HH91 组的粗蛋白、

粗纤维、无氮浸出物及总能的表观消化率均高于 Pluto 组,说明 HH91 组猪的消化率总体高于 Pluto 组,其相关指标的表观消化率数据比较,HH91 组和 Pluto 组的粗纤维的表观消化率间有极显著性的差异,H1 组和 P1 组间也有显著性的差异,但 H2 组和 P2 组间无明显差异;HH91 组和 Pluto 组的无氮浸出物的表观消化率间有显著性的差异,H1 组和 P1 组间也有显著性的差异,但 H2 组和 P2 组间无明显差异;粗蛋白两种黑麦 HH91 组和 Pluto 组间没有显著性的差异。其他指标粗脂肪、粗灰分总能的表观消化率则低于 Pluto 组,但差异不明显。

从以上实验结果可知,实验所用的两种黑麦 HH91 组和 Pluto 组,通过猪的消化实验其对两种黑麦的粗蛋白、粗脂肪、粗灰分和总能的表观消化率差别并不是很明显,说明猪对这两种黑麦的利用率相近,但通过实验猪的消化代谢其粗纤维、无氮浸出物的消化率两组间有显著性差异,其中粗纤维的消化率达到极显著性的差异。

表 4 日粮粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、粗灰分、无氮浸出物和总能在全粪中的残留量及表观消化率

项目	H1 组	H2 组	H 组	P1 组	P2 组	P 组
粗蛋白残留量	233.67 ± 31.94	249 ± 23.39	241.33 ± 26.41	285.67 ± 42.36	215.33 ± 40.41	250.50 ± 53.43
粗蛋白表观消化率	72.76 ± 3.72	70.98 ± 2.73	71.87 ± 3.08	67.61 ± 4.81	75.59 ± 4.58	71.60 ± 6.06
粗脂肪残留量	114.33 ± 7.37	151 ± 10.58	132.67 ±	124.67 ± 9.29	122.33 ± 2.52	123.50 ± 6.22
粗脂肪表观消化率	48.03 ± 3.35	31.37 ± 4.81	39.70 ± 9.85	41.47 ± 4.36	42.56 ± 1.18 *	42.02 ± 2.92
粗纤维残留量	105.00 ± 5.20	120.00 ± 4.36	112.50 ± 9.27	114.00 ± 6.00	114.67 ± 13.32	114.33 ± 9.24
粗纤维表观消化率	76.96 ± 5.42 *	70.59 ± 1.07	72.43 ± 2.27 **	65.24 ± 1.83	65.04 ± 4.06	65.14 ± 2.82 **
粗灰分残留量	133.00 ± 36.10	120.33 ± 8.08	126.67 ± 24.40	128.00 ± 1.00	117.67 ± 15.57	122.83 ± 11.37
粗灰分表观消化率	35.12 ± 17.61	41.30 ± 3.95	38.21 ± 11.90	42.86 ± 0.45	47.47 ± 6.95	45.16 ± 5.08
无氮浸出物残留量	355.00 ± 45.57	408.00 ± 20.22	381.50 ± 42.86	452.33 ± 32.33	451 ± 48.54	451.67 ± 36.89
无氮浸出物表观消化率	95.59 ± 0.57 *	94.93 ± 0.26	95.26 ± 0.53 *	94.45 ± 0.40	94.47 ± 0.60	94.46 ± 0.46 *
总能残留量	20296.67 ± 1289.16	23351.67 ± 837.02	21824.17 ± 1935.18	24005 ± 1859.28	22181.67 ± 2277.76	23093.33 ± 2110.78
总能表观消化率	88.54 ± 0.73	86.82 ± 0.48	87.68 ± 1.09	86.55 ± 1.04	87.57 ± 1.27	87.06 ± 1.18

** P < 0.01, * P < 0.05

2.5 日粮可消化蛋白质的利用系数

日粮可消化蛋白质的利用系数见表 5。可知,日粮可消化蛋白质的利用系数和 N 平衡 H 组和 P 组间进行比较,包括 H1 和 P1、H2 和 P2 组间比较均高,说明 H 组猪的可消化蛋白利用系数和 N 平衡总体高于 P 组。日粮中可消化蛋白质的利用系数分别

高出 1.12%、4.45% 和 2.65%;但组间的可消化蛋白质的利用系数差异无显著性。日粮中 N 平衡分别高出 0.83%、9.33% 和 12.04%。N 平衡表示动物体内 N 的“收支”情况,在本次试验中,所有实验猪均为正 N 平衡,说明家畜在试验期间机体内贮存了蛋白质,但组间的 N 平衡差异不显著。

表 5 日粮可消化蛋白质的利用系数和 N 平衡

项目	H1 组	H2 组	H 组	P1 组	P2 组	P 组
日粮可消化蛋白质的利用系数(%)	51.17 ± 10.69	44.22 ± 5.57	47.13 ± 8.97	48.99 ± 4.79	43.08 ± 6.16	46.61 ± 5.33
N 平衡(g)	7.97 ± 1.45	7.35 ± 0.51	7.32 ± 0.41	7.29 ± 0.38	6.56 ± 0.80	7.26 ± 1.30

本试验比较了日粮中两种不同来源的黑麦对实验猪生产性能的影响,日粮配合除黑麦来源不同外,其他均完全一致,因此喂饲效果的差异可归因来源于黑麦。黑麦中干物质、有机物等组成成分存在差异,因此通过两种黑麦(HH91 组和 Pluto 组)喂饲实验猪对日粮中两种黑麦的消化量作比较,结果发现喂饲 HH91 组的黑麦分别比 Pluto 组要高,但差异不显著。

通过消化试验进一步表明,喂饲 HH91 黑麦组日粮中干物质、有机物消化率均明显高于 Pluto 组,两组间干物质的表观消化率两者差异不显著,而有机物表观消化率其 H 组和 P 组比较有显著性差异。喂饲 HH91 黑麦组日粮中粗蛋白、粗纤维、无氮浸出物及总能的表观消化率均高于 Pluto 组,粗纤维的表观消化率组间有极显著性的差异;无氮浸出物的表观消化率组间有显著性的差异;粗蛋白的表观消化率组间没有显著性的差异。其他指标粗脂肪、粗灰分总能的表观消化率则低于 Pluto 组,且差异不明显。喂饲 HH91 黑麦组日粮可消化蛋白质的利用系

数和 N 平衡均高于 Pluto 组,但两者差异不明显。

3 参考文献

戴有理. 2003. 饲料原料的科学评价与实际应用[J]. 中国家禽, 25(11): 33~45.

邓君明, 张曦. 2001. 加工工艺对饲料营养价值及动物生产性能的影响[J]. 饲料工业, 22(9): 10~14.

韩友文. 1997. 饲料与饲养学[M]. 北京: 中国农业出版社.

李志坚, 胡跃高. 2004. 饲用黑麦生物学特征及其产量营养动态变化[J]. 草业学报, 13(1): 45~51.

杨凤, 陈可容, 周安国, 等. 2001. 动物营养学[M]. 北京: 中国农业出版社.

杨胜. 1993. 饲料分析及饲料质量检验技术[M]. 北京: 中国农业大学出版社.

张丽英. 2003. 饲料分析及饲料质量检测技术(第 2 版)[M]. 北京: 中国农业大学出版社.

Camp LK, Southern LL, Bidner TD. 2003. Effect of carbohydrate source on growth performance, carcass traits, and meat quality of growing-finishing pigs[J]. J Anim Sci, 81: 2488~2495.

Gaillard BDE, Richards GN. 1975. Presence of soluble lignin-carbohydrate complexes in the bovine rumen[J]. Carbohydr Res, 42(1): 135~145.