

# 我国玉米燃料乙醇副产品利用现状与贸易趋势分析

仇焕广，王飞，蔡亚庆，侯麟科

（中国科学院农业政策研究中心，北京100101）

内容提要随着全球及我国生物能源产业的迅速发展，生物能源的副产品玉米干酒糟（DDGS）的生产和利用也快速增长，并成为饲料的重要来源之一。2010年我国DDGS进口量达316万吨，甚至超过了玉米的进口量。由于进口量剧增，我国相关政府部门已经对此展开了反倾销立案调查。本文在对我国DDGS利用现状、价格和进口贸易深入分析的基础上，利用“中国农业可持续发展决策支持系统”分析了未来我国畜牧业发展对DDGS需求和进口贸易的影响。研究表明，作为玉米和豆粕的重要替代品，随着我国畜牧业的快速发展，对DDGS的需求和进口量在未来几年也将呈现持续增长趋势。

## 一、引言

从全球范围来看，随着玉米被大量应用于生物燃料乙醇生产，其副产品玉米干酒糟（DDGS，Dis-tillers Dried Grain with Soluble）的产量也快速增长，进出口贸易活跃。以美国为例，美国是世界最大的玉米和玉米燃料乙醇生产国，也是最大的DDGS生产国。2009年美国DDGS产量达到2800万吨，2010年的产量估计为3000万吨左右，其中有近700万吨用于出口（曹智，2009；Jacinto F.Fabiosa et al.，2009）。由于近期油价的攀升，美国燃料乙醇的发展速度也出现了较快上涨，按照目前的发展速度，预计到2015年美国DDGS产量将达到3500万吨，出口量将超过1000万吨（Jacinto F.Fabiosa et al.，2009）。随着我国玉米燃料乙醇的发展，国产DDGS的产量也呈上升趋势。估计2010年我国DDGS总产量约为150万吨。

近年来，随着我国畜牧业发展和饲料需求增长（李顺，2010；邓蓉等，2010），我国DDGS使用量也快速增长（张永发等，2007）。2010年我国DDGS总使用量达到466万吨，其中进口DDGS316万吨，国产DDGS150万吨。我国DDGS的进口量已经超过了玉米进口量（200万吨），由于进口量剧增，我国商务部已于2010年底发起对美国进口玉米干酒糟的反倾销调查。

DDGS是随着生物燃料乙醇产业发展起来的新兴产业，目前相关的经济管理政策研究还很少。

未来我国DDGS的需求及贸易将如何发展、我国应该采取怎样的措施来规范和有效利用DDGS等问题都亟待解决。本文在分析我国DDGS利用和贸易现状的基础上，利用“中国农业可持续发展决策支持系统”对我国未来DDGS需求和进口趋势进行分析，根据研究结果提出了DDGS管理方面的相关政策建议。

## 二、文献综述

全球玉米燃料乙醇产业的快速发展促使其副产品DDGS产量急剧增加，并迅速渗入到饲料行业（Keith Thornton，2007；Farzad Taheripour et al.，2010）。DDGS在饲料行业的大规模应用不仅给玉米燃料乙醇行业带来了可观的利润（玉米乙醇行业约16%的利润来自于DDGS销售），而且大大缓解了生物燃料乙醇发展和畜牧业发展之间的矛盾（Farzad Taheripour et al.，2010）。和同类产品豆粕相比，尽管DDGS在蛋白质含量、密实性和易消化性等方面存在劣势，但是由于其在价格、脂肪含量（主要指美国所产DDGS产品）、运输便利性以及关税方面的优势（Donley，2008），使近年来DDGS产品国际贸易十分活跃。据美国农业部称，保守估计，如果DDGS产品能够替代豆粕10%的需求，其全球需求将为2400万吨（顾尧臣，2010）。

随着生物燃料乙醇产业的推动以及畜牧业的迅速发展，国内饲料和养殖企业逐渐认识到DDGS的价值。DDGS主要成分为蛋白质、脂肪、纤维和其他微量元素（职爱民等，2007），可以有效替代其他饲料。根据目前国内外燃料乙醇的生产技术条件，每生产1吨燃料乙醇需要消耗大约3吨玉米，并同时产出大约0.85~1吨DDGS（黄季焜、仇焕广，2010）。由于生物燃料乙醇生产主要使用了玉米中的淀粉成分，所以DDGS中除淀粉外的其他营养成分都是玉米的3倍左右，可以用作饲料，部分代替玉米和豆粕（张铭，2008）。

尽管我国燃料乙醇产业发展较快，但是目前国产DDGS产品远不能满足国内饲料市场的需求，进口DDGS成为我国饲料发展的选择之一。2010年，中国超过土耳其、加拿大和墨西哥，成为美国最大的DDGS出口目的地，占美国DDGS全球出口量的28%（Holly Jessen，2011）。中国进口DDGS产品的另一重要原因是美国DDGS相对低廉的价格和优质的质量更具比较优势。

中国进口玉米和大豆除征收关税外还需征收13%的增值税，而进口DDGS只需征收5%的关税，具有更大的价格优势（Corn Products China News，2011）。此外，美国DDGS脂肪、赖氨酸以及有效磷含量都显著高于中国，因而更受中国饲料企业的欢迎。据预测，2011年中国进口美国DDGS将进一步增长，但是受中国对美国DDGS反倾销立案调查的影响，未来中国进口美国DDGS的数量将取决于关税水平等多重因素的影响（Corn Products China News，2011；Holly Jes-sen，2011）。

### 三、我国DDGS利用和贸易现状分析

#### （一）我国DDGS利用现状

在玉米燃料乙醇生产过程中，玉米淀粉通过发酵过程几乎完全被转换成乙醇，大约只有1/3的干物质被作为副产品DDGS回收。因此，DDGS含有丰富的脂肪、蛋白质、氨基酸和许多发酵过程的代谢产物。DDGS蛋白质含量较高，是原料玉米的3倍多，一些优质DDGS的蛋白质含量接近豆粕。目前，我国燃料乙醇企业生产的DDGS蛋白质含量为26%~28%。DDGS中脂肪含量因生产工艺的不同有较大差异。美国企业生产燃料乙醇一般不提取玉米油，因此，其DDGS的脂肪含量达到12%。

我国大多数燃料乙醇生产企业都会首先提取玉米油，因此所生产的DDGS中脂肪含量较低，仅为3%~5%。DDGS中磷的含量高于豆粕，是玉米中磷含量的3倍左右。

由于DDGS是玉米燃料乙醇生产的副产品，也是重要的饲料原料，其价格受到乙醇生产和饲料市场供需因素影响，同时也受进口DDGS价格影响。图1是2007年1月—2011年3月国内黄玉米、DDGS和豆粕价格比较。和玉米价格的平稳上升趋势不同，DDGS的价格在不同时段波动较大。可以看出，除少数时段DDGS价格略高于玉米外，大多数时段DDGS的价格低于玉米价格。因此，DDGS比玉米更具价格优势。DDGS的价格走势更接近于豆粕价格走势。DDGS价格和豆粕价格的相关系数达到0.65，而DDGS价格和玉米价格的相关系数仅为0.46。这说明，由于DDGS的蛋白质含量较高，其在使用过程中可能被更多地用来替代豆粕，因此价格的变动趋势与豆粕价格更接近。

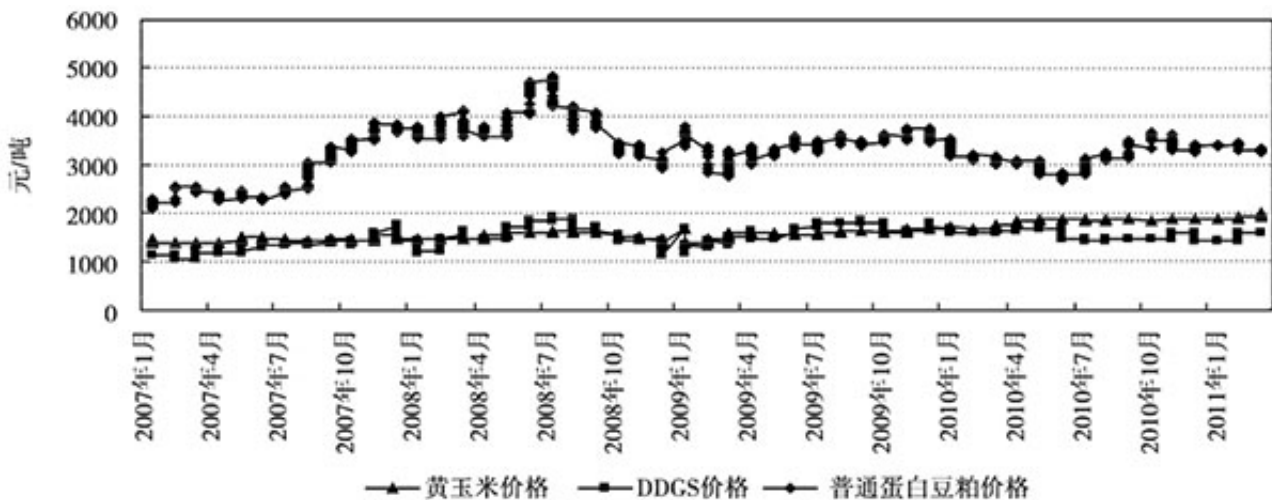


图1 国内玉米、DDGS、豆粕价格比较

DDGS虽然在营养成分和价格等方面具有一定优势，但国内饲料和养殖企业对DDGS的认识和使用起步较晚。2003年前，由于数量有限而且质量不稳定，除少数奶牛、肉牛和水产养殖企业外，我国饲料和养殖企业对DDGS的使用较少。2004年由于豆粕价格出现大幅度上涨，为了降低饲料成本，我国饲料养殖企业开始寻找价格更低廉的蛋白质替代品。与此同时，借助于国内外燃料乙醇产业的快速发展，DDGS的产量大幅度提高，也为DDGS大规模进入饲料行业提供了基础。

“十五”期间，我国开始推广燃料乙醇试点项目，以玉米为主要原料的燃料乙醇企业包括：黑龙江华润乙醇公司，设计乙醇年产量10万吨；吉林燃料乙醇公司，设计乙醇年产量40万吨，安徽丰原生化公司，设计乙醇年产量42万吨（黄季焜、仇焕广，2010）。笔者对安徽丰源公司的调查表明，该公司2009年DDGS产量为25万吨，主要销往广东、湖北、江西等地。其中DDGS用于水产饲料的比例较大，占40%左右，用于反刍动物饲料生产的比例为40%，畜禽饲料的比例约为20%（仇焕广、侯麟科，2009）。目前我国饲料企业DDGS添加量还远小于理论添加量，仍有较大的利用空间。

(二) 我国DDGS进口数量和价格情况

近年来，我国玉米和DDGS贸易状况发生了较大变化。2009年，中国玉米价格持续上涨，国内企业开始积极寻求从国际市场进口玉米和DDGS以满足国内玉米和饲料需求。2008年，中国DDGS的进口量仅为0.8万吨，2009年达到65.5万吨，到2010年上升到316万吨，已经超过了玉米进口量（200万吨）。图2为全国2009年1月—2011年1月进口DDGS实际到货情况。可以看出，2009年中国开始大规模进口美国DDGS以来，月进口量虽然有所波动，但总体呈不断上升的趋势。全国2009年1月—2011年1月DDGS累计进口总量已达402万吨。

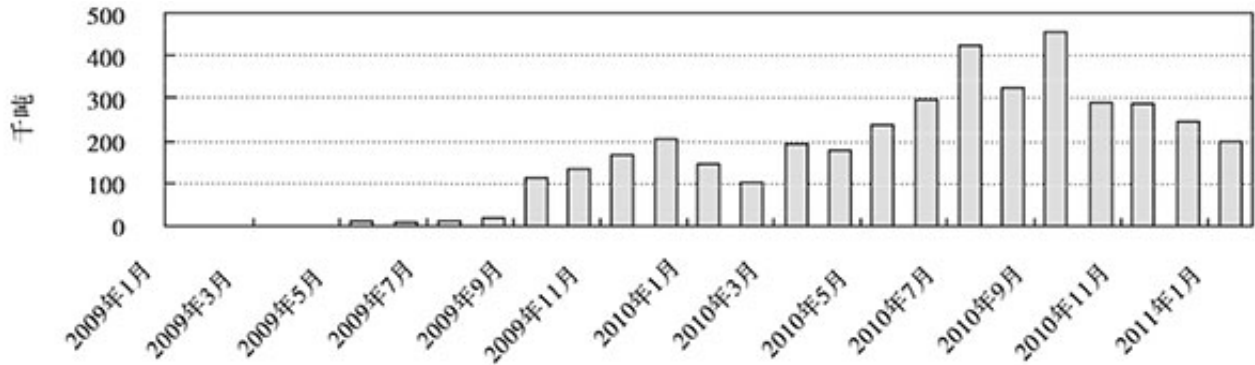


图2 2009年1月~2011年1月我国DDGS进口量

资料来源：中华人民共和国海关总署

与玉米、大豆等饲料原料相比，DDGS在价格和进口程序的简易性方面都具有比较优势。目前，中国进口玉米和大豆需要征收13%的增值税，而DDGS无需征收增值税，只征收5%的关税，大大降低了进口成本。中国进口DDGS的区域主要集中在南方地区。这是因为中国玉米深加工企业集中在北方地区，由于DDGS不容易保存且不方便运输，因此DDGS使用仅限于玉米深加工企业周边一定区域。北方饲料企业可以采用国产DDGS产品，南方地区则使用较少。我国DDGS进口港口数从2009年初的5个港口增加到2010年底的12个港口。其中黄埔海关、青岛海关以及上海海关是我国主要的DDGS进口港口，其进口量分别占全国总进口量的34.1%、28.9%、13.1%。

DDGS进口价格受国际粮价、生物燃料乙醇发展、需求量等多重因素影响。2007—2008年，受国际农产品价格大幅度上涨的影响进口DDGS价格相对较高，2009年随着国际粮价的下降进口DDGS价格开始下降。但是2010年下半年以来国际玉米价格和石油价格的抬高，DDGS的最低进口价格开始上扬，2009年最低进口价格为180~190美元/吨，2010年最低进口价格为215~220元/吨，预计2011年将在220元/吨以上价位运行。

比较国产和进口DDGS的价格可以看出，国产DDGS的平均出厂价比进口DDGS的进口完税价格平均每吨低139元，其中，国产DDGS全年平均价格为1549元/吨，进口DDGS为1688元/吨（见图3）。一方面由于进口DDGS毒素低、营养价值高、质量相对稳定；另一方面，当前DDGS的进口关税税率为5%，而且没有增值税，进口大豆有13%的增值税，DDGS对豆粕有较强的替代性，因此进口DDGS仍有较大的市场需求。笔者对山东和安徽部分饲料企业的调查表明，如果进口DDGS的价格每吨不超过国内DDGS价格200元以上，国内企业更愿意使用进口DDGS。

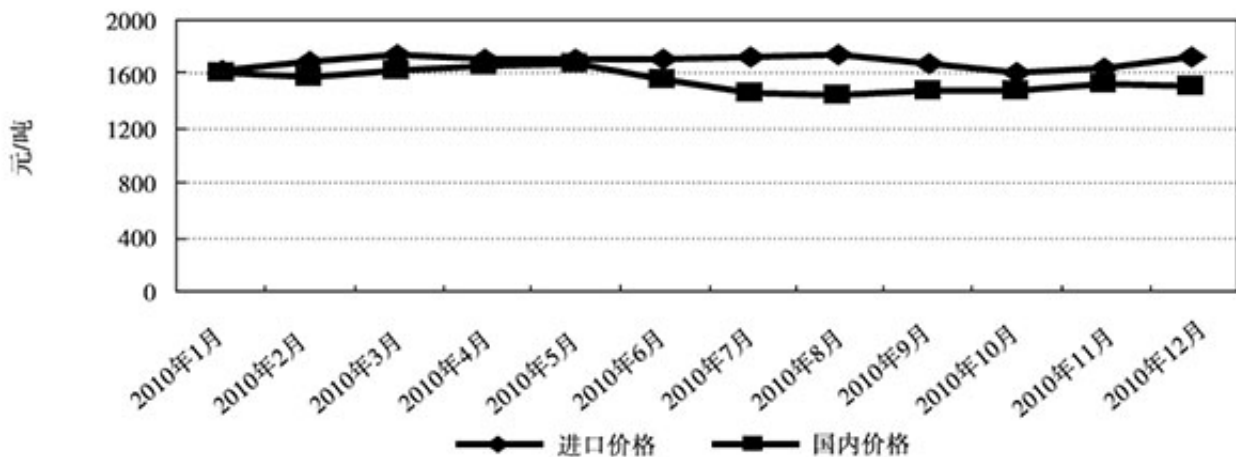


图3 2010年国产和进口DDGS的价格比较 (元/吨)

#### 四、我国DDGS未来需求和进口预测

##### (一) 模型分析工具

本文利用“中国农业可持续发展决策支持系统”(CHINAGRO)对2020年我国的饲料需求增长以及DDGS需求增长进行了分析和预测。CHINAGRO模型是一个可用于我国农业区域发展研究的多区域一般均衡模型(Keyzer, van.Veen, 2006)。该模型系统经过10多年的不断发展和完善已经被广泛应用于中国农产品生产、消费、价格和贸易的预测分析(Fisheretal, 2007)。模型以2005年实际数据为基期数据,根据2006—2009年的实际统计数据 and 模型预测结果,对模型的重要参数进行更新和完善使之能够较准确的模拟实际情况。

该模型是一个数学优化系统,目标函数是使所有区域所有类型的消费者效用最大化,约束条件包括各区域所有产品市场出清、生产技术约束、贸易平衡约束、资源和劳动力约束等。该决策支持系统以农业为主,共包括小麦、玉米、甘蔗、薯类、猪肉等17种主要农产品。模型将全国分为华北、东北、华东、华中、华南、西南、西北、青藏8个区域,每个区域内的城市和农村消费者按照收入水平各分为三类。农业生产的模拟具体到县级水平,生产者在生产技术、土地、劳动力等约束条件下,对农产品市场价格做出反应,实现利润最大化。模型充分考虑了自然资源条件约束、生产和消费的相互影响、种植业和畜牧业的相互联系以及农业部门不同产品之间的相互影响,并且考虑了区域之间以及区域内部的贸易运输成本。模型的具体描述如下:

$$V = \text{Max} \sum_r \alpha_r^u u_r^u(x_r^u) + \sum_r \sum_{c \in C_r} \alpha_c^v u_c^v(x_c^v)$$

约束条件:

$$(1) x_r^u + \sum_{r'} v_{rr'} + \sum_{c \in C_r} z_c^+ + g_r + m_r^- = \sum_{r'} v_{r'r} + \sum_{c \in C_r} z_c^- + m_r^+ + \omega_r^u \quad (p_r)$$

$$(2) g_r = \sum_{r'} \theta_{rr'} v_{r'r} + \sum_{c \in C_r} (\tau_c^+ z_c^+ + \tau_c^- z_c^-) + \zeta_r^+ m_r^+ + \zeta_r^- m_r^-$$

$$(3) \sum_r (\bar{p}_r^+ m_r^+ - \bar{p}_r^- m_r^-) \leq \bar{B}$$

$$(4) x_c^v + e_c + z_c^- = q_c + \omega_c^v + z_c^+ \quad (p_c)$$

$$(5) F_c(q_c, e_c) \leq 0$$

模型的目标函数表示所有区域所有类型消费者的效用最大化。约束条件(1)表示所有产品在区域层次上的供需均衡。约束条件(2)表示产品交易成本 $g_r$ 是区域间贸易交易成本、区域市场与各县的交易成本、进口的交易成本和出口交易成本的总和。约束条件(3)表示国际贸易收支平衡约束。约束条件(4)表示农产品在县级水平上的均衡。约束条件(5)表示所有县的农业生产技术约束。

##### (二) 我国畜牧业及饲料需求发展趋势

我国经济的持续、稳定、高速增长不仅促使人均粮食消费量在过去30年里增长了28.4%,而且,随着生活水平的提高,人们的膳食结构发生了很大改变,我国人均畜禽消费量大幅度提高,有力推动了我国现代化饲养业和现代化饲料工业的高速发展。1978年,我国人均猪牛羊肉、水产品以及牛奶等消费量分别为9.1公斤、4.9公斤和1.2公斤,而2009年,这几种主要畜禽产品的人均消费量已经达到44.4公斤、38.4公斤以及26.4公斤,分别增长了391%、684.3%和2133.3%。模型分析结果表明,未来10年内我国的畜产品需求还将呈现较快增长趋势(见表1)。例如,模型分析结果表明,我国人均猪肉需求量将从2009年的20.5公斤增长到2020年的45.7公斤,增长幅度达到123%。家禽等的肉类消费量将从2009年的10.47公斤增长到2020年的20.3公斤。牛羊肉等其他畜产品的需求都出现较大幅度的上涨。奶类产品的需求增长幅度更大,将从2009年的14.9公斤增长到2020年的30.8公斤,增长约1.1倍。本文的预测结果与Huang等(1999)和陈永福(2004)等的相关研究结果较接近。

**表1 中国人均畜禽产品消费趋势（公斤/人）**

	猪肉	牛肉	羊肉	家禽	蛋类	奶类	水产品
2009	20.5	2.38	1.32	10.47	10.57	14.91	14.75
2015	39.3	5.5	3.4	16.8	14.8	22.6	28.2
2020	45.7	7.1	4.2	20.3	17.2	30.8	35.8

数据来源：2009年的数据来自《中国农村住户调查年鉴》和《中国统计年鉴》，其他年度数据作者根据模型预测。对畜禽产品需求量的增加大大刺激了我国饲料产业的发展。我国生产的配合饲料产量已从1980年的100万吨发展到2009年的1.15亿吨，年均增长16%。最近十年，中国饲料产业仍处于高速增长阶段。2000—2010年工业饲料产量年均复合增长率为7.9%。本文的模型分析表明到2020年，中国饲料需求将达到2.43亿吨。

### （三）我国DDGS需求发展趋势分析

随着我国畜牧业发展及对饲料需求的不断增长，DDGS作为一种新兴的、优质的蛋白质来源，在饲料行业将得到更广泛的应用。一方面，DDGS具有优质的营养价值，可以部分替代玉米和豆粕，而且价格相对较低，能够节约饲料成本；另一方面，DDGS作为燃料乙醇的副产品，缓解了燃料乙醇发展和畜牧业发展争夺玉米原料的矛盾。因此，相较于玉米和豆粕等饲料原料，DDGS在成本方面具有一定优势。

为了满足日益增长的饲料原料需求，在未来的很长一段时间内，我国都将是一个蛋白质饲料的净进口国，玉米的进口也会呈现较快增长。本文的模型分析表明，2020年中国玉米和大豆进口量将分别达到1850万吨和6800万吨。根据前面对不同动物饲料中DDGS的添加量的分析，假设其中有10%的进口玉米和大豆用DDGS替代，则我国DDGS的进口量在2020年可以达到860万吨。Jacinto F. Fabiosa等人（2009）对中国DDGS的进口需求的分析认为，最保守的估计，中国2010—2013年

DDGS的年均进口量为300万吨左右，占美国DDGS出口量的37%，并且未来10年，中国国内市场年均可消化1150万吨DDGS。其研究结果略高于本文的模型分析结果。需要说明的是，我国未来DDGS的进口量还受到DDGS进口管理政策变化、玉米和豆粕价格波动等因素的影响，因此具有一定的不确定性。

## 五、结论与政策建议

出于对能源安全和环境污染的日益担心，生物燃料乙醇的发展受到了各国的普遍关注和重视。尽管面临粮价上涨、农业资源紧缺等诸多压力，但是由于技术等因素的限制，利用纤维素、木薯、甜高粱等原料大规模生产燃料乙醇短期内无法实现，玉米仍是生物燃料乙醇的重要原料。玉米燃料乙醇的发展产生了大量的副产品DDGS，由于营养价值较高，DDGS产品可以大大缓解生物燃料乙醇发展与畜牧业发展之间的矛盾，成为重要的饲料原料。

在国内饲料资源有限的情况下，通过国际贸易获得DDGS产品将成为我国未来饲料业的重要趋势。本文的研究表明，随着我国畜牧业的快速发展，对饲料的需求也会快速增长，对玉米和豆粕等的进口量也会出现较快增长趋势。作为对玉米和豆粕等饲料的补充，未来较长一段时间内我国对DDGS的进口可能将持续增加。如果未来用10%的DDGS代替部分玉米和大豆进口，预计2020年中国DDGS的进口量将达到860万吨。

由于DDGS是随着近几年生物能源产业发展而产生的新兴产品，目前我国无论在DDGS的生产、进口和使用方面都还缺乏有效的管理和政策依据。随着未来DDGS进口的快速增长，制定科学和合理的评价机制以及管理机制已成为我国政府的当务之急。2010年12月我国商务部对来自于美国的DDGS展开了反倾销调查。考虑到我国未来可能要进口大量的畜禽饲料的现实情况，本文认为对DDGS的进口管理应该从我国在中长期饲料需求和进口可持续增长的战略角度出发，统筹考虑国内DDGS生产企业、畜牧业生产者和消费者的利益。

## 参考文献

1. Corn Products China News. DDGS from the US faces anti-dumping investigation in China. Vol.4 Issue 1.2011
2. Donley A. Exporting DDGS, China, India may be the next major importing countries of the ethanol byproduct. World Grain, 2008 (4): 36 ~ 41

3.Farзад Taheripour , Thomas W.Hertel , Wallace E.Tyner , Jayson F.Beckman , Dileep K.Birur.Biofuels and their by-products : Glob-al economic and environmental implications.Biomass and bioenergy , 2010 ( 34 ) : 278 ~ 289

4.Fischer , G. , J.Huang , M.Keyzer , H.Qiu , L.Sun and W.van Veen.China ' s agricultural prospects and challenges : report on sce-nario simulations with the Chinagro welfare model covering national , regional and county level , Centre for World Food Studies , Amster-dam , 2007

5.Holly Jessen.Hot Destinations forDDGSExports : China , Mexico , Canada.Ethanol producer magazine.February 15 , 2011.http :

//www.ethanolproducer.com/articles/7486/hot- destinations- for- ddgs- exports- china- mexico- canada

6.Huang Jikun , Scott Rozelle , Mark Rosegrant.China ' s Food Economy to the 21 st Century : Supply , demand and Trade , Economic Devel-opment and Cultural Change , 1999 ( 47 ) : 737 ~ 766

7.Jacinto F.Fabiosa , James Hansen , Holger Matthey , Suwen Pan , and Francis Tuan.Assessing China ' s Potential Import Demand for Distillers Dried Grain : Implications for Grain Trade.2009 , Staff Report 09- SR 104

8.Keith Thornton , 吴幸芳译.如何从美国的玉米加工业前景看待 DDGS.广东饲料 , 2007 ( 4 ) : 9 ~ 10

9.Keyzer , Michiel , Wim.van.Veen.Towards a Spatially and Socially Explicit Agricultural Policy Analysis for China.working paper , Center for World Food Study , Amsterdam , 2006 , No.5

10.陈永福.中国食物供求与预测.中国农业出版社 , 2004

11.邓 蓉 , 阎晓军 , 孙伯川.从农业内部产业结构演进看畜牧业发展趋势.现代化农业 , 2010 ( 10 ) : 32 ~ 34

12.顾尧臣.世界生物燃料生产和消费.粮食与食品工业.2010 ( 2 ) : 1 ~ 8

13.黄季焜 , 仇焕广.我国生物燃料乙醇发展的社会经济影响及发展战略与对策研究.科学出版社 , 2010

14.李 顺.中国畜牧业发展历程分析及趋势预测.畜牧经济 , 2010 ( 12 ) : 25 ~ 31

15.张 铭.DDGS的生产工艺、研究利用现状及在畜禽生产中的应用.饲料工业 , 2008 ( 21 ) : 52 ~ 55

16.职爱民 , 王修启 , 左建军 , 冯定远.玉米DDGS在饲料中的应用.中国饲料 , 2007 ( 17 ) : 37 ~ 39

17.中国饲料.透视行业发展动态把脉行业发展趋势.中国饲料 , 2010 ( 21 ) : 1 ~ 3

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/94890.html>