

饲粮蛋白质水平对早期断奶仔猪 氮代谢的影响

董国忠* 周安国 杨 凤 陈可容

(四川农业大学动物营养研究所, 雅安, 625014)

摘要 选择 30 头 28 日龄断奶仔猪(平均体重 4.5kg), 研究饲粮粗蛋白质(CP)水平对早期断奶仔猪氮代谢的影响。结果显示:(1)饲粮 CP 水平分别与 CP 摄入量、CP 表观消化率、可消化 CP 摄入量、未消化 CP 摄入量存在显著 ($P < 0.05$) 或极显著 ($P < 0.01$) 的正相关;(2)CP 真消化率不受饲粮 CP 水平的影响, 两者的相关关系不显著 ($P > 0.05$);(3)仔猪内源粪氮排泄量为 0.22g/日, 内源粪氮占干物质摄入量的比值为 2.6g/kg;(4)饲粮 CP 水平分别与盲肠内容物中挥发性盐基氮(VBN)和氨氮(AN)含量的相关关系不显著 ($P > 0.05$), 但饲粮 CP 水平分别与结肠内容物中 VBN 和 AN 含量存在显著 ($P < 0.05$) 的正相关;(5)饲粮 CP 水平分别与血浆 VBN 和尿素氮含量存在显著 ($P < 0.05$) 和极显著 ($P < 0.01$) 的正相关, 但血浆 AN 含量则不受饲粮 CP 水平的影响, 两者的相关关系不显著 ($P > 0.05$)。结果表明, 随着饲粮 CP 水平升高, CP 的真消化率不变, 进入大肠的蛋白质量增加, 结肠内蛋白质的腐败作用增强, 血中含氮代谢产物增多。

关键词 蛋白质水平 氮代谢 早期断奶仔猪

仔猪消化道及其酶系的发育健全有一个过程。据 Pekas(1991)报道, 胰腺和小肠刷状缘酶系的发育必须在仔猪达到 6~8 周龄时才趋完全; Corring 等(1978)认为, 消化道蛋白酶尤其是胰蛋白酶和糜蛋白酶的发育更是如此。Gatnau 等(1993)认为, 仔猪胃内 pH 也不够低, 不能很好地将胃蛋白酶元转化为胃蛋白酶。因此, 早期断奶仔猪的消化生理特点决定了其对蛋白质的消化能力较差, 较多的饲粮蛋白质便进入大肠并发生腐败。董国忠(1994)指出, 蛋白质腐败作用的增强对动物是有害的。本研究旨在探讨饲粮蛋白质水平与早期断奶仔猪氮代谢的关系, 以便在生产实践中更好地控制饲粮蛋白质水平, 提高饲粮蛋白质的利用率。

1 材料与方法

1.1 试验设计和饲粮

试验设 5 个处理, 即 5 种不同粗蛋白质(CP)水平(9.7%、14.9%、20.4%、25.7%和 31.4%)的饲粮。每个处理设 3 个重复。试验饲粮的组成见表 1。饲粮配制时按 0.5% 加入三氧化二铬

* 现在在西南农业大学动物养殖学院工作, 重庆北碚, 630716

收稿日期: 1996-02-15

(Cr_2O_3)以测定 CP 消化率。

1.2 试验动物及饲养管理

选择 30 头 28 ± 2 日龄断奶的(汉普夏 × 梅山) × (长白 × 梅山)杂交仔猪(平均体重 4.5 kg),随机分成 5 组,每组 6 头。每组仔猪分为 3 圈,每圈为 1 个重复。将仔猪饲养于 27℃ 的封闭式进口猪舍内,并饲以不同的饲料(表 1)。仔猪日喂 5 次,从早晨 7 时起每 4 小时 1 次。每次喂量以稍有余料为度。仔猪自由饮水。饲槽、水槽和圈舍保持清洁卫生。

1.3 样品采集和处理

在试验期第 15 天第 1 次饲喂 3 小时后,从各组仔猪随机选择 3 头,由前腔静脉采血约 10 ml,加肝素钠抗凝。血样经 3000 r/min 离心后制得的血浆立即加入 10% 三氯乙酸以沉淀血浆蛋白质,再次离心后取其上清液,置于 -20℃ 冰箱中备测定用。

采血完毕后,立即给仔猪肌注戊巴比妥钠(剂量为 20~30 mg/kg 体重),待仔猪进入麻醉状态后切开腹腔,采取盲肠和结肠(前段)内容物样品各约 40 g,大肠内容物样品的采集按无菌操作要求进行,保存温度为 -20℃。

表 1 饲料组成
Table 1. Dietary composition(%)

| | 饲料 1 Diet1 | 饲料 2 Diet2 | 饲料 3 Diet3 | 饲料 4 Diet4 | 饲料 5 Diet5 |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 玉米 Corn | 84.64 | 67.50 | 49.79 | 32.08 | 14.36 |
| 蛋白质补充料 ^a Protein supplement ^a | 6.81 | 24.47 | 42.94 | 61.40 | 79.87 |
| 猪油 Lard | 5.23 | 4.97 | 4.48 | 3.98 | 3.48 |
| 碳酸钙 Calcium carbonate | 0.48 | 0.63 | 0.76 | 0.89 | 1.03 |
| 磷酸氢钙 Dicalcium phosphate | 2.40 | 2.00 | 1.62 | 1.24 | 0.85 |
| 食盐 Salt | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |
| 多种维生素 ^b Vitamin premix ^b | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| 氯化胆碱 ^c Choline chloride ^c | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| 微量元素混合物 ^d Trace-mineral mixture ^d | 0.08 | 0.07 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| 粗蛋白质 CP(%) ^e | 10.0(9.7) | 14.8(14.9) | 19.8(20.4) | 24.8(25.7) | 29.9(31.4) |
| 可消化能 DE(Mcal/kg) | 3.50 | 3.51 | 3.52 | 3.52 | 3.52 |
| 粗纤维 CF(%) | 2.4 | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.4 |
| 钙 Ca(%) | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |
| 磷 P(%) | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 |

a. 组成 Composition; 豆粕 Soybean meal 58%, 菜籽饼 Rapeseed meal 7%, 大豆 Soybean 15%, 次粉 Wheat middlings 20%;

b. 美国产 VM-101 牌复合维生素 American product(VM-101);

c. 含胆碱 50%, 国产。Provided 50% Choline, made in China;

d. 组成 Composition: $\text{Na}_2\text{SeO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 0.15%; KI, 0.04%; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 21.19%; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 77.35%; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 1.27%;

e. 括号内为实测值。Bracketed values were determined data.

1.4 测定指标及方法

1.4.1 采食量: 试验期间以圈为单位测定和记录每天饲料喂量。

1.4.2 CP 消化率和摄入量: 采用 Cr_2O_3 指示剂法测定 CP 表观消化率, 并计算 CP、可消化 CP(DCP)和未消化 CP(UDCP)摄入量。

1.4.3 大肠内容物挥发性盐基氮(VBN)含量: 肠道内容物 VBN 主要为蛋白质腐败产物中的氨态氮(AN)和胺基态氮的总和。取 20g 内容物样品加入 100ml 重蒸馏水, 混匀后于 4℃ 下离心(4000r/min)15 分钟, 取上清液用于测定 VBN 含量, 测定方法见王叔淳(1988)编著的“食品卫生检验技术”。

1.4.4 大肠内容物 AN 含量: 以硫酸铵作标准液, 取上述上清液, 按文献(Chaney 和 Marbach, 1962)中的方法进行测定。

1.4.5 血浆 VBN 含量: 测定方法见王叔淳(1988)编著的“食品卫生检验技术”。

1.4.6 血浆 AN 含量: 按时玉声等(1989)“兽医临床检验手册”中的方法测定。

1.4.7 血浆尿素氮(UN)含量: 按时玉声等(1989)“兽医临床检验手册”中的方法进行测定。

2 结果

随着饲粮中 CP 水平升高, 仔猪 CP 摄入量、CP 表观消化率、DCP 摄入量、UDCP 摄入量均增加(表 2); 饲粮 CP 水平分别与 CP 摄入量、CP 表观消化率、DCP 摄入量、UDCP 摄入量的相关系数(r)依次为 0.9884($P < 0.01$)、0.9928($P < 0.01$)、0.9940($P < 0.01$)和 0.9550($P < 0.05$)。

仔猪粪氮排出量($Y, \text{g/d}$)与氮摄入量($X, \text{g/d}$)存在显著($P < 0.01$)的回归关系, 回归方程为: $Y = 0.2246 + 0.2314X$ ($r^2 = 0.9762$, $\text{Se} = 0.0559$)。根据该方程可推算出内源粪氮排泄量为 0.22g/d。由内源粪氮排泄量可计算 CP 真消化率(表 2)。饲粮 CP 水平与 CP 真消化率之间的相关关系($r = -0.2376$)不显著($P > 0.05$)。

仔猪内源粪氮占干物质(DM)摄入量的比值不受饲粮 CP 水平的影响($r = -0.3309$, $P >$

表 2 饲粮 CP 水平对 CP 摄入量、CP 消化率和内源粪氮量的影响

Table 2. Effect of dietary CP level on CP intake, CP digestibility and flow of endogenous nitrogen in faeces

| CP (%) | 摄入量 Intake(g / d) | | | 消化率 Digestibility(%) | | 内源粪氮 FEN (g / kg DMI) |
|-----------|-------------------|------|------|----------------------|-----------|--------------------------------|
| | CP | DCP | UDCP | 表观 Apparent | 真 True | |
| | | | | | | |
| 9.7 | 7.8 | 4.9 | 2.9 | 62.8 | 80.4 | 3.02 |
| 14.9 | 16.1 | 10.7 | 5.4 | 66.5 | 75.0 | 2.26 |
| 20.4 | 20.6 | 14.1 | 6.5 | 68.4 | 75.1 | 2.42 |
| 25.7 | 24.6 | 17.5 | 7.1 | 71.2 | 76.6 | 2.55 |
| 31.4 | 29.8 | 21.9 | 8.0 | 73.3 | 77.8 | 2.57 |

表 3 饲粮 CP 水平对大肠内容物含氮腐败产物指标值的影响

Table 3. Effect of dietary CP level on VBN and AN contents in the large intestinal digesta

| CP (%) | VBN(mg/100g) | | AN(mg/100g) | |
|--------|--------------|----------|-------------|----------|
| | 盲肠 Cecum | 结肠 Colon | 盲肠 Cecum | 结肠 Colon |
| | | | | |
| 9.7 | 24.0 | 27.3 | 14.0 | 15.0 |
| 14.9 | 31.1 | 32.6 | 14.8 | 16.1 |
| 20.4 | 29.0 | 36.3 | 13.2 | 19.0 |
| 25.7 | 47.0 | 66.1 | 25.4 | 28.2 |
| 31.4 | 35.3 | 69.8 | 14.2 | 39.4 |

表4 饲料 CP 水平对血浆含氮代谢产物
指标值的影响

Table 4. Effect of dietary CP level on
VBN, AN and UN contents in plasma

| CP (%) | VBN (mg / 100ml) | AN (μ g / 100ml) | UN (mg / 100ml) |
|-----------|---------------------|--------------------------|--------------------|
| 9.7 | 0.72 | 183 | 6.5 |
| 14.9 | 1.53 | 188 | 8.8 |
| 20.4 | 1.58 | 178 | 10.0 |
| 25.7 | 1.68 | 209 | 12.1 |
| 31.4 | 2.09 | 178 | 14.1 |

0.05)。因此,根据表2可得出仔猪内源粪氮/DM摄入量的平均值为2.6g/kg。

盲肠内容物中 VBN 和 AN 含量均不受饲料 CP 水平的影响(表3), r 分别为 0.6928 ($P > 0.05$) 和 0.3311 ($P > 0.05$)。但结肠内容物 VBN 和 AN 含量随饲料 CP 水平的升高而增加(表3), r 分别为 0.9385 ($P < 0.05$) 和 0.9411 ($P < 0.05$)。

血浆 VBN 和 UN 含量随饲料 CP 水平的升高而上升(表4), r 分别为 0.9141 ($P < 0.05$) 和 0.9963 ($P < 0.01$)。但血浆 AN 含

量则不受饲料 CP 水平的影响, r 为 0.1244 ($P > 0.05$)。

3 讨论

从本研究观察到,随着饲料 CP 水平升高,CP 表观消化率增加,但 CP 真消化率保持不变。Maynard 等(1979),McDonald 等(1988)指出,这是因为 CP 真消化率排除了内源氮的干扰,受饲料 CP 水平的影响不大,比较恒定。因此,当饲料 CP 水平升高时,CP 和 UDCP 摄入量增加(表2),饲料蛋白质进入大肠的量也随之增加,大肠内蛋白质腐败作用增强。研究表明,结肠内容物中 VBN 和 AN 含量与饲料 CP 水平呈显著的正相关(表3),说明饲料 CP 水平升高使结肠蛋白质腐败作用增强。

盲肠内容物中含氮腐败产物产量不受饲料 CP 水平的影响(表3)。据 Warner(1981)分析,这可能是由于肠道内容物在盲肠内的滞留时间较短,而使盲肠内蛋白质的腐败作用不充分所致。

本研究用回归法求得内源粪氮占 DM 摄入量的比值(g/kg)为 2.6。Leibholz(1982)用相同方法求出的值为 1.7,而 Wilson 和 Leibholz(1981)及 Asche(1989)用无氮日粮法测得的值分别为 1.0 和 3.7。由此可见,仔猪内源粪氮占 DM 摄入量的比值为 1.0~3.7g/kg。

血浆 VBN 含量显著地受饲料 CP 水平的影响,但血浆 AN 含量则不受饲料 CP 水平的影响(表4)。究其原因,可能是结肠中蛋白质腐败产生的氨在吸收后被机体用于合成尿素或在肠道中直接被微生物用于合成微生物蛋白质。Drochner(1987)的研究表明,大肠蛋白质腐败产生的氨可在结肠壁和肝被代谢消除;Mosenthin 等(1990)表明,大肠中氨可被肠道微生物用于合成自身蛋白质。

血浆 UN 含量随着饲料 CP 水平的升高而上升(表4),说明饲料 CP 的利用率随着饲料 CP 水平的升高而降低。总之,随着饲料 CP 水平升高,CP 真消化率不增加,进入大肠的饲料蛋白质增多,结肠内蛋白质腐败作用增强,从而使血中腐败产物含量升高。随着饲料 CP 水平升高,血浆 UN 含量亦升高,饲料蛋白质的利用率降低。

参考文献

- 董国忠. 1994. 饲料蛋白质水平和氨基酸平衡对早期断奶仔猪大肠蛋白质腐败作用和生产性能的影响. 四川大学农业博士学位论文

- 时玉声, 崔中林主编. 1989. 兽医临床检验手册. 上海: 上海科学技术出版社, 109~112
- 王叔淳. 1988. 食品卫生检验技术. 北京: 化学工业出版社, 154~155
- Asche G L, Lewis A J, Peo E R Jr. 1989. Protein digestion in weanling pigs: effect of feeding regimen and endogenous protein secretion. *J Nutr.*, 119: 1083~1092
- Chaney A L, Marbach E P. 1962. Modified reagents for determination of urea and ammonia. *Clin. Chem.*, 8: 130~132
- Corring T, Aumaitre A, Durand G. 1978. Development of digestive enzymes in the piglet from birth to 8 weeks. *Nutr. Meta.*, 22: 231~243
- Drochner W. 1987. Aspects of digestion in the large intestine of the pig. Hamburg: Verla Paul Parey, 51~58
- Gatnau R, Cain C, Arentson R, Zimmerman D. 1993. Spraydried porcine plasma (SDPP) as an alternative ingredient in diets of weanling pigs. *Pig News Info.*, 14: 157N~159N
- Leibholz J. 1982. The flow of endogenous nitrogen in the digestive tract of young pigs. *Br. J Nutr.*, 48: 509~517
- Maynard L A, Loosli J K, Hints H F, Warner R G. 1979. Animal nutrition. New York: McGraw-Hill Book Company, 32~33
- McDonald P, Edwards E A, Greenalgh J F D. 1988. Animal nutrition. England: Longman Scientific & Technical, 210~211
- Mosenthin R, Sauer W C, Voelker L, Frigg M. 1990. Synthesis and absorption of biotin in the large intestine of pigs. *Livest Prod. Sci.*, 25: 95~108
- Pekas J C. 1991. Digestion and absorption capacity and their development. In: Miller E R, et al., Ed. Swine nutrition. Boston: Butterworth-Heinemann, 37~73
- Warner A C I. 1981. Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. *Nutr. Abst. Rev.* (B), 51: 789~820
- Wilson R H, Leibholz J. 1981. Digestion in the pig between 7 and 35 d of age. 3. The digestion of nitrogen in pigs given milk and soya-bean proteins. *Br. J Nutr.*, 45: 337~346

EFFECT OF DIETARY PROTEIN LEVEL ON NITROGEN METABOLISM IN EARLY - WEANED PIGS

Dong Guozhong Zhou Anguo Yang Feng Chen Kerong

(Research Institute of Animal Nutrition, Sichuan Agricultural University, Yaan, 625014)

ABSTRACT

Thirty crossbred pigs weaned at 28 ± 2 days of age, weighing an average of 4.5 kg body weight, were used to investigate the effect of dietary crude protein (CP) levels (9.7, 14.9, 20.4, 25.7 and 31.4%) on nitrogen (N) metabolism. The results showed: (1) A significant ($P < 0.05$ or 0.01) positive correlation existed between the dietary CP level and the CP intake, CP apparent digestibility, digested CP intake and undigested CP intake, respectively. (2) The CP true digestibility was not affected ($P > 0.05$) by the dietary CP level. (3) Endogenous N in faeces was 0.22g/d or 2.6g/kg dry matter intake. (4) There was a significant ($P < 0.05$) positive correlation between the dietary CP level and the volatile basic N (VBN) and ammonia N (AN) contents in colonic digesta, respectively. However, the VBN and AN contents in cecal digesta were not affected ($P > 0.05$) by the dietary CP level. (5) The Plasma VBN and urea N contents were affected significantly ($P < 0.05$) by the dietary CP level. However, the dietary CP level had no effect on the plasma AN content ($P > 0.05$). The results indicate that with an increase of the dietary CP level, the true CP digestibility remains constant, and the amount of proteins entering the large intestine increases. As a result, the protein putrefaction in colon intensifies and the contents of N-containing metabolites in blood are increased.

Key words: Protein level, Nitrogen metabolism, Early - weaned pigs