

# 玉米干酒精糟用作猪饲料的潜力日益增长

李凯年 逯德山 编译

玉米干酒精糟（DDGS）是燃料乙醇工厂用玉米籽实与精选酵母混合发酵生产乙醇和二氧化碳后，剩余的发酵残留物通过低温干燥形成的共生产品，用3t玉米生产1t乙醇的同时可以生产1t DDGS。由于DDGS是国际市场公认的优质蛋白质饲料，蛋白质含量达30%左右，且富含氨基酸、维生素和矿物质，因而具有良好的饲料开发利用潜力。本文主要介绍了美国DDGS的生产利用概况及用作猪饲料的研究进展。

## 1 美国DDGS生产利用概况

随着燃料乙醇产业的不断发展，美国可供家畜和家禽饲料利用的DDGS数量也不断增加。2004年，美国共有81个乙醇工厂，生产了34.1亿加仑乙醇，比2003年增加21%，比2000年增长了109%。目前，已经有86个乙醇工厂，乙醇生产能力达44亿加仑（约1 360万t），在建或扩建的工厂有38家，预计增加的产能为17亿加仑（可再生燃料协会，2006）。美国已制定了一个大力发展燃料乙醇的计划，拟到2011年将汽油中（不包括柴油）的燃料乙醇用量由每年15亿加仑至少提高至44亿加仑。因此，预计在未来6年中，燃料乙醇及其副产物DDGS的产量将继续呈增长的趋势。

目前，美国超过90%的燃料乙醇是用玉米生产的。1981年，生产乙醇使用了8.6亿蒲式耳玉米，而2004年就超过了14亿蒲式耳。其中大部分燃料乙醇都是由干法乙醇工厂生产的，干法乙醇生产已经成为美国增长最快的产业部门。

2004年，这些干法乙醇工厂生产了850多万t DDGS，随着燃料乙醇产量的增长，DDGS的产量也持续增长，预计2008年可能达到1 100万t。由于疯牛病的蔓延，在牛用饲料中禁止使用动物副产品，而全部采用植物性饲料，美国生产的DDGS大多数都被用于饲喂肉牛和奶牛，据统计大约有56%的肉牛饲料中添加了DDGS。同时，在采用新技术、新方法并且得到良好质量控制的乙醇工厂，DDGS的营养成分已经得到了很大的改善，也能够用于家禽和猪的饲料，因此，近几年来，用于饲喂家禽和猪的数量也在日益增加。此外，大量新的乙醇工厂增加了市场上DDGS的销售量，使其可以更广泛地用于畜禽日粮，且具有来源充足和经济效益高的优点。

## 2 DDGS营养含量的差异

在猪日粮中使用DDGS遇到的一大挑战是其营养含量的变异。Spi ehs 等（2002）研究表明，在不同的乙醇工厂和同一工厂的不同生产批次，玉米DDGS的营养含量不尽相同（表1）。

表1 5个不同来源DDGS的氨基酸和粗蛋白质浓度与表观氨基酸消化率

营养成分	浓度（日粮中的%）		消化率（系数，%）	
	最低	最高	最低	最高

赖氨酸	0.48	0.76	38.6	69.5
总含硫氨基酸	0.90	1.01	66.7	75.5
苏氨酸	0.84	1.03	55.3	66.1
异亮氨酸	0.84	1.09	68.3	77.7
缬氨酸	1.21	1.42	61.9	73.6
粗蛋白质	27.0	29.8	-	-

资料来源：Fastinger等（2006）。

许多人认为，DDGS中的营养含量差异可能与玉米品种和地理位置的不同有关。Goodson等（2006）研究表明，在美国中西部地区玉米中粗蛋白质的变异系数为7.8%。

在国家研究委员会（NRC，1996）列出的饲料营养成分表中，DDGS的平均粗蛋白质（CP）和瘤胃可降解蛋白质（DIP）的含量分别为30.4%和52%。这两种营养成分平均值的变异系数（CV）分别为11.7%和38.5%。而在NRC（2001）的饲料营养成分表中，DDGS的CP平均值为29.7%，CV为11.1%。此外，从明尼苏达州和南达科他州的不同现代化干法乙醇工场中采样化验得出DDGS的CP平均值为30.4%，CV为6.4%。后者样品得到DDGS粗蛋白质平均值的变异系数较小可能是现代加工条件的反映。值得注意的是，Spi ehs等（2002）对现代化乙醇工场的采样调查中，DDGS CP含量的总体变异较小，但纤维和矿物质含量的差异较大。同样，对中西部玉米加工场的早期调查结果（Harty等，1998）也表明，来源于不同加工厂的样品分析值中，CP的变异较小（2.0%~5.8%），而DIP、酸性洗涤纤维（ADF）和脂肪的变异系数分别为6.7%~15.1%、12.9%~28.1%和12.9%~38.5%。因此，在设计日粮配方时，要考虑到干法加工乙醇副产物营养成分数值差异对结果的影响。

### 3 使用DDGS的成本效益

DDGS的成本效益直接影响其在猪日粮中使用的可行性，影响因素是相对于玉米的价格、饲料磷的价格以及其自身的能量值。在固定的营销系统中，DDGS的盈亏价格在很大程度上取决于其含有的能量值，因为能量值直接关系到猪的生长率。Spi ehs等（2004）和Hastad等（2002）已经证实，来源于新建乙醇工厂生产的DDGS，其代谢能与玉米相差无几，分别为3.521和3.697kcal/kg。可以提高DDGS饲用价值的另一个性状是其提供磷的数量与形式，计算表明，DDGS的含磷量比较高，并且都是可利用磷。据Lumpki ns等（2005）计算，家禽对玉米DDGS的磷利用率为54%~68%；据Martinez等（2004）计算，不同DDGS样品的磷利用率分别为69、75、82和102%，表明热加工可以提高磷的利用率。Whi tney等（2001）用猪进行的研究表明，DDGS中的磷利用率约达到90%，普通的DDGS含有0.70%的有效磷，这可以减少日粮中无机磷的添加量以及粪便中的排磷量。由于在改善营养类型和提高成本效益上具有更大的吸引力，所以，DDGS已经被越来越多的用于猪的日粮。有资料显示，在猪日粮中使用10%的DDGS，饲料可以节省2.00美元/t。目前，在明尼苏达州、威斯康辛州、爱荷华州、伊利诺伊州、南达科他州和内布拉斯加州的生长肥育猪饲喂方案中，DDGS的用量为8%~15%。

### 4 DDGS对猪生长性能和胴体品质的影响

近年来的研究表明，在猪日粮中添加DDGS，研究结果会有不同差异，一个可能的解释是，DDGS的来源不同和产品的质量不同。但是，大部分研究的相同点是，随着日粮中DDGS含量的增加，平均日增重和平均日采食量降低（Whi tney等，2004；Fu等，2004），而饲料转化率没有变化或变化不大。然而，Cook等（2005）的研究表明，在生长肥育猪的日粮中，可以添加10、20或30%DDGS，而平均日增重、平均日采食量或饲料转化率没有差异；由

DeDecker等（2005）进行的另一项商业性研究表明，在日粮中添加30%DDGS，对采食量没有负面影响。虽然许多养猪场和饲料公司使用DDGS，不过一般将DDGS的含量限制在15%以下，因为使用比较高水平的DDGS还会降低经济效益或胴体品质。Hastad等（2005）评价了DDGS来源、水平、生产工艺以及化合物对猪采食量的影响，在这些研究中，猪喜欢选择采食没有DDGS的日粮；Senne等（1996）用高粱DDGS进行的类似研究也证实，日粮中的高粱DDGS从20%增加到60%，保育猪与肥育猪的平均日采食量呈线性降低；Whitney等（2001）证实，当DDGS从0增加到30%时，不改变猪肉质量或胴体瘦肉率，但随着日粮中DDGS的增加，修整胴体百分比降低，饲喂20%~30%DDGS可以使猪的屠宰重降低，腹部肉硬度降低和碘值增加，Cook等（2005）证实了类似的胴体品质反应。在评估使用DDGS的经济效益时，应考虑到DDGS含量对胴体产量的影响，此外，一般不注意饲喂DDGS对猪肉脂肪品质的影响，除非在日粮中还含有其他来源的不饱和脂肪。在可以实现节省日粮成本的同时，要对胴体的品质及胴体的价值加以评估，以确保使用DDGS可以增加养猪的效益。

## 5 DDGS用作猪饲料的前景

在美国，用DDGS作为猪的饲料已经显示出了广阔的前景。据美国谷物协会《饲料与饲养技术简讯》报道，养猪业已经成为美国使用DDGS增长最快的行业。高质量的玉米DDGS具有相当于玉米的可消化和代谢能值，是猪不同生长阶段能量、蛋白质和其他主要养分的良好来源。

但正如玉米的低蛋白质质量一样，相对于其蛋白质水平，玉米DDGS的赖氨酸含量较低。苏氨酸是继赖氨酸之后的第二限制性氨基酸，因此，当猪日粮中玉米DDGS的用量超过10%时，在计算配方时必须监控苏氨酸的含量。目前，玉米DDGS在妊娠、泌乳母猪及生长肥育猪日粮中的添加水平为10%，并取得了良好的生产性能。一些猪肉生产者还在体重大于7kg的保育猪日粮中添加5%玉米DDGS，并取得了良好效果。美国明尼苏达州州立大学的研究结果表明，在猪的日粮中可以添加水平高得多的玉米DDGS而不影响猪的生产性能和胴体品质，但这些推荐水平是假定高质量的DDGS不含毒枝菌素，且日粮配方的计算是以可消化氨基酸和有效磷为基础计算的。明尼苏达州州立大学的研究还表明，DDGS中的霉菌毒素应该引起养猪生产者的注意，毒枝菌素主要是指由黄曲霉菌产生的一种致命毒枝菌素——黄曲霉毒素（Aflatoxins）。DDGS中的中性洗涤纤维的含量很高，可以阻止病原菌在猪肠壁上附着或作为有益菌的营养来源，在日粮中添加5%~10%的DDGS可以使由回肠炎导致的猪死亡率降低50%，仅此一项每年就为美国节省兽药治疗费用近2 000万美元。

## 结 论

随着燃料乙醇产业的持续发展，可以向饲料业提供的玉米DDGS数量也将会不断增加。使用单一来源的DDGS和用前质量检测将有助于减少其营养成分的变化，并提供有价值的营养，如为猪的日粮提供能量和磷。重要的是要评估使用DDGS对饲料成本的经济影响以及对上市体重与胴体品质的影响，尤其重要的是，燃料乙醇产业生产的副产物数量必须保持持续性，以保证畜牧业长期持续获得可资利用的DDGS。