

我国不同来源 DDGS 鸡代谢能的研究

李秋菊^{1,2}, 邓立康³, 李超^{1,2}, 张军民¹, 赵青余¹, 王志祥²

(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. 河南农业大学 牧医工程学院, 河南 郑州 450002; 3. 中粮生化能源事业部研发部, 北京 100020)

摘要: 本试验研究了不同来源 DDGS 的鸡代谢能, 为 DDGS 鸡营养价值评定提供依据。试验选用 45 只 (2.6 ± 0.2) kg 的健康成年海兰褐蛋种公鸡, 采用 2×9 不完全拉丁方设计, 随机分为 9 组, 进行 2 期代谢试验, 每组 5 个重复, 每个重复 1 只鸡, 用绝食法测定了我国 8 个不同来源 DDGS (A~H) 的代谢能。结果表明: DDGS 的鸡 AME 范围为 $8.06 \sim 11.03$ MJ/kg, DDGS 的总能、粗蛋白、粗脂肪和鸡干物质表观消化率与鸡 TME 呈高度相关。试验表明, 同一厂家不同批次 DDGS 的鸡能量利用率变异性小于不同来源的 DDGS; 可通过测定 DDGS 的粗蛋白和粗脂肪含量初步估测其鸡 TME。

关键词: DDGS; 代谢能; 粗蛋白; 粗脂肪

中图分类号: S831 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2010) 增刊-0175-04

Study on Energy of Poultry in DDGS for Adult Roosters

LI Qiu-ju^{1,2}, DENG Li-kang³, LI Chao^{1,2}, ZHANG Jun-min¹,
ZHAO Qing-yu¹, WANG Zhi-xiang²

(1. State Key Laboratory of Animal Nutrition, Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 2. College of Animal Science and Veterinary Medicine, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 3. Chinese Cereals Oils and Foodstuffs Group, Beijing 100020, China)

Abstract: The effect of metabolizable of Roosters in DDGS from Different Sources to provides the basis of nutritional value of poultry on DDGS. 45 Hyline brown adult roosters, average body weight (2.6 ± 0.2) kg, were randomly allocated into 9 groups with 5 replicates per treatment in this experiment. A 2×9 Youden Square design was carried out for two periods metabolism experiment to determine the ME of 8 DDGS from different sources in China by starvation method. Results as follow: the range of the 8 DDGS AME is $8.06 \sim 11.03$ MJ/kg. The apparent digestibility of GE, CP, EE and dry matter digestibility are in high correlation with TME. The results indicate that the variation of DDGS energy on Roosters in a plant but different batches is lower than different plants. The DDGS TME on Roosters can be estimated by determining their CP and EE.

Key words: DDGS; Metabolizable energy; CP; EE

21 世纪以来, 随着全球石油资源的紧缺, 乙醇业特别是燃料乙醇业的发展带来的副产品 DDGS (Distillers dried grains with solubles, 含可溶物的谷物干酒精糟) 的产量也随之增多。我国 DDGS 的生产原料并不统一, 实际生产中 DDGS 的营养价值存在较大差异。代谢能值是表示饲料营养价值的一个最重要指标, 其测定方法以 Sibbald^[1] 提出的强饲法因其简便、快速、投料准确、结果重演性好等优点, 可

适用于单一饲料和配合饲料^[2], 是目前使用最广泛的方法。目前, 国外学者已对 DDGS 的能量利用价值方面做了大量研究^[3-5], 我国在这方面的研究报道有限^[6,7], 生产中借鉴的也大多是国外研究数据。本试验采用 Sibbald^[1] 提出的绝食强饲法测定 DDGS 的代谢能, 研究不同来源 DDGS 的 AME (Apparent metabolizable energy, AME) 和 TME (True metabolizable energy, TME), 并寻求快速评价 DDGS 营养价值的方法,

收稿日期: 2010-05-21

基金项目: 中粮集团资助项目 (ZL008)

作者简介: 李秋菊 (1982-), 女, 河南鄢陵人, 硕士, 主要从事饲料资源开发与利用研究。

通讯作者: 张军民 (1972-), 男, 河南焦作人, 研究员, 硕士生导师, 主要从事单胃动物营养与饲料科学研究。

为科学、合理利用我国 DDGS 资源提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 DDGS 样品来源

8 个 DDGS 样品分别来自我国大中型酒精厂(表 1) 其中 A、B、C、D 为同一厂家 4 个批次的样品。

表 1 DDGS 样品来源

Tab. 1 The sampling source of DDGS

样品编号 Sample number	生产原料 Production raw material	产地 Production area	主产品 Main product
A	70% 玉米 + 30% 糙米	黑龙江	燃料乙醇
B	70% 玉米 + 30% 糙米	黑龙江	燃料乙醇
C	玉米	黑龙江	燃料乙醇
D	玉米	黑龙江	燃料乙醇
E	玉米	内蒙古	食用酒精
F	玉米	安徽	燃料乙醇
G	玉米	吉林	燃料乙醇
H	玉米	吉林	燃料乙醇

1.2 试验动物与设计

选用(2.6 ± 0.2) kg 的健康成年海兰褐蛋种公鸡 45 只(正式开始时鸡龄 375 d),采用 2 × 9 不完全拉丁方设计,随机分为 9 组,进行 2 期试验,每组 5 个重复,每个重复 1 只鸡。试验鸡来自北京市大兴区种鸡场。

1.3 试验日粮及处理

饲喂日粮处理见表 2。

1.4 排泄物收集瓶缝合手术

排泄物收集瓶缝合手术参照霍启光主编《饲料生

物学评定技术》^[8]。手术后适应 10 d 进行代谢试验。

1.5 饲养管理

试验用鸡饲养于有窗鸡舍内,双层单笼饲养。每日光照时间为 16 h(6:00 ~ 22:00)。鸡舍温度为 15 ~ 25℃。在 3 d 预试期和两期试验间的恢复期饲喂生长蛋鸡全价配合饲料,自由饮水。

1.6 试验方法

试验分两期进行,采用强饲法^[1]。每期测试程序^[8]:①预试期:3 d。②禁食排空期:2 d。③强饲期:8 个 DDGS 组强饲 50 g,绝食组继续禁食。④粪尿排泄物收集期:每 12 h 收集一次粪尿排泄物,持续 48 h;按每 100 g 鲜粪加 10% 硫酸 20 mL,立即将其保存于 -10℃ 冰柜。收集 48 h 后,在 65℃ 下烘干至恒重,室温下回潮 24 h,记录每个重复的风干排泄物重,粉碎,混合均匀,装瓶封存,以备分析。

1.7 测定指标

1.7.1 饲料的常规营养成分含量 水分采用 GB/T 6435-2006;粗蛋白采用 GB/T 6432-1994;粗脂肪采用 GB/T 6433-2006;中性洗涤纤维(NDF)采用 GB/T 20806-2006;酸性洗涤纤维(ADF)的测定参照《饲料分析及饲料质量检测技术》^[9]。

1.7.2 粪尿排泄物的干物质含量 水分采用 GB/T 6435-2006。

1.7.3 饲料和粪尿排泄物的总能 由中国农业科学院北京畜牧兽医研究所分析中心使用 WZR-4T-B 型长沙奔特微电脑自动热量计测定。

表 2 试鸡的日粮处理

Tab. 2 Diets of the adult roosters

		试验日粮 Experimental diet								
		G ₁	G ₂	G ₃	G ₄	G ₅	G ₆	G ₇	G ₈	G ₉
试验期号	1	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉
Period number	2	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	D ₁

注: G₁ ~ G₉ 为 9 个试验组号, D₁ ~ D₈ 依次对应为 A ~ H 8 个 DDGS 日粮, D₉ 为绝食组, 不饲喂任何日粮。

Note: G₁ ~ G₉ is the nine experimental numbers, D₁ ~ D₈ is A ~ H DDGS number, D₉ is fasted group, no diet provided.

1.8 数据计算

以重复为单位计算 DDGS 的鸡 AME、TME、干物质表观消化率(Dry matter digestibility, 干物质表观消化率)、能量的表观利用率和真利用率^[8]。

1.9 统计分析

试验数据以平均值 ± 标准差表示,采用 SAS 8.0 统计软件 STAR 模块中的 ANOVA 进程进行方差分析和 Duncan 显著性检验。

2 结果与分析

2.1 DDGS 的鸡代谢能和干物质表观消化率

8 种不同来源 DDGS 的鸡代谢能和干物质表观消化率见表 3, A ~ H 的鸡 AME、TME 和干物质表

观消化率平均值分别为(9.17 ± 1.10) MJ/kg、(10.88 ± 1.10) MJ/kg 和 30.82% ± 1.99%。G 的 AME 和 TME 显著高于其他 7 组 DDGS 日粮(P < 0.05), A、B、C、D 的 AME 和 TME 显著低于其他 4 组 DDGS 日粮(E、F、G 和 H)(P < 0.05), E、F、G 间差异显著(P < 0.05)。A 与 B, C 与 D 间差异不显著(P > 0.05)。E 和 G 的干物质表观消化率显著高于其他 6 组 DDGS 日粮(P < 0.05)。

2.2 DDGS 的能量利用率

8 种不同来源 DDGS 的能量利用率见表 4, A ~ H 的表观能量利用率和真能量利用率范围分别为 44.30% ~ 55.57% 和 53.66% ~ 64.16%。G 的表观能量利用率和真能量利用率显著高于其他 7 组

($P < 0.05$) ,C 显著低于 A、E、F、G、H ($P < 0.05$) , A、C、E、G 间差异显著 ($P < 0.05$) ,A 与 B ,C 与 D 间差异不显著 ($P > 0.05$) 。

表 3 不同来源 DDGS 的鸡代谢能和干物质表观消化率

Tab.3 The rooster ME and dry matter digestibility of DDGS from different sources

	表观代谢能 /(MJ/kg) AME	真代谢能 /(MJ/kg) TME	干物质表观 消化率/% Dry matter digestibility
A	8.54 ±0.22a	10.24 ±0.22a	30.75 ±1.42a
B	8.42 ±0.37ab	10.12 ±0.37ab	29.68 ±1.14ab
C	8.06 ±0.44b	9.76 ±0.44b	28.77 ±1.18ab
D	8.34 ±0.64ab	10.05 ±0.64ab	28.25 ±3.94b
E	10.41 ±0.47c	12.12 ±0.48c	34.69 ±1.69c
F	9.26 ±0.58d	10.96 ±0.58d	29.84 ±2.82ab
G	11.03 ±0.31e	12.73 ±0.31e	35.25 ±1.83c
H	8.96 ±0.19d	10.66 ±0.19d	29.43 ±1.92ab
平均值 Average	9.17 ±1.10	10.88 ±1.10	30.82 ±1.99

注：同列数据不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$) ,含相同字母表示差异不显著 ($P > 0.05$) 。下同。

Note: Means followed by a different letter within the same column are different ($P < 0.05$) , means followed by a same letter within the same column aren't different ($P > 0.05$) . The same follow.

2.3 DDGS 的营养成分、鸡 干物质表观消化率与鸡 TME 的相关性

8 个 DDGS 的常规营养成分见表 5 ,且由表 6 可以看出 ,DDGS 的总能、粗蛋白、粗脂肪含量及鸡 干物

质表观消化率与鸡 TME 有很强的线性相关性 ,回归方程分别为： $y_1 = 620.16x_1 + 12.096$ ($R^2 = 0.9166$; $x_1 =$ 总能 J/g ; $y_1 =$ 鸡 TME ,MJ/kg) ; $y_2 = -0.4382x_2 + 23.184$ ($R^2 = -0.8257$; $x_2 =$ 粗蛋白 % ; $y_2 =$ 鸡 TME ,MJ/kg) ; $y_3 = 0.1941x_3 + 9.3782$ ($R^2 = 0.7465$; $x_3 =$ 粗脂肪 % ; $y_3 =$ 鸡 TME ,MJ/kg) ; $y_4 = 0.3745x_4 - 0.7162$ ($R^2 = -0.878$; $x_4 =$ 干物质表观消化率 % ; $y_4 =$ 鸡 TME ,MJ/kg) 。DDGS 的 NDF 和 ADF 含量与鸡 TME 呈中等程度负相关 , R^2 分别为 -0.6934 和 -0.6148 。

表 4 不同来源 DDGS 的能量利用率

Tab.4 Rooster Energy utilization ratio of DDGS from different sources

	表观能量利用率/% Apparent energy efficiency	真能量利用率/% True energy efficiency
A	46.85 ±1.22a	56.20 ±1.22a
B	46.14 ±2.02ab	55.48 ±2.03ab
C	44.30 ±2.40b	53.66 ±2.40b
D	45.52 ±3.48ab	54.82 ±3.48ab
E	53.00 ±2.41c	61.67 ±2.41c
F	47.89 ±3.00a	56.71 ±3.00a
G	55.57 ±1.54d	64.16 ±1.54d
H	47.93 ±1.04a	57.05 ±1.04a
平均值 Average	48.55 ±4.31	57.60 ±4.07

表 5 DDGS 的常规营养成分

Tab.5 Analysis of DDGS from different ethanol plants

样品编号 Sample number	总能 /(J/g) GE	干物质/% DM	粗蛋白/% CP	粗脂肪/% EE	粗灰分/% Ash	NDF /%	ADF /%	钙/% Ca	总磷/% P	非植酸磷/% NPP
A	18 227.36	91.69	28.26	5.71	7.12	48.73	15.35	0.07	0.83	0.68
B	18 248.34	91.87	28.61	4.90	6.95	50.87	18.87	0.07	0.82	0.72
C	18 194.22	90.86	30.33	3.33	4.90	48.54	15.60	0.05	0.76	0.75
D	18 328.53	90.34	30.62	3.07	4.05	44.30	14.17	0.02	0.71	0.68
E	19 647.67	90.42	25.32	14.12	3.99	32.89	8.02	0.05	0.56	0.55
F	19 325.49	95.65	29.62	3.88	7.09	45.93	14.35	0.05	0.66	0.65
G	19 846.88	92.81	24.57	13.90	6.74	30.14	8.71	0.02	0.81	0.60
H	18 687.51	92.63	28.18	10.97	6.10	33.66	8.85	0.03	0.79	0.59
平均值 Average	18 813.25	92.03	28.19	7.49	5.87	41.88	13.06	0.04	0.74	0.65

表 6 DDGS 的营养成分含量、鸡 干物质表观消化率与鸡 TME 的相关性

Tab.6 Correlation coefficient between DDGS nutrients rooster Dry matter digestibility and rooster TME

	总能 GE	粗蛋白 CP	粗脂肪 EE	NDF	ADF	干物质表观消化率 Dry matter digestibility
R^2 (TME)	0.9166	-0.8257	0.7465	-0.6934	-0.6148	0.878

3 讨论

3.1 DDGS 的鸡代谢能和干物质表观消化率

鸡 AME 和 TME 测定方法简单、需时间短、成本低、测定数据准确 ,具有高度的可加性、重复性和广泛适用性^[2] 。有关 DDGS 鸡代谢能的研究报道很多 ,Batal 等^[10] 的研究表明 ,公鸡的 DDGS 平均 TME

值为 11.83 MJ/kg。Lumpkins 等^[11] 报道 ,DDGS 对蛋鸡有 11.72 MJ/kg 的 TME。李恒鑫^[7] 用套算法测得粗蛋白含量为 40.00%、粗脂肪含量为 8.60% 的 DDGS 鸡 AME 为 8.89 MJ/kg。鲍淑青等^[7] 研究表明 粗蛋白为 29.36% 的 DDGS 鸡 AME 和 TME 分别为 10.58 MJ/kg 和 12.17 MJ/kg。本试验测定的 8 个 DDGS 鸡 TME 介于 9.76 ~ 12.73 MJ/kg ,高于《中

国饲料成分及营养价值表(2007)》上家禽有效能值(9.20 MJ/kg),其平均值与 NRC(1994)上数据(10.37 MJ/kg)接近。鸡代谢能的差异可能与 DDGS 的品质、测定方法、试验条件及鸡的品种和体重有关。

本试验结果表明 6 个不同来源 DDGS(A、C、E、F、G 和 H)的 AME 和 TME 差异显著($P < 0.05$),同一厂家不同批次 DDGS(A 与 B、C 与 D)的 AME 和 TME 差异不显著。可见,不同来源 DDGS 鸡代谢能值存在很大的差值,同一厂家的 DDGS 产品较稳定。

干物质表观消化率可受多种因素的影响。杨琳等^[12]研究表明,在 10~35℃ 范围内,环境温度超过 $\pm 5^\circ\text{C}$ 时饲料的干物质表观消化率发生显著变化。本试验中测定的平均干物质表观消化率高于鲍淑青等^[7]的研究结果(28.46%),可能与鲍淑青等^[7]采用的是粤黄鸡有关。

3.2 DDGS 的能量利用率

有关 DDGS 的能量利用率研究报道很少,本试验测定 DDGS 鸡表观能量利用率和真能量利用率平均值为 48.55% 和 57.60%,高于李恒鑫^[7]的研究结果(DDGS 的表观代谢率为 44.18%),可能是 DDGS 的品质不同(粗蛋白为 40.00%,粗脂肪为 8.60%)及采用套算法测定的原因。

3.3 DDGS 的营养成分、鸡干物质表观消化率与鸡 TME 的相关性

代谢能体系是评定家禽能量需要及饲料能量价值的体系,碳水化合物、脂肪和蛋白质是家禽维持生命和生产所需的主要能量来源,而鸡的饲料转化效率、生长速度及其胴体脂肪含量与日粮能量水平呈正相关^[2]。若简单的通过测定饲料的常规营养成分来估测家禽代谢能值,可快速、正确的指导畜禽生产。本试验结果显示,DDGS 的总能、粗蛋白和粗脂肪含量与鸡 TME 之间呈高度相关,DDGS 的总能在中小型饲料厂和养殖场不容易检测,但粗蛋白和粗脂肪含量的检测方便易行。另外,与 Megharaja 的研究结果一致^[13]。本试验结果表明,DDGS 的干物质表观消化率与鸡 TME 也存在高度正相关($R^2 = 0.878$)。因此,通过对 DDGS 的粗蛋白、粗脂肪含量和干物质表观消化率的测定可以初步估测 DDGS 的鸡能量利用情况。

4 结论

8 个 DDGS 的鸡 AME、TME 和干物质表观消化率平均值分别为 9.17、10.88 MJ/kg 和 30.82%;同一厂家 DDGS 的鸡代谢能和能量利用率差值小;DDGS 的总能、粗蛋白、粗脂肪含量和干物质表观消化率可初步估测鸡 TME。

参考文献:

- [1] Sibbald I R. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs [J]. Poultry Science, 1976, 55: 303–308.
- [2] 吕于明. 家禽营养 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2003: 38–416.
- [3] Cromwell G L, Herkelman K L, Stahly T S. Physical, chemical and nutritional characteristics of distillers dried grains with solubles for chicks and pigs [J]. Journal of Animal Science, 1993, 71: 679–686.
- [4] Fastinger N D, Latshaw J D, Mahan D C. Amino acid availability and true metabolizable energy content of corn distillers dried grains with solubles in adult cecectomized roosters [J]. Poultry Science, 2006, 85: 1212–1216.
- [5] Kim E J, Martinez Amezcua C, Utterback P L *et al.* Phosphorus bioavailability, true metabolizable energy and amino acid digestibilities of high protein corn distillers dried grains and dehydrated corn germ [J]. Poultry Science, 2008, 87: 700–705.
- [6] 李恒鑫. DDGS 对蛋鸡营养价值评定 [J]. 现代畜牧兽医, 2005, 10: 17–19.
- [7] 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.
- [8] 霍启光. 饲料生物学评定技术 [M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1996: 7–12.
- [9] 张丽英. 饲料分析及饲料质量检测技术 [M]. 第 2 版. 北京: 中国农业大学出版社, 2003: 45–140.
- [10] Batal A B, Dale N M. True metabolizable energy and amino acid digestibility of distillers dried grains with solubles [M]. The Journal of Applied Poultry Research, 2006, 15: 89–93.
- [11] Lumpkins B, Batal A, Dale N. Use of distillers dried grains plus solubles in laying hen diets [J]. Journal of Applied Poultry Research, 2005, 14: 25–31.
- [12] 杨琳, 杜荣, 张子仪. 环境温度对鸡饲料代谢能测值及血浆中甲状腺激素浓度的影响 [J]. 畜牧兽医学报, 1993, 24(6): 484–499.
- [13] Megharaja K. DDGS fiber components affect nutritive value for poultry [J]. Feedstuffs, 2007(3): 24–26.