

# 玉米DDGS的营养特性及在猪日粮中的应用

王继强 龙强 李爱琴 张宝彤

玉米DDGS又称玉米酒精糟，是燃料乙醇厂用玉米籽实与精选酵母、酶等混合发酵生产乙醇后，剩余的发酵残留物经干燥形成的产物。国外DDGS饲料基本来自于以玉米为原料生产燃料乙醇的工厂，美国2005年的DDGS产量约为700万t，预计2008年产量达到1 000万~1 400万t；我国2003年玉米DDGS的产量达到200万t，2007年的产量大约为300万t。玉米DDGS中蛋白质、氨基酸、维生素、脂肪含量丰富，是常规蛋白质饲料的重要替代品，DDGS的使用对于缓解常规蛋白质资源缺乏、降低饲料厂生产成本具有重要的意义。

## 1 玉米DDGS的营养特性

玉米DDGS不仅具有高蛋白质、高有效磷、高维生素含量等特点，而且还包含发酵过程中融入的酵母营养成分及活性分子，是一种营养丰富的蛋白质饲料。与玉米营养成分相比（表1），玉米DDGS粗蛋白质含量是玉米的301.06%，赖氨酸含量是玉米的226.92%，有效磷含量是玉米的420%；B族维生素，尤其是烟酸、VB2、叶酸的含量也远高于玉米；其在猪体内的消化能与玉米基本相当。与豆粕营养成分相比，玉米DDGS粗蛋白质含量是豆粕的60%，赖氨酸含量是豆粕的25%，粗脂肪、有效磷、维生素的含量明显高于豆粕，而在猪体内的消化能基本相当。由于上述营养特点，DDGS在饲料中可以替代部分豆粕和玉米，并可以节约部分磷酸氢钙和磷酸二氢钙。

表1 DDGS与玉米的营养成分比较（中国饲料数据库，2007）

项目	DDGS	玉米	豆粕
干物质/%	90	86	89
CP/%	28.3	9.4	44.2
CEE/%	13.7	3.1	1.9
CF/%	7.1	1.2	5.9
Ca/%	0.2	0.09	0.33
有效磷/%	0.42	0.1	0.21
赖氨酸/%	0.59	0.26	2.68
蛋氨酸/%	0.59	0.19	0.59
VE/（mg/kg）	40	22	3.1
VB2/（mg/kg）	8.6	1.1	3
烟酸/（mg/kg）	75	24	30.7
叶酸/（mg/kg）	0.88	0.15	0.81
猪消化能/（MJ/kg）	14.35	14.39	14.26

## 2 玉米DDGS的质量评定

玉米DDGS的营养成分受多种因素的影响，其中最主要的是原料本身的品质及生产工艺。生产工艺如发酵的类型、蒸馏效率、干燥温度和时间等对DDGS营养成分影响很大。Spi ehs等（2002）分析了明尼苏达州和南达卡他州5个酒精厂的118个DDGS养分含量，分析

结果表明，粗蛋白质变化范围为28.1%~31.6%；粗脂肪变化范围为8.2%~11.7%；NDF变化范围为35.4%~49.1%；ADF变化范围为13.8%~18.5%；赖氨酸变化范围为0.53%~1.02%。因此，在采购DDGS时对质量进行判定非常重要，主要包括以下几个方面：

## 2.1 颜色

DDGS的颜色有金黄色和暗褐色，金黄色为最好，DDGS不应含黑色小颗粒，应有发酵的气味，尝之微甜。Cromwell等（1993）研究表明，DDGS颜色与其营养成分密切相关，深颜色的DDGS营养价值低于浅颜色的DDGS，并且发现深颜色的DDGS通常伴有糊焦味或者烟熏味，这可能是干燥过程中加热过度引起的，加热过度容易引发美拉德反应，降低赖氨酸的利用率。另外，DDGS中赖氨酸的有效含量与其颜色呈线性关系（ $r^2=0.67$ ， $p<0.05$ ），浅颜色DDGS的赖氨酸含量为0.86%，深颜色DDGS的赖氨酸含量仅为0.62%。据美国报道，DDGS在过去较长时间没有广泛在养猪业上应用，其原因就是干燥过程中的美拉德反应影响了DDGS的颜色和降低了其赖氨酸的消化率，而赖氨酸是猪日粮的第一限制性氨基酸。Whitney等（2000）研究表明，高质量金黄色玉米DDGS的赖氨酸回肠消化率为53.6%，而深颜色赖氨酸消化率为0。Fastinger等（2006）用美能达CR410测色仪测定了两种DDGS颜色，L值分别为28和52.3，L值越低，其颜色越深；测定分析并发现，深颜色DDGS赖氨酸含量仅为0.48%，标准回肠赖氨酸消化率为43.6%，浅颜色DDGS中赖氨酸含量为0.76%，标准回肠赖氨酸消化率为61.5%。

## 2.2 酸性洗涤纤维（ADF）

干燥温度和时间对DDGS营养成分影响很大。干燥温度越高、时间越长对DDGS蛋白质和赖氨酸的影响就越大。Kleinschmidt等（2006）研究发现，不同来源的DDGS中，干燥程度较高的DDGS中酸性洗涤不溶蛋白质含量高，酸性洗涤不溶蛋白质含量的增加又使NDF（中性洗涤纤维）和ADF的含量也相应增加。Kim等（2008）报道，ADF反映了蛋白质热损害的程度，ADF含量与DDGS养分消化率成反比，ADF含量越低，DDGS能量和蛋白质的消化率就越高。Stein等（2006）研究了ADF含量分别为8%和13.1%的两种DDGS能量和粗蛋白质的养分利用率，试验结果表明，ADF含量8%的DDGS，能量和粗蛋白质的标准回肠消化率分别为77.6%和72%，DE为3 811kcal/kg；ADF含量13.1%的DDGS，能量和粗蛋白质的标准回肠消化率分别为74.2%和69.8%，DE为3 555 kcal/kg，这表明DDGS营养价值与ADF含量成反比。Pahm等（2008）研究证实，ADF含量为10.33%DDGS粗蛋白质和赖氨酸标准回肠消化率分别为77.3%和74.5%，而ADF含量为13.08%DDGS粗蛋白质和赖氨酸标准回肠消化率仅为64.8%和51.4%。Stein（2007）建议，在选购DDGS时，ADF含量不宜超过12%，NDF含量不宜超过40%。

## 2.3 霉菌毒素指标

霉菌毒素是由霉菌产生的，霉菌毒素含量过高，会影响畜禽的生产性能，对动物危害最大的毒素包括玉米赤霉烯酮和呕吐毒素，配合饲料中两种霉菌毒素的最大允许含量不能超过1mg/kg；发酵过程并不能对霉菌毒素产生破坏作用，反而使其与养分一样得到浓缩。因此，要密切检测DDGS中霉菌毒素的含量，对于霉菌毒素超标的DDGS应及时做退货处理。

## 3 应用

### 3.1 在生长猪生产上的应用

Whitney等（2004）研究添加不同水平DDGS（0~15%）对7kg断奶仔猪生产性能的影响，试验35d后，添加5%DDGS组断奶仔猪日增重463g/d，日采食量748g/d，日增重和采食量有一定改善；而添加15%DDGS组日增重仅为442g/d，日采食量为737g/d，与未添加DDGS组有较大的差异。Pedersen等（2007）研究了29kg生长猪对DDGS磷的消化率，试验结果表明，其表观消化率为59.1%，远远高于对玉米中磷的表观消化率（19.3%），因此，在猪日粮中

添加DDGS时，可以稍微降低磷酸氢钙的添加量。Whitney等（2006）研究了添加10%DDGS替代8%玉米和2%豆粕并降低0.3%磷酸氢钙对28kg生长猪生产性能的影响，试验90d后，添加10%DDGS组生长猪日增重和日采食量为855g/d和2 275g/d，试验猪末重为106.4kg/头；而玉米—豆粕组日增重和采食量为861g/d和2 285g/d，对照组猪的末重为105.9kg/头。该试验表明，在生长猪日粮中添加DDGS，并适量降低玉米、豆粕和磷酸氢钙用量，并不影响猪的生产性能。Linnen等（2007）试验证实，当DDGS在生长育肥猪日粮中添加到30%时，其生产性能反而降低，表明过量添加DDGS并不会改善生长猪的生产性能。Weigel等（1997）建议，18~54kg生长猪DDGS添加量以不超过7.5%为宜，54kg~出栏的生长猪以10%添加量为宜。

### 3.2 对猪肠道健康的影响

Matos等（2003）报道，在生长猪日粮中添加适量纤维能减少沙门氏菌或胞内劳森菌对肠道的损害，减少肠炎的发病机率。Bronsvort等（2001）报道，美国75%猪群中存在胞内劳森菌感染。玉米DDGS含有10%粗纤维，其中不溶性的占42.2%，可溶性的只占0.7%，Hampson等（1999）报道，纤维可促进上皮细胞的分泌功能，如胃液的分泌和胆汁的分泌可能会减少细菌的黏附性，同时减少消化道内容物的黏性而起到清洁肠道的作用，从而减少肠道疾病的发生。Neutkens等（2003）报道，DDGS对猪肠道健康有利的另一个原因是玉米生产酒精发酵过程中，产生大量酵母，酵母是一种优秀的甘露寡糖来源，能与有害菌竞争性吸附在肠黏膜受体上，从而减少有害菌对肠道的侵害。Whitney等（2006）研究了感染胞内劳森菌的生长猪日粮中添加20%DDGS对猪肠道损害、发病率的影响，试验结果表明，生长猪日粮中添加20%DDGS可以降低胞内劳森菌对肠道上皮组织的损害，降低该病的发病率。

### 3.3 在母猪生产上的应用

高产繁殖母猪需要较高的营养需要，要使泌乳母猪发挥最佳的生产性能，减少泌乳期间的失重，就要给泌乳母猪提供充足的钙、磷、粗蛋白质和赖氨酸。DDGS含有较高的粗蛋白质、有效磷和赖氨酸，在泌乳母猪日粮中添加适量的DDGS并不能影响其繁殖性能，添加量以不超过15%为宜（表2）。

表2 DDGS对泌乳母猪生产性能的影响（Hill，2008）

项目	对照组	15%DDGS组
泌乳第2d体重/kg	224	214.7
泌乳第18d体重/kg	216.5	208.4
泌乳期母猪体重变化/kg	-7.5	-6.3
第2d仔猪窝重/kg	21.5	19.9
第18d仔猪窝重/kg	68.1	61.4
泌乳期窝增重/kg	46.6	41.5
断奶仔猪数量	11.1	10.8

## 4 小结

总之，玉米DDGS是一种营养丰富、适口性好的蛋白质饲料，玉米DDGS的使用，可以开拓猪饲料蛋白质原料来源，降低玉米和豆粕的使用量。在应用玉米DDGS于养猪生产时，应检测DDGS营养成分如ADF含量、赖氨酸的含量、霉菌毒素含量等指标，根据检测的指标合理配制各阶段猪日粮。

（参考文献略）