

# DDGS 对肥育猪生长性能和血清生化指标的影响

吴 丹<sup>1,4</sup>, 贾连平<sup>2</sup>, 陈冠军<sup>3</sup>, 王修启<sup>4</sup>, 赵青余<sup>1</sup>, 张军民<sup>1</sup>

(1. 中国农业科学院 北京畜牧兽医研究所 动物营养学国家重点实验室, 北京 100193; 2. 吉林中粮生化能源销售有限公司, 吉春 长春 136100; 3. 荥阳市畜牧局, 河南 荥阳 450100; 4. 华南农业大学 动物科学学院, 广东 广州 510642)

**摘要:** 为研究玉米-豆粕型饲料中使用 DDGS 对肥育猪生长性能和血清生化指标的影响, 选择 120 头体重约 60 kg 的杜×长×大三元杂肥育猪随机分为 5 组, 对照组饲喂玉米-豆粕型基础饲料, 试验 I 组、II 组、III 组 DDGS 使用量分别 8%、16%、24%, 试验 IV 组添加 24% DDGS + 复合酶(添加量: 160 mg/kg), 进行为期 45 d 的饲养试验。结果表明, 与对照组比较, 各试验组平均日增重分别降低 7.44%、13.69%、28.04% 和 19.76%, 其中试验 II、III 和 IV 组差异显著 ( $P < 0.05$ ); 各试验组平均日采食量分别降低 3.53%、6.01%、15.90% 和 8.48%, 其中试验 III 和 IV 组差异显著 ( $P < 0.05$ ); 各试验组料重比分别提高 4.14%、8.88%、17.76% 和 13.61%, 其中试验 III 和 IV 组差异显著 ( $P < 0.05$ )。45 d 各组间血清总胆固醇、甘油三酯、血清磷、谷草转氨酶和谷丙转氨酶含量均无显著差异 ( $P > 0.05$ )。饲料中 DDGS 使用量为 8% 和 16% 对肥育猪生长性能无显著影响。

**关键词:** DDGS; 肥育猪; 生长性能; 血清生化指标

中图分类号: S828.01 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2010)增刊-0184-06

## Effects of Adding DDGS to the Diet of Finishing Pigs on Growth Performance and Serum Biochemical Indexes

WU Dan<sup>1,4</sup>, JIA Lian-ping<sup>2</sup>, CHEN Guan-jun<sup>3</sup>, WANG Xiu-qi<sup>4</sup>,  
ZHAO Qing-yu<sup>1</sup>, ZHANG Jun-min<sup>1</sup>

(1. State Key Laboratory of Animal Nutrition, Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 2. Jilin COFCO Bio-energy and Biochemical Sales Corporation Limited, Changchun 136100, China; 3. Animal Husbandry Bureau of Xingyang City, Xingyang 450100, China; 4. College of Animal Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

**Abstract:** In this study, the effects of DDGS (distillers dried grains with solubles) on growth performance and serum biochemical indexes were investigated to discuss in finishing pigs. One hundred and twenty Duroc × Landrace × Large white pigs with 60 kg body weight were randomly allotted into 5 groups. The control group was fed with corn-soybean meal basal diet, and test I, II and III were fed with the DDGS volume of 8%, 16%, 24%, test IV was fed with the DDGS volume of 24% + compound enzyme (amount: 160 mg/kg), the experiment lasted for 45 days period. The results showed that, compared with control group, the ADG of test I, test II, test III and IV were decreased by 7.44%, 13.69%, 28.04% and 19.76%, and there was a significant difference between the control group and test I, II and IV ( $P < 0.05$ ); The ADFI of test I, II, III and IV were decreased by 3.53%, 6.01%, 15.90% and 8.48%, and there was a significant difference between the control group and test III and IV ( $P < 0.05$ ); The F/G of test I, II, III and IV were increased by 4.14%, 8.88%, 17.76% and 13.61%, and there was a significant difference between the control group and test III and IV ( $P < 0.05$ ). On 45 d, the serum total cholesterol, triglycerides, phosphorus, AST and ALT concentration between each groups were no significant difference ( $P > 0.05$ ). The result suggested that there was no significant effect on growth performance when 8% or 16% DDGS was used in finishing pigs diet.

收稿日期: 2010-05-29

基金项目: 中粮集团资助项目

作者简介: 吴 丹(1985-), 女, 江西萍乡人, 在读硕士, 主要从事饲料资源开发与利用的研究。

通讯作者: 张军民(1972-), 男, 河南焦作人, 研究员, 硕士生导师, 主要从事饲料安全评价与畜产品质量安全研究。

**Key words:** DDGS; Finishing pigs; Growth performance; Serum biochemical indexes

DDGS( Distillers dried grains with solubles) 是以玉米为主要原料,经粉碎、蒸煮、糖化、发酵、蒸馏出酒精的酒精糟,再经分离、浓缩、干燥制得。发酵生产酒精过程中,淀粉转化成乙醇和二氧化碳,但蛋白质、脂肪、纤维等营养成分留在酒糟中,与玉米相比,DDGS 的粗蛋白、有效磷和 B 族维生素含量均较高。DDGS 作为工业燃料酒精的副产品,价格低廉,可降低饲料成本,减少饲养费用<sup>[1-3]</sup>。国外对 DDGS 肥育猪的营养价值评定及应用的研究报道较多<sup>[4-7]</sup>,而国内 DDGS 在肥育猪中的应用研究报道较少<sup>[8-9]</sup>。但因为生产原料和加工工艺的不同,我国 DDGS 与国外 DDGS 品质存在很大差异。我国 DDGS 多数为脱脂产品能值较低,且含有较高的粗纤维,蛋白质消化率低,各营养成分含量变异很大,限制了其在肥育猪中的充分应用。目前我国对

DDGS 在肥育猪中的应用的研究较少,也未确定肥育猪饲料中的适宜添加比例。本试验是利用 DDGS 部分替代玉米-豆粕型饲料中的玉米和豆粕,通过肥育猪饲养试验,比较研究饲料中添加不同水平的脱脂 DDGS 对肥育猪生长性能和血清生化指标的影响,以确定 DDGS 在肥育猪饲料中适宜的使用比例,为开发利用我国 DDGS 资源提供数据支持。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

DDGS 由中粮集团生化能源部提供(本试验用 DDGS 营养成分分析值见表 1),复合酶主要组分为木聚糖酶、酸性蛋白酶、内切淀粉酶、甘露聚糖酶、纤维素酶和果胶酶,市购。

表 1 DDGS 营养成分分析表

Tab.1 The nutritive composition and values of DDGS

%

项目 Items	含量 Contents	项目 Items	含量 Contents
总能/(MJ/kg) Gross energy	18.33	钙 Calcium	0.02
干物质 Dry matter	90.34	总磷 Total phosphorus	0.71
粗蛋白 Crude protein	30.62	非植酸磷 Non-phytate phosphorus	0.68
粗脂肪 Ether extract	3.07	赖氨酸 Lysine	0.64
酸性洗涤纤维 Acid detergent fibre	14.17	蛋氨酸 Methionine	0.66
中性洗涤纤维 Neutral detergent fiber	44.30	苏氨酸 Threonine	1.22

### 1.2 试验动物与试验设计

选取体重 60 kg 左右的三元杂交(杜×长×大)肥育猪 120 头,按体重一致原则随机分为 5 组,每组 3 个重复,每个重复 8 头猪(公母各半)。对照组饲喂玉米-豆粕型基础饲料,试验 I 组、II 组、III 组分别添加 8%、16%、24% 的 DDGS,试验 IV 组添加 24% DDGS + 复合酶(添加量:160 mg/kg)。

### 1.3 试验饲料

试验饲料参照 NRC(1998) 营养标准和《中国饲料成分及营养价值表(2007 年第 18 版)》进行配制。为评估试验用 DDGS 的最大经济效益,试验饲料均未添加外源油脂补充能量,通过调节蛋白原料含量,使各组饲料蛋白水平保持一致。试验饲料组成及营养水平见表 2。

### 1.4 饲养管理

试验于 2008 年 11 月 20 日至 2009 年 1 月 11 日在河南郑州三泰养殖场进行,预饲 7 d,正式试验期为 45 d。试验猪于封闭栏舍内水泥地面平养,自由采食和饮水,各栏环境一致,按猪场常规程序进行驱虫、消毒及免疫。

### 1.5 测定指标及方法

1.5.1 生长性能指标测定 分别于试验的 1、21 和 45 d 以重复为单位空腹称重,试验期准确记录各重复采食量。计算平均日增重、平均日采食量、料重比和单位增重饲料成本。

1.5.2 血清生化指标测定 各组分别于试验的 21 d 和 45 d 随机挑选健康试验猪 6 头(公母各半),前腔静脉采血 10 mL,在室温下倾斜放置,凝固后立即离心(3 000 r/min,15 min),制备血清后分装,置于 -20℃ 冰箱保存。血清样品使用日立全自动 7160 型自动生化分析仪检测,测定总蛋白、尿素氮、谷丙转氨酶、谷草转氨酶、总胆固醇、甘油三酯、血清钙和血清磷含量。

### 1.6 数据统计分析

数据采用 SPSS 16.0 软件中单因素方差分析(One-Way ANOVA)结合 Duncan 法进行多重比较检验处理间差异。所有指标以重复为单位统计,试验数据均采用平均值 ± 标准误( $\bar{x} \pm S.E.$ )表示, $P < 0.05$  为差异显著。

表 2 试验饲粮组成及营养水平  
Tab.2 Composition and nutrient levels of diets%

项目 Items	对照组 Control group	试验 I 组 Test I	试验 II 组 Test II	试验 III 组 Test III	试验 IV 组 Test IV
原料 Ingredients					
玉米 Corn grain	69.57	67.62	65.55	63.50	63.50
豆粕 Soybean meal	17.90	13.06	8.20	3.35	3.35
DDGS Distillers dried grains with solubles	0	8	16	24	24
麦麸 Wheat bran	8.53	7.32	6.25	5.15	5.15
磷酸氢钙 CaHPO <sub>4</sub>	0.48	0.43	0.40	0.35	0.35
石粉 Limestone	0.98	1.05	1.09	1.15	1.15
赖氨酸 Lysin · HCl	0.25	0.38	0.51	0.63	0.63
蛋氨酸 Methionine	0.01	0.01	—	—	—
苏氨酸 Threonine	0.09	0.13	0.16	0.19	0.19
食盐 Salt	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
沸石粉 Limestone	0.89	0.70	0.54	0.38	0.38
1% 预混料 1% Premix	1	1	1	1	1
合计 Total	100	100	100	100	100
单价(元/kg) Price	2.10	2.02	1.92	1.83	1.85
营养水平 Nutrient composition					
消化能(MJ/kg) Digestive energy	13.28	13.23	13.18	13.13	13.13
粗蛋白 Crude protein	15.30	15.30	15.30	15.30	15.30
钙 Calcium	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
总磷 Total phosphorus	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
非植酸磷 Non-phytate phosphorus	0.22	0.23	0.25	0.26	0.26
赖氨酸 Lysine	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
蛋氨酸 Methionine	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
苏氨酸 Threonine	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56

注: 预混料向每千克全价料中提供: 维生素 A 600 KIU 维生素 D 120 KIU 维生素 E 1 250 mg 维生素 B<sub>12</sub> 1 mg 泛酸钙 300 mg 烟酰胺 320 mg, 氯化胆碱 50 g, Mn 1.30 g, Zn 8.6 g, Fe 8 g, Cu 1.8 g, Se 22 mg, I 29 mg。

Note: Premix provided per kilogram of complete diet: vitamin A 600 KIU, vitamin D 120 KIU, vitamin E 1 250 mg, vitamin B<sub>12</sub> 1 mg, pantothenic acid 300 mg, nicotinamide 320 mg, choline chloride 50 g, Mn 1.30 g, Zn 8.6 g, Fe 8 g, Cu 1.8 g, Se 22 mg, I 29 mg。

## 2 结果与分析

### 2.1 DDGS 对肥育猪生长性能的影响

DDGS 对肥育猪生长性能的影响,见表 3。1 ~ 21 d,与对照组比较,试验 I 组 ADG 降低 12.36% ( $P>0.05$ ),试验 II 组、III 组和 IV 组 ADG 分别降低 18.65%、34.16% 和 24.94% ( $P<0.05$ );试验 I 组、II 组、III 组和 IV 组 ADFI 分别降低 2.62%、5.24%、11.61% 和 7.49%,其中试验 III 组差异显著 ( $P<0.05$ );试验 I 组、II 组、III 组和 IV 组 F/G 分别提高 10.69%、17.30%、36.79% 和 22.96%,其中试验 III 组差异显著 ( $P<0.05$ )。各组间单位增重饲料成本比较差异不显著 ( $P>0.05$ )。从试验 III 组和 IV 组的生长性能数据可以表明,饲粮中 DDGS 使用量为 24% 时,添加复合酶对肥育猪生长性能有改善趋势,ADG 提高 13.99%、ADFI 提高 4.66% 和 F/G 降低 10.11%,但均差异不显著 ( $P>0.05$ )。

1 ~ 45 d,与对照组比较,试验 I 组和 II 组 ADG 分别降低 7.44% 和 13.69% ( $P>0.05$ ),试验 III 组、IV 组 ADG 分别降低 28.04% 和 19.76% ( $P<0.05$ );试验 I 组、II 组 ADFI 分别降低 3.53% 和 6.01% ( $P>0.05$ ),试验 III 组、IV 组 ADFI 分别降低 15.90% 和 8.48% ( $P<0.05$ );试验 I 组、II 组 F/G 分别提高 4.14% 和 8.88% ( $P>0.05$ ),试验 III 组、IV 组 F/G 分别提高 17.76% 和 13.61% ( $P<0.05$ )。各组间单位增重饲料成本比较无显著差异 ( $P>0.05$ )。从试验 III 组和 IV 组的生长性能数据可以表明,饲粮中使用 24% DDGS,添加复合酶对肥育猪 ADG、ADFI 和 F/G 均有改善趋势(分别为 11.50%、8.82% 和 3.52%),但差异不显著 ( $P>0.05$ )。回归分析表明,平均日增重(g)与饲粮 DDGS 水平(%)呈二次曲线关系( $y=834.987-4.043x-0.226x^2$ ,  $R^2=0.726$ ,  $P<0.05$ ),平均日采食量和料重比也均与饲粮 DDGS 水平呈二次曲线关系。

表 3 DDGS 对肥育猪生长性能的影响

Tab.3 Effect of DDGS on growth performance of finishing pigs

项目 Items	对照组 Control group	试验 I 组 Test I	试验 II 组 Test II	试验 III 组 Test III	试验 IV 组 Test IV
1 ~21 d 平均日增重/g ADG	842. 80 ± 31. 52a	738. 64 ± 22. 96ab	685. 61 ± 54. 13bc	554. 92 ± 68. 37c	632. 58 ± 27. 51bc
平均日采食量/kg ADFI	2. 67 ± 0. 04a	2. 60 ± 0. 03a	2. 53 ± 0. 06ab	2. 36 ± 0. 10b	2. 47 ± 0. 06ab
料重比 F/G	3. 18 ± 0. 09b	3. 52 ± 0. 07b	3. 73 ± 0. 21ab	4. 35 ± 0. 43a	3. 91 ± 0. 08ab
单位增重饲料成本/( 元/kg) Feed cost	6. 67 ± 0. 18	7. 11 ± 0. 14	7. 16 ± 0. 41	7. 96 ± 0. 79	7. 24 ± 0. 14
1 ~45 d 平均日增重/g ADG	838. 89 ± 26. 50a	776. 46 ± 37. 65ab	724. 07 ± 23. 04ab	603. 70 ± 52. 71c	673. 15 ± 31. 64bc
平均日采食量/kg ADFI	2. 83 ± 0. 08a	2. 73 ± 0. 05ab	2. 66 ± 0. 02ab	2. 38 ± 0. 09c	2. 59 ± 0. 10bc
料重比 F/G	3. 38 ± 0. 02c	3. 52 ± 0. 11bc	3. 68 ± 0. 09abc	3. 98 ± 0. 21a	3. 84 ± 0. 04ab
单位增重饲料成本/( 元/kg) Feed cost	7. 10 ± 0. 05	7. 11 ± 0. 23	7. 06 ± 0. 18	7. 29 ± 0. 38	7. 11 ± 0. 08

注: 同一行不同字母 表示差异显著(  $P < 0. 05$  ) 。下同。  
Note: Values with different letters in the same row indicate significant statistical differences(  $P < 0. 05$  ) . The same as below.

2.2 DDGS 对肥育猪血液生化指标的影响

21 d 与对照组比较 ,试验 I 组血清谷丙转氨酶活性降低 12. 68% (  $P > 0. 05$  ) ,试验 II 组、III 组和 IV 组血清谷丙转氨酶活性分别降低 31. 81% ,26. 24% 和 34. 27% (  $P < 0. 05$  ) ;试验 II 组血清谷草转氨酶活性降低 32. 10% (  $P < 0. 05$  ) 。随饲料中 DDGS 使用量的增加 ,各试验组血清钙和血清磷含量均出现不同程度的降低。与对照组比较 ,试验 I 组、II 组、III 组和 IV 组血清钙含量分别降低 1. 24% ,16. 60% , 12. 45% 和 12. 45% ,其中试验 II 组出现显著性差异

(  $P < 0. 05$  ) ;试验 I 组、II 组、III 组和 IV 组血清磷含量分别降低 9. 58% ,10. 78% ,13. 47% 和 16. 17% (  $P < 0. 05$  ) 。血清总蛋白、尿素氮、总胆固醇和甘油三酯含量各组间均无显著性差异(  $P > 0. 05$  ) 。45 d 与对照组比较 ,试验 III 组和 IV 组血清尿素氮含量分别降低 27. 03% 和 22. 25% (  $P < 0. 05$  ) ;试验 II 组和 IV 组血清谷草转氨酶活性分别降低 16. 29% 和 16. 61% (  $P < 0. 05$  ) 。血清总蛋白、谷丙转氨酶、总胆固醇、甘油三酯、血清钙和磷含量各组间均无显著性差异(  $P > 0. 05$  ) 。详见表 4。

表 4 DDGS 对肥育猪血清生化指标的影响

Tab.4 Effect of DDGS on serum biochemical indexes of finishing pigs

项目 Items	对照组 Control group	试验 I 组 Test I	试验 II 组 Test II	试验 III 组 Test III	试验 IV 组 Test IV
21 d 总蛋白/( g/L) TP	59. 86 ± 4. 01	60. 27 ± 4. 30	46. 93 ± 5. 04	48. 87 ± 4. 59	49. 94 ± 3. 76
尿素氮/( mmol/L) BUN	4. 34 ± 0. 47	4. 43 ± 0. 30	4. 49 ± 0. 38	4. 21 ± 0. 44	4. 13 ± 0. 21
谷丙转氨酶/( U/L) ALT	31. 78 ± 2. 60a	27. 75 ± 2. 12ab	21. 67 ± 2. 82b	23. 44 ± 2. 39b	20. 89 ± 1. 73b
谷草转氨酶/( U/L) AST	62. 50 ± 2. 14a	61. 78 ± 3. 70a	42. 44 ± 5. 15b	56. 78 ± 4. 57a	57. 78 ± 4. 97a
总胆固醇/( mmol/L) TC	1. 84 ± 0. 18	1. 91 ± 0. 19	1. 49 ± 0. 15	1. 73 ± 0. 15	1. 61 ± 0. 09
甘油三酯/( mmol/L) TG	0. 31 ± 0. 04	0. 36 ± 0. 05	0. 32 ± 0. 03	0. 31 ± 0. 05	0. 34 ± 0. 04
血清钙/( mmol/L) Ca	2. 41 ± 0. 13a	2. 38 ± 0. 13a	2. 01 ± 0. 13b	2. 11 ± 0. 12ab	2. 11 ± 0. 08ab
血清磷/( mmol/L) P	3. 34 ± 0. 13a	3. 02 ± 0. 12b	2. 98 ± 0. 06b	2. 89 ± 0. 08b	2. 80 ± 0. 07b
45 d 总蛋白/( g/L) TP	61. 09 ± 2. 92	65. 87 ± 4. 29	57. 51 ± 3. 22	62. 11 ± 2. 84	58. 60 ± 5. 72
尿素氮/( mmol/L) BUN	4. 81 ± 0. 23a	4. 44 ± 0. 28ab	4. 39 ± 0. 39ab	3. 51 ± 0. 32c	3. 74 ± 0. 17bc
谷丙转氨酶/( U/L) ALT	31. 33 ± 2. 20	32. 00 ± 2. 33	27. 78 ± 2. 62	30. 56 ± 2. 91	29. 71 ± 2. 69
谷草转氨酶/( U/L) AST	68. 22 ± 2. 76ab	66. 00 ± 3. 49ab	57. 11 ± 3. 88b	70. 56 ± 5. 33a	56. 89 ± 4. 68b
总胆固醇/( mmol/L) TC	1. 84 ± 0. 12	2. 02 ± 0. 17	1. 93 ± 0. 18	1. 92 ± 0. 18	2. 17 ± 0. 24
甘油三酯/( mmol/L) TG	0. 27 ± 0. 03	0. 23 ± 0. 04	0. 33 ± 0. 05	0. 28 ± 0. 03	0. 33 ± 0. 04
血清钙/( mmol/L) Ca	2. 34 ± 0. 11	2. 57 ± 0. 09	2. 26 ± 0. 07	2. 37 ± 0. 06	2. 34 ± 0. 19
血清磷/( mmol/L) P	2. 86 ± 0. 11	2. 99 ± 0. 12	3. 00 ± 0. 07	2. 91 ± 0. 09	2. 95 ± 0. 16

3 讨论

3.1 DDGS 对肥育猪生长性能的影响

本试验结果表明 ,当饲料中 DDGS 使用水平为 8% 和 16% 时 ,对肥育猪生长性能指标无显著的负影响。但当 DDGS 使用量为 24% 时显著降低肥育猪生长性能。Hastad 等<sup>[10]</sup> 对肥育猪玉米 - 豆粕型饲料中使用 30% DDGS 进行研究 ,结果表明 ,使用 30% DDGS 的试验组猪只平均日采食量均显著低于

玉米 - 豆粕型基础饲料。国外的研究人员建议 DDGS 在肥育猪饲料中的推荐使用量应不高于 20% 。Linneen 等<sup>[11]</sup> 通过三个在商品生产条件下对生长肥育猪饲料中添加 DDGS 和油脂的试验得出 ,生长肥育猪饲料中 DDGS 使用量在 10% ~ 15% 内不影响猪只生长速度。李玫等<sup>[8]</sup> 研究表明 ,肥育猪饲料中 DDGS 使用量达 15% 时 ,饲喂效果显著低于 5% 和 10% DDGS 组。本试验中所用 DDGS 为脱脂 DDGS ,粗脂肪含量仅为 3. 07% ,为评估试验用

DDGS 的最大饲用价值,各组饲粮均未添加外源油脂补充能量。随饲粮 DDGS 使用水平的提高,能量供应不足可能与肥育猪生长性能降低有关。与玉米一样,DDGS 蛋白质量较差(低赖氨酸含量、氨基酸平衡)。张宏福等<sup>[12]</sup>通过猪对 DDGS 中氨基酸的利用率研究发现,DDGS 的赖氨酸回肠表观消化利用率较低,仅为 46%,而赖氨酸为猪的第一限制性氨基酸。Whitney 等<sup>[13]</sup>研究发现,若以总氨基酸为基础配制饲粮,当饲粮中 DDGS 使用量大于 20% 时,会对采食量和生长产生负作用。DDGS 中粗纤维含量较高,郭亮等<sup>[14]</sup>对 4 种 DDGS 进行评定,中性洗涤纤维含量为 40.1%~53.4%、酸性洗涤纤维含量为 11.5%~38.7%、酸性洗涤木质素含量为 2.25%~9.94%。粗纤维含量较高的 DDGS 会影响饲料的适口性,降低营养物质的消化率,从而对猪的生产性能造成负面影响<sup>[15-16]</sup>。郭存福等<sup>[17]</sup>综述中阐述,刚出厂的 DDGS 添加至猪饲料中,使用量为 5%~6% 时会导致饲料适口性下降。Jacela 等<sup>[18]</sup>报道,当饲粮中 DDGS 超过 20% 时,不良适口性可能会引起采食量下降。本试验结果中,随着饲粮中 DDGS 添加量的增加,平均日采食量呈降低趋势,与早前评价 DDGS 的研究结果一致。

复合酶的配套使用可以一定程度上提高 DDGS 饲粮的消化率,改善动物机体对饲料养分的吸收及转化。本试验研究表明,配合使用复合酶在一定程度上有降低高剂量 DDGS 对肥育猪生长性能负影响的作用。24% DDGS + 复合酶组的平均日增重、平均日采食量和料重比与 24% DDGS 组比较均有改善趋势。鲍淑青等<sup>[19]</sup>通过复合酶对 DDGS 的粗蛋白、能量和干物质利用率研究表明,添加外源酶制剂能够补充内源酶的不足,消除部分抗营养消化吸收的物质,提高饲料养分的利用率。冯艳艳<sup>[20]</sup>对高 DDGS 肉仔鸡日粮中添加特威宝 SSF 对生产性能的影响研究中表明,DDGS 使用水平越高(30%)、特威宝 SSF 的改善效果越明显( $P < 0.05$ )。因此,可以推断复合酶对提高 DDGS 的消化利用率有一定的提高,而针对 DDGS 和肥育猪的特点,筛选出配套的商品复合酶有较大的研究前景。

### 3.2 DDGS 对肥育猪血液生化指标的影响

饲粮中添加 DDGS 对肥育猪血液生化指标的影响报道不多。本试验中饲粮 DDGS 的不同使用量对血清蛋白质及氨基酸相关代谢指标如血清总蛋白含量、谷丙转氨酶活性和谷草转氨酶活性的影响均无趋势性变化,仅个别组出现偏高或者偏低现象。45 d 血清尿素氮含量随饲粮中 DDGS 的使用量增加呈

下降趋势,氨基酸平衡良好时血清尿素氮浓度降低说明体内蛋白质合成作用加强。本试验中各试验组的转氨酶活性相比对照组无规律性变化趋势,但各项指标均在正常范围内<sup>[21]</sup>,说明 DDGS 的使用对蛋白质及氨基酸的代谢无不良影响,对肝脏无明显的毒害作用。脂肪代谢相关指标总胆固醇和甘油三酯含量,各组间无显著性差异( $P > 0.05$ ),可以得出饲粮中 DDGS 的使用对肥育猪脂肪代谢无显著影响。血清钙和血清磷的含量个别组之间虽存在一定差异,但均在正常范围内,说明不同添加量的 DDGS 对钙和磷的吸收无较大影响。

## 4 结论

在育肥猪饲粮中使用 8%~16% DDGS 对生长性能无显著影响,在不添加复合酶的情况下,DDGS 使用量达到 24% 时会显著降低肥育猪生长性能,在高水平 DDGS 饲粮(24% DDGS)中添加复合酶对肥育猪生长性能有改善趋势。

### 参考文献:

- [1] 张遵伦,高协军,周会斌,等.酒精糟及其残渣干燥物在畜禽生产中的应用[J].兽药与饲料添加剂,2007,12(1):18-19.
- [2] 朱晨.DDGS 及其生产工艺[J].中国家禽,2007,29(10):42.
- [3] 王继强,龙强,李爱琴,等.玉米酒精糟的营养价值及在水产饲料中的应用[J].饲料研究,2009,2:13-15.
- [4] Cook D,Paton N,Gibson M. Effect of dietary level of distillers dried grains with solubles(DDGS) on growth performance,mortality,and carcass characteristics of grow-finish barrows and gilts[J]. Journal of Animal Science,2005,83(1):335.
- [5] DeDecker J M,Ellis M,Wolter B F *et al.* Effects of dietary level of distiller dried grains with solubles and fat on the growth performance of growing pigs[J]. Journal of Animal Science,2005,83(2):79.
- [6] Xu G,Baidoo S K,Johnston L J *et al.* Effects of adding increasing levels of corn dried distillers grains with solubles(DDGS) to corn-soybean meal diets on growth performance and pork quality of growing-finishing pigs[J]. Journal of Animal Science,2007a,85(2):76.
- [7] Jenkin S,Carter S,Bundy J *et al.* Determination of P-bio-availability in corn and sorghum distillers dried grains with solubles for growing pigs[J]. Journal of Animal Science,2007,85(2):113.
- [8] 李玫,王树德,高振川,等.干酒糟饲料(DDGS)饲喂瘦肉猪试验效果[J].国外畜牧学:饲料,1992,5:9-13.

- [9] 杨连玉,秦贵信. 干玉米酒精糟对不同畜禽的营养价值和饲喂效果[J]. 饲料工业 2003 24(2): 16-18.
- [10] Hastad C W ,Nelssen J L ,Goodband R D *et al.* Adding dried distillers grains to swine diets affects feed preference[J]. Journal of Swine Research 2005: 149-159.
- [11] Linneen S K ,DeRouchey J M ,Dritz S S *et al.* Effects of dried distillers grains with solubles on growing and finishing pig performance in a commercial environment [J]. Journal of Animal Science 2008 86: 1579-1587.
- [12] 张宏福,李 玫,贺 倩. DDG、DDGS 饲料氨基酸消化率(猪)的评定[J]. 饲料工业,1994,15(1): 42-46.
- [13] Whitney M H ,Shurson G C ,Johnston L J *et al.* Growth performance and carcass characteristics of grower-finisher pigs fed high-quality corn distillers dried grain with solubles originating from a modern Midwestern ethanol plant[J]. Journal of Animal Science 2006 84: 3356-3363.
- [14] 郭 亮,郭 浩,李学武. 玉米干酒糟及其可溶物(DDGS)营养价值评定和评定技术的研究[J]. 中国畜牧兽医 2005 32(1): 17-19.
- [15] Stein H H. Distillers dried grains with soluble(DDGS) in diets fed to swine[J]. Journal of Swine Focus 2007 1: 1-8.
- [16] 李根来,姚 文. 玉米酒精糟的营养价值及其对生长肥育猪肉品质的影响[J]. 中国畜牧兽医 2010 37(1): 17-21.
- [17] 郭存福,江 南. DDGS 的营养价值及限制因素[J]. 中国家禽 2007 29(10): 43-44.
- [18] Jacela J Y ,DeRouchey J M ,Dritz S S *et al.* Effect of de-oiled corn dried distillers grains with solubles on growth performance, carcass characteristics, and carcass fat quality of growing and finishing pigs [J]. Journal of Swine Day 2008: 131-139.
- [19] 鲍淑青,王 敏,史宝军. 复合酶对新型饲料原料 DDGS 粗蛋白、能量和干物质利用率的影响[J]. 饲料工业 2008 29(10): 15-16.
- [20] 冯艳艳. 可溶物酒精糟日粮中添加微生物酶制剂对肉仔鸡生长性能及相关指标的影响[D]. 哈尔滨: 东北农业大学 2008.
- [21] 卢宗潘. 家畜及实验动物生理生化参数[M]. 北京: 农业出版社,1983: 356.