

# 日粮直/支链淀粉比对黄羽肉仔鸡生产性能和养分利用率的影响

戴求仲<sup>1</sup> 李 湘<sup>2</sup> 张石蕊<sup>2</sup> 蒋桂韬<sup>1</sup> 胡 艳<sup>1</sup> 陈福华<sup>3</sup>

(1. 湖南省畜牧兽医研究所, 长沙 410131; 2. 湖南农业大学动物营养研究所, 长沙 410128;

3. 湖南省饲料兽药检测所, 长沙 410001)

**摘 要:** 本文旨在研究不同日粮直/支链淀粉比对黄羽肉仔鸡生产性能及养分利用率的影响。试验采用单因子设计, 选用 29 日龄黄羽肉仔鸡 320 只, 随机分为 4 个处理, 每处理设 5 个重复, 每重复 16 只鸡, 分别饲喂直/支链淀粉比为 0.11、0.23、0.35、0.47 的试验日粮。试验为期 28 d, 测定了肉仔鸡生产性能和饲料养分消化率, 结果表明: 日粮直/支链淀粉比影响动物的生产性能和饲料养分利用率, 试鸡平均日采食量直/支链淀粉比为 0.11 的日粮组显著高于其他各处理 ( $P < 0.05$ ), 但料重比却以直/支链淀粉比为 0.23 的日粮组最低 ( $P < 0.05$ ); 日粮各氨基酸的消化率除苏氨酸、蛋氨酸和赖氨酸直/支链淀粉比 0.23 日粮组略低于直/支链淀粉比 0.11 的日粮组外, 其他各氨基酸均以直/支链淀粉比 0.23 日粮组最高, 其次是直/支链淀粉比 0.11、0.35 和 0.47 日粮组; 日粮代谢能值也以直/支链淀粉比 0.23 日粮组最高, AME、AMEn、TME、TMEn 值分别为 15.20、14.70、15.60 和 15.04 MJ/kg, 比直/支链淀粉比为 0.11、0.35、0.47 的日粮组高 7.80%、2.70%、6.37%、7.14%、3.45%、7.30%、7.22%、3.31%、6.78% 和 6.21%、3.65%、7.28% ( $P < 0.05$ )。

**关键词:** 直/支链淀粉比; 黄羽肉仔鸡; 氨基酸消化率; 能量代谢; 生产性能

淀粉是谷物类饲料碳水化合物的主要成分, 也是畜禽所需能量的重要来源 (40% 以上), 占畜禽生产成本的 50% 以上<sup>[1]</sup>。但研究表明, 淀粉由于来源、组成及结构不同其在动物和人体内消化的速度和部位存在差异, 如快速消化淀粉 (RDS) 在小肠的前段即迅速降解, 而抗性淀粉 (RS) 在小肠内几乎不降解而主要在消化道后段依靠微生物发酵产生挥发性脂肪酸, 因而它们在能量供应效率及对动物生产性能的影响方面存在明显差异<sup>[2-6]</sup>。戴求仲<sup>[7]</sup> 和宾石玉<sup>[8]</sup> 研究证实了几种不同来源的饲料淀粉在生长猪体内的消化速度、部位及消化程度存在差异, 而且这一差异不但影响生长猪对蛋白质、氨基酸和能量的消化利用, 同时也直接影响其生产性能。而在日粮淀粉中直链淀粉和支链淀粉比是否影响动物的生产性能和饲料养分的利用率目前尚未见有相关报道。为此, 本试验选取 29~56 日龄雌性黄羽肉仔鸡作为试验动物, 研究日粮不同直/支链淀粉比对肉仔鸡生产性能和饲料蛋白质、氨基酸及能量利用效率的影响, 为今后进一步精确配合肉仔鸡日粮, 合理利

用饲料资源提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验动物及设计

选取健康、体重接近的 29 日龄健康雌性黄羽肉仔鸡 320 羽, 按单因素完全随机设计分为 4 个处理, 每处理设 5 个重复, 每重复 16 只鸡。试验全期 28 d。

### 1.2 试验日粮和营养水平

试验日粮参照 NRC(1994)<sup>[9]</sup> 肉鸡饲养标准, 以糯米作为支链淀粉 (含支链淀粉 100%) 和抗性淀粉作为直链淀粉 (含直链淀粉 96.4%) 来源配制而成。日粮组成及营养水平见表 1。各处理日粮总能、总淀粉及其他营养指标基本一致, 日粮中只直/支链淀粉比不同, 分别为 0.11、0.23、0.35、0.47。试验中试鸡采用颗粒料饲喂, 粒料由湖南省畜牧兽医研究所试验饲料厂生产。

### 1.3 饲养管理

试验在湖南省畜牧兽医研究所试验鸡场进行, 试鸡采用网上平养, 常规免疫。全期自由饮水和采

收稿日期: 2008-01-14

基金项目: 湖南省自然科学基金项目 (2005NK4018)

作者简介: 戴求仲 (1969-), 男, 湖南新宁人, 研究员, 博士, 主要从事单胃动物营养的研究工作。E-mail: daiqiuzhong@gmail.com

食,24 h 光照;舍内自然通风,室温 24℃,相对湿度 (60±5)%。

表 1 试验日粮组成及营养水平(风干物质基础)  
Table 1 Composition and nutrient levels of trial diets (air-dry basis, %)

项目 Items	A	B	C	D	无 N 日粮 Nitrogen free diet
原料 Ingredients					
玉米 Corn <sup>1)</sup>	34.20	64.63	57.00	51.00	/
豆粕 Soybean meal	22.86	25.43	25.02	24.39	/
鱼粉 Fish meal	2.50	2.50	2.50	2.50	/
玉米蛋白粉 Corn gluten meal	2.80	1.64	2.79	4.05	/
豆油 Soybean oil	0.05	0.96	0.80	0.65	2.00
石粉 Limestone	0.98	0.88	0.89	0.90	0.10
磷酸氢钙 Dicalcium phosphate	1.10	1.26	1.26	1.26	3.42
食盐 NaCl	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
L-赖氨酸盐酸盐 L-lysine-HCl	0.06	/	0.02	0.04	/
DL-蛋氨酸 DL-Met	0.13	0.15	0.15	0.14	/
预混料 Premix <sup>2)</sup>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
50%胆碱 Choline chloride	0.08	0.08	0.08	0.08	/
糯米 Stick rice	29.20	/	0.90	1.38	/
抗性淀粉 Resistant starch	0.02	/	5.16	9.34	/
统糠 Rough rice bran	1.02	/	0.24	0.43	/
玉米淀粉 Corn starch	/	/	/	/	80.00
蔗糖 Sucrose	/	/	/	/	10.00
氯化钾 Potasium chloride	/	/	/	/	1.00
海泡石 Sepiolite	3.70	1.17	1.89	2.54	2.18
总计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels <sup>3)</sup>					
干物质 DM	88.10	87.80	88.20	88.20	90.68
总能 GE (MJ/kg)	16.26	16.90	16.86	16.41	16.32
粗纤维 CF	2.99	2.99	2.99	2.99	/
粗蛋白质 CP	19.92	19.93	19.86	19.85	0.03
赖氨酸 Lys	1.03	1.03	1.04	1.04	/
蛋氨酸 Met	0.48	0.49	0.49	0.48	/
蛋氨酸+胱氨酸 Met + Cys	0.81	0.81	0.81	0.80	/
苏氨酸 Thr	0.73	0.72	0.74	0.73	/
钙 Ca	0.83	0.82	0.82	0.81	0.82
总磷 TP	0.63	0.63	0.62	0.62	0.62
总淀粉 Total starch	41.71	41.71	41.71	41.71	/
直链淀粉 Amylose	4.11	7.74	10.70	13.12	/
支链淀粉 Amylopectin	37.15	33.69	30.53	27.90	/
直/支链淀粉 Amylase/amylopectin ratio	0.11	0.23	0.35	0.47	/

<sup>1)</sup> 玉米淀粉中直链和支链淀粉实测值分别为 18.67%和 81.33%。Corn starch contains amylose 18.67% and amylopectin 81.33% respectively.

<sup>2)</sup> 预混料为每千克日粮提供 The premix provides for per kg diet: VA 15 000 IU; VD<sub>3</sub> 2 000 IU; VE 20 mg; VK<sub>3</sub> 1.5 mg; VB<sub>1</sub> 2.0 mg; VB<sub>2</sub> 8.0 mg; VB<sub>12</sub> 0.03mg; 烟酸 niacin 30 mg; 叶酸 folic acid 0.75 mg; 泛酸钙 calcium pantothenate 15 mg; VB<sub>6</sub> 3.0 mg; 生物素 biotin 0.06 mg; Cu 20 mg; Fe 90 mg; Zn 50 mg; Mn 70 mg; I 0.38 mg; Se 0.16 mg。

<sup>3)</sup> 表中所列营养成分除粗纤维为计算值外,其他均为实测值。Nutrients in the table are analyzed value except crude fiber.

1.4 代谢排泄物样收集及预处理

试验结束前 7 天,每重复选取 1 只中等体重鸡(共 20 只)转入代谢笼内单笼饲养,进行氮代谢试

验。试鸡适应 3 d 后进行正式试验,全期 7 d,其中预试期 3 d,使试鸡适应各处理未制粒粉料,第 4 天开始正式试验,正试期每天强饲 2 次(08:00 和 17:30),每

次强饲 50 g 饲料, 试验料中添加 0.1% 二氧化钛作为外源标记物。代谢试验期间全部收集试鸡的排泄物, 集粪期为 4 d, 粪样烘干后制成风干样品用于氮、氨基酸、干物质和能量的测定。采用无氮日粮(表 1)饲喂法测定内源氮和氨基酸的排泄量。

1.5 测定指标与分析方法

1.5.1 生产性能指标

于试验开始和结束当日的 08:00 对试验鸡进行空腹称重。试验开始时准确记录各重复料桶重, 试验期间准确记录各重复耗料量、鸡只生长状况及死亡数, 试验结束时称余料及料桶重, 计算各处理总采食量(FI)、平均耗料量(ADFI)、体增重(WG)、平均日增重(ADWG)及料重比(F/G)。

1.5.2 营养成分分析

日粮和排泄物中常规养分测定参照张丽英主编的《饲料分析与饲料质量检测技术》<sup>[10]</sup>; 直链淀粉、总淀粉含量测定参照 GB/T17891-1999、GB/T5009.9-2003; 排泄物和试验日粮总能采用氧弹测热计测定; 氨基酸采用 waters pico-TagAA 分析仪测定, 样品采用 6 mol/L(含酚 1.0 g/L)盐酸溶液(110±1)℃水解 22~24 h, 0.45 mm 滤膜过滤; 日粮和粪中二氧化钛含量测定采用紫外分光光度法在 8500II 型分光光度计上测定。

1.6 计算

1.6.1 蛋白质消化率

蛋白质表观消化率(%)=(食入饲料蛋白量-排泄物蛋白量)/食入饲料蛋白量×100

蛋白质真消化率(%)=(食入饲料蛋白量-排泄物蛋白量+内源排泄蛋白量)/食入饲料蛋白量×100

1.6.2 粪中氨基酸表观消化率和真消化率

$$AAP(\%) = 100 - Di \times FAA \times 100 / (Fi \times DAA)$$

$$AAT(\%) = AAP(\%) + AAE \times 100 / DAA$$

式中, AAP 为粪中氨基酸表观消化率, Di 为饲料中指示剂含量, Fi 为排泄物指示剂含量, DAA 为饲料氨基酸含量, FAA 为排泄物氨基酸含量; AAT 为粪中氨基酸真消化率, AAE 为内源氨基酸排泄量。

1.6.3 饲料代谢能和氮校正代谢能

表观代谢能(AME)=(饲料总能-该饲料排泄物能)/饲料进食量

真代谢能(TME)=(饲料总能-该饲料排泄物能+内源损失能)/饲料进食量

氮校正表观代谢能(AMEn)=AME-(RN×34.39)/摄入量

氮校正真代谢能(TMEN)=TME-(RN×34.39)/摄入量

式中, RN 为每日体内沉积氮量(g), 34.39 为每克尿氮所对应能量。

1.7 数据处理与分析

数据以平均值±标准差表示。采用 SAS 6.12 统计软件中 GLM 程序进行数据分析, 差异显著者进行 Duncan 氏多重比较。

2 结果与分析

2.1 日粮直/支链淀粉比对 29~56 d 黄羽肉仔鸡生产性能的影响

由表 2 可知, 平均日增重各组中以处理 A 最高(35.37 g/d), 分别比处理 B、C、D 高 2.23%、2.58%和 2.26%(P>0.05)。平均日采食量也以处理 A 最高(101.95 g/d), 分别比处理 B、C 和 D 高 12.13%、8.23%(P<0.05)和 4.91%(P>0.05)。但料重比却以处理 A 最高(2.88), 分别比处理 B、C、D 高 9.51%(P<0.05)、5.50%(P>0.05)和 2.49%(P>0.05)。

表 2 直/支链淀粉比对 29~56 d 黄羽肉仔鸡生产性能的影响

Table 2 Effects of dietary amylase/amylopectin ratio on the performance of 29~56 d yellow broilers

项目 Items	A	B	C	D
29 日龄始重 29 d initial weight (g)	603.68±8.56	613.52±3.95	606.40±3.95	604.31±3.02
56 日龄末重 56 d final weight (g)	1 594.1±44.71	1 582.2±22.61	1 571.7±27.19	1 572.8±26.04
平均日增重 Average daily gain weight (g/d)	35.37±1.85	34.60±1.08	34.48±0.90	34.59±0.98
平均日采食量 Average daily feed intake (g/d)	101.95±4.29 <sup>a</sup>	90.92±5.82 <sup>c</sup>	94.20±2.42 <sup>bc</sup>	97.18±1.36 <sup>ab</sup>
饲料转化率 Feed /gain	2.88±0.07 <sup>a</sup>	2.63±0.17 <sup>b</sup>	2.73±0.06 <sup>ab</sup>	2.81±0.04 <sup>a</sup>

同行肩标小写字母不同者表示差异显著(P<0.05), 同行肩标大写字母不同者表示差异显著(P<0.01)。下表同。  
Values with different small letter superscripts in the same row mean significant difference (P<0.05), and with different capital letter superscripts mean significant difference (P<0.01). The same as below.

2.2 日粮直/支链淀粉比对黄羽肉仔鸡蛋白质和氨基酸利用率的影响

由表 3、表 4 可知,日粮直/支链淀粉比对试鸡蛋白质表观消化率和真消化率无显著影响( $P>0.05$ ),但各处理中均以处理 B(76.06%、80.12%)最高,分别比处理 A、C、D 高 13.97%、4.48%、3.17%和 11.96%、5.27%、3.96%。由表 3 可知,各处理日粮中氨基酸表观消化率,除苏氨酸、蛋氨酸和赖氨酸处理 B 略低于处理 A 外,其他各氨基酸均

以处理 B 最高,其次是处理 A、C 和 D。其中天冬氨酸、丝氨酸和甘氨酸的表观消化率处理 B 显著高于处理 A、C 和 D( $P<0.05$ ),而苏氨酸、胱氨酸,处理 B 与处理 A 无显著差异( $P>0.05$ ),但显著高于处理 C 和处理 D( $P<0.05$ )。其他各氨基酸 4 个处理间无显著差异( $P>0.05$ )。直/支链淀粉比对日粮氨基酸真消化率的影响表现出与表观消化率相似的规律(表 4)。

表 3 直/支链淀粉比对 29~56 d 黄羽肉仔鸡饲料蛋白质和粪中氨基酸表观消化率的影响

Table 3 Effects of dietary amylase/amylopectin ratio on protein and amino acid apparent digestibility of 29~56 d yellow broilers (%)				
项目 Items	A	B	C	D
蛋白质表观消化率 Apparent digestibility of protein	66.74 ± 7.02	76.06 ± 2.00	72.80 ± 2.36	73.72 ± 5.01
天冬氨酸 Asp	88.16 ± 1.30 <sup>B</sup>	90.92 ± 0.87 <sup>A</sup>	85.60 ± 1.13 <sup>C</sup>	85.31 ± 1.31 <sup>C</sup>
苏氨酸 Thr	80.45 ± 2.33 <sup>A</sup>	72.06 ± 5.75 <sup>A</sup>	54.12 ± 8.09 <sup>B</sup>	46.77 ± 5.45 <sup>B</sup>
丝氨酸 Ser	87.89 ± 0.97 <sup>B</sup>	90.69 ± 1.43 <sup>A</sup>	90.15 ± 0.95 <sup>AB</sup>	85.14 ± 2.20 <sup>C</sup>
谷氨酸 Glu	90.81 ± 1.00	93.24 ± 0.68	89.87 ± 0.54	82.88 ± 15.17
甘氨酸 Gly	71.13 ± 4.05 <sup>b</sup>	79.02 ± 3.56 <sup>a</sup>	71.37 ± 4.55 <sup>b</sup>	66.62 ± 4.75 <sup>b</sup>
丙氨酸 Ala	86.78 ± 0.88 <sup>a</sup>	88.73 ± 1.33 <sup>a</sup>	73.83 ± 5.21 <sup>b</sup>	71.77 ± 7.97 <sup>b</sup>
胱氨酸 Cys	76.60 ± 2.75 <sup>ab</sup>	83.80 ± 2.79 <sup>a</sup>	73.12 ± 5.38 <sup>b</sup>	71.04 ± 7.52 <sup>b</sup>
缬氨酸 Val	86.29 ± 1.86	89.90 ± 1.34	86.28 ± 0.73	79.26 ± 12.85
蛋氨酸 Met	94.61 ± 1.91	93.06 ± 4.00	93.48 ± 1.52	85.21 ± 16.73
异亮氨酸 Ile	86.37 ± 0.82	88.59 ± 1.41	84.73 ± 0.46	78.26 ± 12.21
亮氨酸 Leu	90.45 ± 0.16	91.71 ± 0.92	89.30 ± 0.59	81.85 ± 14.50
酪氨酸 Tyr	87.16 ± 0.44	88.96 ± 1.88	84.69 ± 1.28	79.39 ± 12.90
苯丙氨酸 Phe	92.21 ± 0.51	92.58 ± 1.16	90.83 ± 0.84	82.33 ± 14.85
赖氨酸 Lys	90.59 ± 0.91	89.90 ± 0.25	86.47 ± 0.73	65.71 ± 27.50
组氨酸 His	92.02 ± 5.03	95.22 ± 0.60	93.19 ± 0.48	83.85 ± 15.84
精氨酸 Arg	98.29 ± 0.37	98.84 ± 0.17	97.88 ± 0.23	88.57 ± 18.94
脯氨酸 Pro	85.04 ± 1.51	89.17 ± 1.63	83.63 ± 1.75	77.55 ± 11.75

2.3 日粮直/支链淀粉比对黄羽肉仔鸡饲料干物质和能量利用率的影响

日粮直/支链淀粉比显著影响干物质的消化率和能量利用效率。4 组中干物质消化率以处理 B 最高(88.38%),分别比处理 A、C、D 高 5.40%、3.32%和 4.03%( $P<0.05$ )。日粮能量的表观代谢率和真代谢率也以处理 B 最高,分别为 90.1%和 92.3%,分别比处理 A、C、D 高 3.72%、2.63%、3.43%( $P<0.05$ )和 3.12%、3.00%、3.68%( $P<0.01$ )。计算出的 AME、AMEn、TME、TMEn 值,B 处理分别为 15.20、14.70、15.60 和 15.04 MJ/kg,比处理 A、C、D 高 7.80%、2.70%、6.37%;7.14%、3.45%、7.30%;7.22%、3.31%、6.78%和 6.21%、3.65%、7.28%( $P<0.05$ )。

3 讨 论

3.1 日粮直/支链淀粉比对肉仔鸡生产性能的影响

Weurding<sup>[5]</sup>研究表明,不同类型饲料淀粉在肉仔鸡消化道中消化速度存在明显差异,慢消化淀粉能使肉仔鸡表现出较好生产性能和饲料转化率(FCR)。戴求仲<sup>[7]</sup>和宾石玉<sup>[8]</sup>研究发现,生长猪饲喂直/支链淀粉比为 0.23 的玉米日粮和直/支链淀粉比为 0.21 的糙米日粮两组间 FCR 差异不显著,但两者均明显高于饲喂含全支链淀粉的糯米日粮和直/支链淀粉比为 17.52 的抗性淀粉日粮组的试猪( $P<0.05$ ),这些结果提示日粮中直/支链淀粉比可能是影响动物生产性能的重要因素。本试验配合 4 种不同直/支链淀粉比,但其他营养成分含量均保持

基本一致的日粮,比较了不同直/支链淀粉比对29~56 d黄羽肉仔鸡生产性能的影响,结果发现肉仔鸡料重比以直/支链淀粉比为0.11的日粮组最高,其次是直/支链淀粉为0.47日粮组,而直/支链淀粉比为0.23的日粮组最低。进一步消化试验的结果表明,直/支链淀粉比为0.23的日粮组饲料蛋白质、氨基酸消化率及能量代谢效率均明显高于其

他3组( $P<0.05$ ),因而采食直/支链淀粉比为0.23日粮组的试鸡每日摄入的可消化蛋白质、可利用氨基酸和代谢能分别比采食直/支链淀粉比为0.11、0.35和0.47的日粮组试鸡高,这可能是本试验中采食直/支链淀粉比为0.23的日粮组试鸡生产性能较高的原因。

表 4 直/支链淀粉比对 29~56 d 黄羽肉仔鸡饲料蛋白质和粪中氨基酸真消化率的影响

Table 4 Effects of dietary amylase/amylopectin ratio on protein and amino acid true digestibility of 29~56 d yellow broilers (%)

项目 Items	A	B	C	D
蛋白质真观消化率 True digestibility of protein	71.56 ± 5.88	80.12 ± 2.08	76.11 ± 2.36	77.07 ± 4.90
天冬氨酸 Asp	89.62 ± 1.32 <sup>B</sup>	92.05 ± 0.58 <sup>A</sup>	86.66 ± 1.13 <sup>C</sup>	86.40 ± 1.34 <sup>C</sup>
苏氨酸 Thr	82.89 ± 2.20 <sup>A</sup>	74.76 ± 5.28 <sup>A</sup>	56.46 ± 8.09 <sup>B</sup>	49.57 ± 5.55 <sup>B</sup>
丝氨酸 Ser	90.96 ± 0.83 <sup>A</sup>	93.04 ± 0.97 <sup>A</sup>	91.68 ± 0.95 <sup>A</sup>	87.27 ± 2.25 <sup>B</sup>
谷氨酸 Glu	92.07 ± 1.01	94.18 ± 0.44	90.76 ± 0.54	83.75 ± 15.18
甘氨酸 Gly	75.22 ± 4.56 <sup>B</sup>	82.06 ± 2.83 <sup>A</sup>	73.85 ± 4.55 <sup>B</sup>	69.50 ± 4.82 <sup>B</sup>
丙氨酸 Ala	88.97 ± 0.86	90.38 ± 0.93	87.29 ± 0.74	80.54 ± 12.71
胱氨酸 Cys	81.53 ± 2.51 <sup>ab</sup>	87.91 ± 2.32 <sup>a</sup>	77.21 ± 5.21 <sup>b</sup>	75.16 ± 8.01 <sup>b</sup>
缬氨酸 Val	88.57 ± 2.03	91.62 ± 0.93	87.88 ± 0.73	80.87 ± 12.87
蛋氨酸 Met	95.20 ± 2.01	93.62 ± 3.87	93.84 ± 1.52	85.68 ± 16.73
异亮氨酸 Ile	88.44 ± 0.98	90.14 ± 1.02	86.19 ± 0.46	79.70 ± 12.24
亮氨酸 Leu	92.07 ± 0.46	92.92 ± 0.64	90.39 ± 0.59	82.90 ± 14.51
酪氨酸 Tyr	89.20 ± 0.67	90.44 ± 1.53	86.07 ± 1.28	80.81 ± 12.92
苯丙氨酸 Phe	93.85 ± 0.91	93.79 ± 0.85	92.00 ± 0.84	83.47 ± 14.87
赖氨酸 Lys	92.14 ± 0.85	91.23 ± 0.28	87.54 ± 0.73	66.79 ± 27.46
组氨酸 His	92.25 ± 5.04	95.37 ± 0.56	93.33 ± 0.48	84.01 ± 15.85
精氨酸 Arg	100.15 ± 0.60	100.31 ± 0.43	99.19 ± 0.23	89.84 ± 18.95
脯氨酸 Pro	88.25 ± 1.58	91.50 ± 1.18	85.74 ± 1.75	79.62 ± 11.78

表 5 直/支链淀粉比对 29~56 d 黄羽肉仔鸡日粮干物质、能值利用率的影响(干物质基础)

Table 5 Effects of dietary amylase/amylopectin ratio on dry matter and energy availability of 29~56 d yellow broilers (DM basis)

项目 Items	A	B	C	D
干物质消化率 DMD (%)	83.85 ± 2.96 <sup>b</sup>	88.38 ± 1.60 <sup>a</sup>	85.54 ± 1.18 <sup>b</sup>	84.96 ± 0.62 <sup>b</sup>
能量表观代谢率 EAMR (%)	86.87 ± 2.28 <sup>b</sup>	90.10 ± 1.43 <sup>a</sup>	87.79 ± 1.08 <sup>b</sup>	87.11 ± 0.40 <sup>b</sup>
能量真代谢率 ETMR (%)	89.54 ± 1.65 <sup>B</sup>	92.33 ± 1.17 <sup>A</sup>	89.64 ± 1.08 <sup>B</sup>	89.05 ± 0.38 <sup>B</sup>
饲料表观代谢能 AME (MJ/kg)	14.10 ± 0.37 <sup>c</sup>	15.20 ± 0.24 <sup>a</sup>	14.80 ± 0.18 <sup>B</sup>	14.29 ± 0.07 <sup>c</sup>
饲料氮校正表观代谢能 AMEn (MJ/kg)	13.72 ± 0.26 <sup>c</sup>	14.70 ± 0.19 <sup>a</sup>	14.21 ± 0.18 <sup>B</sup>	13.70 ± 0.06 <sup>c</sup>
饲料真代谢能 TME (MJ/kg)	14.55 ± 0.27 <sup>c</sup>	15.60 ± 0.20 <sup>a</sup>	15.10 ± 0.18 <sup>B</sup>	14.61 ± 0.06 <sup>c</sup>
饲料氮校正真代谢能 TMEn (MJ/kg)	14.16 ± 0.18 <sup>c</sup>	15.04 ± 0.20 <sup>a</sup>	14.51 ± 0.18 <sup>B</sup>	14.02 ± 0.07 <sup>c</sup>

3.2 日粮直/支链淀粉比对饲料氨基酸利用率的影响

淀粉在动物消化道内水解为葡萄糖吸收,而葡萄糖和氨基酸是消化道代谢的主要能量来源<sup>[11]</sup>,葡萄糖的及时供给可节省消化道内氨基酸用于氧化供

能,从而提高蛋白质的利用率。Weurding 等<sup>[2-3]</sup>研究表明,不同类型淀粉在肉仔鸡消化道内消化速度存在明显差异,且慢消化淀粉具有明显的氨基酸节约效应。戴求仲<sup>[7]</sup>研究生长猪采食玉米、糙米、糯米

和抗性淀粉对生长猪蛋白质及氨基酸利用率的影响发现,试猪采食快消化的糯米和慢消化的抗性淀粉日粮后蛋白质和氨基酸的消化率较低,而采食消化相对较慢的玉米和糙米日粮后蛋白质和氨基酸的消化率较高。本试验研究了日粮直/支链淀粉比对试鸡蛋白质和氨基酸消化的影响也发现,日粮蛋白质的消化率以直/支链淀粉比为 0.23 的处理 B 最高,而氨基酸的消化率除苏氨酸、蛋氨酸和赖氨酸略低于处理 A 外,其它各氨基酸也均以处理 B 最高,结果与前人研究基本一致。这就提示日粮直/支链淀粉比可能改变消化道中葡萄糖的供给状态,从而影响了饲料蛋白质和氨基酸在消化道代谢,使饲料蛋白质和氨基酸的消化和利用发生改变。

### 3.3 日粮直/支链淀粉比对肉仔鸡能量代谢的影响

传统认为植物性饲料中的淀粉是畜禽的重要能量来源,在动物体内能够被完全消化吸收,并提供畜禽能量需要量的近 50%<sup>[1]</sup>。但越来越多的研究表明,淀粉的来源和组成影响淀粉在动物体内的消化速度和葡萄糖在体内的供给及利用场所,进而影响能量的利用效率<sup>[5,8]</sup>。戴求仲<sup>[7]</sup>研究表明不同来源的淀粉改变了消化道中葡萄糖和氨基酸供给的同步程度,进而影响了日粮的氨基酸和能量的利用效率,以慢消化的淀粉取代快消化的淀粉有利于饲料能量效率的提高<sup>[5]</sup>。对于日粮淀粉中直链淀粉和支链淀粉的组成及比例是否影响日粮能量的利用效率目前还未见有相关研究报道。本试验结果显示,饲喂含直/支链淀粉比不同的日粮试鸡对能量的利用效率存在差异,直/支链淀粉比为 0.23 的日粮组能量利用效率较高,而直/支链淀粉比为 0.11 的日粮组最低,其原因何在?目前还不太清楚。但从李湘<sup>[12]</sup>前期血液分析的结果看,可能是由于日粮直/支链淀粉比的不同改变了被机体直接用于供能的葡萄糖数量所致。其结果发现试鸡采食直/支链淀粉比为 0.11 的日粮后,血液中血糖高峰和胰岛素分泌高峰出现较其他各组快、血液中乳酸含量增加,说明消化后的葡萄糖有相当一部分在肠道代谢转化为乳酸吸收,从而致使被机体直接用于供能的葡萄糖量减少,饲料供能效率降低;而采食直/支链淀粉比为 0.47 的日粮试验鸡的血糖高峰出现慢而且迟,表明淀粉在机体内消化慢,葡萄糖释放较集中于消化道后段。由于一方面消化道后段吸收葡萄糖的量有限,另一方面试验鸡消化道后段中存在大量微生物,其代谢必然将一部分淀粉转化为 VFA,这样被机体直接吸收的葡萄糖量较少,饲料供能效率也较低;试鸡采食直/支链淀粉比为 0.23、0.35 的日粮后血糖供应处

于一种稳衡状态,表明淀粉在消化道各段中消化释放葡萄糖的速度较均匀,因而有更多的葡萄糖被直接吸收利用,饲料供能效率较高。

## 4 结 论

① 日粮直/支链淀粉比显著影响 29~56 d 黄羽肉仔鸡饲料氨基酸消化率和能量代谢率,改变饲料中有效养分的摄入量,从而影响动物的生产性能。

② 采食直/支链淀粉比为 0.23 日粮的试鸡体重比显著高于其他直/支链淀粉比的试鸡,提示直/支链淀粉比 0.23 可能较适合 29~56 d 黄羽肉仔鸡的生长需要。

## 参考文献:

- [1] 印遇龙. 动物营养、保健与饲料添加剂国际学术研讨会论文集. 2002:8-17.
- [2] Weurding R E, Veldman A, Willem A, Veen G, van der Aar P J, Verstegen M W A. Starch digestion rate in the small intestine of broiler chickens differs among feedstuffs. *Journal of Nutrition*, 2001, 131: 2329-2335.
- [3] Weurding R E, Veldman A A, Willem G, Veen G, van der Aar P J, Verstegen M W A. In vitro starch digestion correlates well with rate and extent of starch digestion in broiler chickens. *Journal of Nutrition*, 2001, 131: 2336-2342.
- [4] Oates C G. Towards an understanding of starch granule structure and hydrolysis. *Trends Food Science Technology*, 1997, 8: 375-382.
- [5] Weurding R E. Kinetics of starch digestion and performance of broiler chickens. Ph. D. Thesis. Wageningen Agricultural University, The Netherlands, 2001: 65-71.
- [6] Van der Meulen J, Bakker J G M, Smiths B, de Visser H. Effects of source of starch on net portal flux of glucose, lactate, volatile fatty acids in pigs. *European Journal of Nutrition*, 1997, 78: 533-544.
- [7] 戴求仲. 日粮淀粉来源对生长猪氨基酸消化率、门静脉净吸收量和组成模式的影响. 博士学位论文. 雅安: 四川农业大学, 2005: 21-37.
- [8] 宾石玉. 日粮淀粉来源对断奶仔猪生产性能、小肠淀粉消化和内脏组织蛋白质合成的影响. 博士学位论文. 雅安: 四川农业大学, 2005: 20-57.
- [9] National Research Council. *Nutrient requirements of poultry*, 9<sup>th</sup>. Revised ed. National Academy Press, Washington, D. C. 1994.
- [10] 张丽英. 饲料分析与饲料质量检测技术. (第二版), 北京: 中国农业大学出版社, 2003: 45-79.

- [11] Fleming S E, Zambell K L, Fitch M D. Glucose and glutamine provide similar proportions of energy to mucosal cells of rat small intestine. *American Journal of Physiology*, 1997, 273: 968-978.
- [12] 李 湘. 日粮直/支淀粉比对黄羽肉鸡生长性能和养分利用率的影响. 硕士学位论文. 长沙: 湖南农业大学, 2007:12-21.

## Effects of Different Dietary Amylose/Amylopectin Ratios on Production Performance and Nutrient Availability of Yellow Broilers

DAI Qiu-zhong<sup>1</sup> LI Xiang<sup>2</sup> ZHANG Shi-rui JIANG Gui-tao<sup>1</sup> HU Yan<sup>1</sup> CHEN Fu-hua<sup>3</sup>

(1. Animal Nutrition and Feeding Department of Hunan Institute of Animal Science and Veterinary Medicine, Changsha 410131, China;

2. College of Animal Science and Technology of Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China;

3. Hunan Institute of feed chemical analysis and animal medicine inspection, Changsha 410001, China)

**Abstract:** A single factor design was adopted to investigate the effects of different dietary amylose/amylopectin ratios on the production performance and nutrient availability of yellow broilers. Three hundred and twenty 29-day-old female yellow broilers were randomly allocated to 4 groups with 5 replicates of 16 broilers. Four diets with dietary amylose/amylopectin ratios of 0.11, 0.23, 0.35 and 0.47 were available ad libitum. The experiment lasted for 28 days. The results showed that the dietary amylose/amylopectin ratio had effects on the production performance and nutrient availability of yellow broilers. The average daily feed intake of broilers fed on the diet with the amylose/amylopectin ratio of 0.11 was significantly higher than in other treatments ( $P < 0.05$ ), while the lowest feed/gain ratio was found in the treatment with the amylose/amylopectin ratio of 0.23 ( $P < 0.05$ ). Except Thr, Met and Lys, whose apparent and true digestibility were little lower in diet with the amylose/amylopectin ratio of 0.23 than 0.11, the apparent and true digestibility of other amino acids were the highest in diet with the amylose/amylopectin ratio of 0.23, followed by 0.11, 0.35 and 0.47. The metabolic energy value of the diet with the amylose/amylopectin ratio of 0.23 was also the highest in the 4 treatments, and the calculated AME, AMEn, TME and TMEn were 15.20, 14.70, 15.60 and 15.04 MJ/kg respectively, 7.80%, 2.70%, 6.37%; 7.14%, 3.45%, 7.30%; 7.22%, 3.31%, 6.78% and 6.21%, 3.65%, 7.28% higher than in diets with the amylose/amylopectin ratio of 0.11, 0.35 and 0.47 ( $P < 0.05$ ). [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2008, 20(3):249-255]

**Key words:** Dietary amylose/amylopectin ratio; Yellow broilers; Digestibility of amino acids; Energy metabolism; Production performance