

非粮食乙醇产业化现状及展望

孙智谋, 侯霖, 张俊波, 周旭, 刘丽萍

(吉林省轻工业设计研究院, 吉林 长春 130021)

摘要: 随着能源问题的日益突出, 清洁、可再生能源-生物植物乙醇越来越被人们所关注, 以木薯、甜高粱为原料的非粮燃料乙醇具有广泛的应用前景, 是中国生物能源产业发展的重点。本文主要介绍了国内木薯、甜高粱燃料乙醇的产业化现状以及未来的发展趋势。

关键词: 燃料乙醇; 甜高粱; 木薯; 产业化

中图分类号: TS262.2; TS261.4; F062.9 文献标识码: A 文章编号: 1001-9286(2009)05-0094-05

Present Status & Prospect of Non-grains Fuel Ethanol Industrialized Production

SUN Zhi-mou, HOU Lin, ZHANG Jun-bo, ZHOU Xu and LIU Li-ping

(Jilin Provincial Light Industry Design & Research Institute, Changchun, Jilin 130021, China)

Abstract: In order to deal with the increasingly serious energy crisis, we have paid more attention to fuel ethanol production by clean and renewable resources such as sweet sorghum and cassava etc. (non-grains raw materials). Sweet sorghum and cassava are promising materials for fuel ethanol production, which is the bioenergy industry development trend in China. In this paper, the present status of and the development trend of fuel ethanol industrialized production by sweet sorghum and cassava in China were introduced in details.

Key words: fuel ethanol; sweet sorghum; cassava; industrialization

随着能源危机、环境危机以及粮食危机问题日益突出, 世界能源发展正步入一个崭新的时期, 即世界能源结构正在经历由化石能源为主向可再生能源、氢能、核能等能源的多元化发展。中国在经济高速增长的同时, 带来的能源消耗过快和环境污染压力日显突出。在世界贸易竞争激烈、化石能源逐渐枯竭的背景下, 从长远观点看, 中国必须寻求发展可再生能源之路, 以支持中国经济的快速可持续发展。

高出 74%, 而高能作物甜高粱比玉米高出 175%。

表 1 各主要农作物产量、酒精产量及能效转换数据^[1]

项目	玉米	木薯	甜高粱	能源甘蔗
单位面积产量(t/hm ²)	5.12	40	90	70
单位面积酒精产量(t/hm ²)	1.658	4.74	7.11	3.87
作物产乙醇含能(MJ/t)	8040	8844	2115	1423
作物产乙醇总能耗(MJ/t)	15179	9575	1450	1498
燃料酒精的能耗转换率	0.53	0.92	1.46	0.95

1 非粮乙醇原料——木薯与甜高粱原料的优势

1.1 能源转化率的分析

从各主要农作物产量、酒精产量及能效转换数据(表 1 中)可以看出, 玉米乙醇燃料有效能效为 0.53, 远远小于 1, 说明产出燃料有效能大大低于投入能量; 薯干乙醇燃料能效转换率为 0.93, 其能效转换率接近 1, 远远大于玉米, 是比较作物中较高的, 但还是小于 1; 甘蔗乙醇燃料能效转换率为 0.95, 其能效转换率低于 1。甜高粱乙醇燃料能效转换率为 1.46, 其能效转换率大于 1, 远远大于玉米, 是所有比较作物中最高的, 其燃料能量转换增加率为 46%; 通过对玉米、木薯、甘蔗、甜高粱等乙醇原料的能量转化率对比来看, 非粮乙醇原料的能量转化率要比粮食乙醇能量转化率高出很多, 木薯比玉米的转化率

1.2 生物乙醇原料成本的分析

除了能量转换效益外, 经济效益也是农作物乙醇的重要指标, 它直接影响到乙醇燃料的推广使用市场。甜高粱是目前世界上生物量最高的作物, 其生物产量潜力很大, 由德国创造的鲜生物量世界纪录达 169 t/hm², 中国湖北公安县创造的全国最高纪录为 157.5 t/hm²。根据国内玉米乙醇生产情况和甜高粱乙醇示范生产情况统计, 以甜高粱茎秆为原料, 每生产 1 万 t 乙醇还可节约 30 hm² 土地资源, 农民种植甜高粱比种玉米可多收入 1500~2250 元/hm²。木薯也是取代玉米等原料生产酒精的理想替代物, 开发木薯酒精资源前景看好。在同样土地资源条件下, 种植木薯可比种植玉米多产近 2 倍酒精。利用木薯进行酒精生产, 整株作物无废料, 利用效率很高。木薯、甜

收稿日期: 2008-12-19

作者简介: 孙智谋(1965-), 男, 长春人, 大学本科, 研究员, 曾在美国普度大学再生资源研究室做过访问学者, 在丹麦瑞速国家研究院进行了纤维质生物能源的研究, 主要从事秸秆类生物质能源方面的开发与利用, 曾参加国家十五、十一五科技攻关项目, 发表论文数篇。

高粱、玉米、甘蔗生产酒精的经济性比较结果见表 2。

表2 木薯、甜高粱、玉米、甘蔗生产酒精的经济性比较

项目	鲜木薯	木薯干片	玉米	甜高粱	甘蔗
原料价格(元/t)	500	1535	1500	200	280
原料单耗(t)	7	2.8	3.2	16	14
原料成本(元/t)	3500	4298	4800	3200	3920
酒精加工费(元/t)	800	600	800	800	700
酒精生产成本(元/t)	4300	4898	5600	4000	4620
酒精市场价(元/t)	5500	5500	5500	5500	5500
盈亏额(元/t)	1200	602	-100	1500	880

根据木薯、甜高粱、玉米、甘蔗生产酒精的经济性比较,可以得出甜高粱、木薯(木薯干)、甘蔗等原料制取燃料乙醇的经济效益比较明显。用非粮作物为原料生产乙醇的成本在 4500 元左右,而用玉米生产燃料乙醇的成本在 5500 元以上。按平均亩产 400 kg 玉米计,每亩玉米生产燃料酒精不到 120 kg;而每亩甜高粱秆可生产 250 kg。通过对生物燃料原料成本的比较,即使在原料价格较高的情况下,以鲜木薯、薯干、甜高粱为原料的燃料乙醇依然可以获利。

1.3 开发宜耕边际性土地资源种植生物乙醇能源作物

发展生物乙醇的前提条件之一是稳定的原料生产及供应。如何因地制宜地选择适合中国的生物乙醇原料,对发展中国的生物乙醇能源产业至关重要。开发使用集中连片的宜耕边际性土地,容易形成规模效应。利用这部分宜耕边际性土地资源种植能源作物生产生物乙醇,全国将获得超过 2625 万 t 生物乙醇产量,约占中国年汽油消费量的 47.4%。这是中国近期有望实现的生产潜力。2007 年中国汽油消费量 5533 万 t,据此计算,要满足全国 E-10 乙醇汽油的添加需求,需要生物乙醇 553.3 万 t。而中国集中连片的宜耕边际性土地生产生物乙醇的潜力为 2625 万 t。因此,仅利用其中的 21.1%,就可以满足全国 E-10 乙醇汽油的需求。而开发利用其中的 50%,则可以替代全国 23.7%的汽油消费量。中国可用于种植生物

乙醇能源作物的集中连片边际性土地资源见表 3。

从表 3 中各省(自治区)的分布来看,新疆生物乙醇的潜力最高,占到全国的近一半;其次是甘肃、山东、江西、宁夏、青海、黑龙江、江苏、吉林等地。因此,国家发展甜高粱乙醇产业布局可以优先考虑这些省区。其资源特点适合规模化生产,有利于中国甜高粱乙醇能源产业的形成。

木薯目前主要在广西、海南、云南和广东省种植,全国适合种植木薯的土地面积大约有 29.67 万平方公里,广西占有 11.40 万平方公里^[3],近 1.8 亿亩,位居全国第一位(见表 4)。此外,广西拥有旱地和坡地约 200 万 hm² 以上适于发展木薯生产,发展空间比较大。按目前广西鲜木薯平均亩产 1.3 t 计,广西木薯资源蕴藏量至少为年产鲜薯 3900 万 t,相当于生产燃料酒精 541 万 t。如单产量提高到亩产 3 t,资源蕴藏量将达到年产鲜薯 9000 万 t,相当于生产燃料酒精 1250 万 t。广西与全国各省(区)热作区土地面积比较结果见表 4。

表4 广西与全国各省(区)热作区土地面积比较结果

地区	面积(万平方公里)	占全国比重(%)
全国热作区	29.67	100
广西热作区	11.40	38.42
云南热作区	7.80	26.29
广东热作区	4.60	15.50
海南热作区	3.39	11.43
福建热作区	2.47	8.32

2 非粮乙醇产业化现状及展望

根据国家《可再生能源发展“十一五”规划》安排^[4],计划在东北、山东等劣质土地资源丰富的地区集中种植甜高粱,发展以甜高粱茎秆为主要原料的燃料乙醇;在广西、重庆、四川等地重点种植薯类作物,发展以薯类作物为原料的燃料乙醇;开展以农作物秸秆等纤维素生物质为原料的生物燃料乙醇生产试验。到 2010 年,以非粮生物质为原料的燃料乙醇年生产能力达到 200 万 t。但由于受到今年全球性的能源危机、金融危机、粮食危机的影

表3 中国可用于种植生物乙醇能源作物的集中连片边际性土地资源^[2]

省(自治区)	可用于生物乙醇能源作物种植的集中连片边际性土地(hm ²)					生物乙醇潜力(万t)
	荒草地	盐碱地	滩涂	其他未利用地*	合计	
吉 林	21591.35	130990.75	5421.70	9145.11	167148.91	62.68
黑龙江	159718.56	7101.39	25664.99	13975.93	206460.87	77.42
山 东	124547.95	111793.72	28097.90	77699.40	342138.97	128.30
甘 肃	432270.64	92424.64	3818.73	217836.98	746350.99	279.88
宁 夏	170331.79	20802.73	1398.33	56245.55	248778.40	93.29
新 疆	1752443.01	234315.21	23743.38	1266548.66	3277050.26	1228.89
江 苏	37981.16	5343.12	70381.25	65792.84	179498.37	63.71
江 西	203538.83	0.00	40280.04	21709.91	265528.78	99.57
青 海	137493.60	49917.13	1977.03	42538.15	231925.91	86.97
全 国	3615837.20	800490.08	547289.70	2037946.90	7001563.88	2625.58

注:甜高粱每公顷产量60~120 t,以每公顷最低产乙醇量3.75 t计算生物乙醇的潜力。

响,使非粮食乙醇的发展遭到重创。现代农业其实就是“石油农业”,与之相关的化肥、农药、农用机械、农用柴油等现代农业的生产要素在农业生产的所占的比例越来越大,达到80%。能源危机产生的蝴蝶效应导致非粮乙醇原料价格的飞涨,被寄予厚望的非粮乙醇在高油价下并未能实现迅猛发展。

截至目前,全国在建非粮乙醇项目的总产能仅达到20万t,这离国家发改委公布的《可再生能源发展“十一五”规划》发展目标尚有180万t的缺口。原料成本高以及缺乏国家相关政策的扶持制约了非粮乙醇的发展。目前的非粮乙醇项目主要是以木薯为原料,如中粮集团在广西北海的项目;其他的如甜高粱项目因为难度太大而暂时还未启动。按照《规划》要求,到2010年以非粮生物质为原料的燃料乙醇年生产能力要达到200万吨。如今,“十一五”已经过去一半多时间,即使现在还有相当一部分的产能等待审批,但要在剩下2年左右时间里再建设180万t产能几乎已经是不可能完成的任务。

2.1 甜高粱乙醇产业化现状

吉林燃料乙醇有限公司投资6500万元年产3000t甜高粱茎秆制乙醇示范项目在江苏省盐城地区东台市^[5]正式启动。2007年吉林燃料乙醇有限公司在东台试种了五六百亩甜高粱,实际平均每公顷只收获了20多t甜高粱茎秆,每亩的收益不过500多元。2007年12月,吉林燃料乙醇有限公司采用固态发酵技术试生产了几吨乙醇溶液,结果乙醇含量仅为20%多。

中粮集团2006年10月开始甜高粱制乙醇项目^[6]的研发,虽然中粮集团做了非常完整的两种工艺路线的技术经济分析和项目评价,但项目存在的问题主要还是原料本身和能耗。2007年3月,中粮与全球500强企业英国BP公司在河北黄骅、山东阳信和内蒙五原分别搞了甜高粱试验田。农户方面,已经达成种植意向和确定大概的种植区域,然而,2008年4月份,中粮集团突然发函以甜高粱乙醇的发展不符合中粮集团未来发展战略为理由暂时退出已经合作了1年多的甜高粱项目。

山东滨州光华生物集团公司是全国第一家甜高粱产业化企业^[7],2005年在滨州阳信县投资2500万元建成年生产能力为5000t燃料乙醇的企业,拥有知识产权“甜高粱秸秆发酵生产燃料乙醇新工艺”,其特点是3个“一步法”。逐步实现了甜高粱制乙醇的产业化,成功地解决了原料生产季节性与工业加工全年性之间的矛盾,有效地克服了原料体积巨大、储藏保鲜困难、运输工作量大的难题,全面降低了甜高粱制乙醇的成本和费用,较大幅度地提高了甜高粱制乙醇的经济可行性,为甜高粱制乙醇的规模化创造了技术条件和经济条件。但因为生产出的燃料酒精没有国家发放的燃料酒精生产配额,如果按食用

酒精的价格,每吨燃料酒精赔500~1000元。因此,作为全国第一家以非粮作物制造燃料乙醇的滨州光华生物集团公司尽管技术已臻成熟,但停产已经将近1年之久。

国家“十五”863课题“甜高粱茎秆制取乙醇”示范项目已顺利验收。目前,在大量种植玉米的地区,如内蒙古托克托县、辽宁朝阳市、黑龙江省桦川县、新疆吐鲁番和山东省的安丘市、高唐县等地都进行了甜高粱的种植和制取乙醇的产业化示范工程,并取得较好成效。其中黑龙江省桦川县桦川四益公司建设了年产5000t乙醇能力的甜高粱茎秆固体发酵工业化生产示范工程,采用的茎秆固体发酵工艺生产乙醇,体现了项目的综合经济效益及循环经济的特点。黑龙江省土地资源丰富,适于甜高粱生长,易于组织农民大面积种植,产量较高,茎秆价格低,乙醇生产原料有保证;发展能源作物甜高粱,有利于促进农业结构调整,提高农民收入;综合开发效益宽广,整棵甜高粱全部可以转换为有用的资源。

2.2 木薯乙醇产业化现状

2007年年底广西鲜木薯原料的价格基本维持在400元/t,由于全球粮食危机,2008年上半年广西鲜木薯原料的价格已经达到600~700元/t,还很难买到。由于广西鲜木薯原料的价格上升了62.5%,导致生产木薯酒精的利润下降83%;广西木薯干片的价格也从2007年年底的1150元/t涨到1550元/t^[9],上涨幅度达到34.7%,导致木薯酒精的利润下降17.6%;与此同时,玉米的价格也从2007年1330元/t涨到1750元/t,上涨幅度达31.5%,导致每吨盈亏额增加25.8%。尽管全球粮食危机使木薯酒精企业利润大幅减少,但至少还能维持,而玉米制酒精亏损的幅度是企业难以承受的。

广西中粮生物质能源有限公司是我国第一个以非粮为原料的燃料乙醇试点项目,木薯燃料乙醇年产能达20万t,每年需鲜木薯150万t,对原材料基地的需要量是40万t。而整个北海的木薯种植面积仅15万亩。中粮的打算是在3年内在当地建成40万亩基地,但这期间的缺口,则需要向越南等国大量进口。目前,由于原料价格的飙升,广西中粮的20万t燃料乙醇项目效益没有达成预期^[10],截至9月30日,公司已经生产乙醇8.1万t,实现产值4.05亿元,纳税1700多万元。

广西农垦集团的明阳生化科技股份有限公司是目前国内最大的木薯淀粉、变性淀粉生产企业,以木薯原料基地开发和原料初加工项目为发展基础,以木薯变性淀粉、酒精深加工项目为纵深拓展目标^[11],经过10多年的实践,摸索出一套比较成熟的直接用木薯渣、黄浆生产酒精的工艺技术,不仅有效解决了淀粉生产的废渣处理问题,实现了资源的有效利用,也取得了明显的经济效益^[12]。现酒精生产规模已达到5万t。目前,在生产过程中,公司将

木薯淀粉加工时产生的木薯渣配以鲜木薯或木薯干片生产酒精,从而降低酒精的原料成本,生产酒精后产生的酒糟渣用于生产纸模产品或者脱水后制成饲料或有机肥,木薯皮则用于生产生物肥供农民使用;另外,将酒精、淀粉废水进行资源化处理,用于生产沼气进行发电或用于锅炉燃烧,从而减少废水造成的环境影响,同时生产了清洁的能源,实现农民、企业、政府、环保多赢的局面。

传统的燃料乙醇厂正在面临转型。作为国内历史最长、最具代表性的乙醇生产企业,河南天冠集团拥有年产 50 万 t 燃料乙醇的生产能力。目前,天冠已对原有乙醇生产线进行改造,形成了 20 万 t 木薯类燃料乙醇生产能力。原料的上涨,已经让许多企业开始向国外发展,天冠目前已经在老挝投资 2000 万人民币^[13],租赁 5 万 hm² 土地种植木薯,租赁期为 60 年。最初 5 年在老挝种植的木薯将运到中国加工,5 年后在当地建立工厂,计划每年消耗 80~90 万 t 木薯。这一项目,可解决天冠乙醇生产 1/2 的用粮,缓解国内生产原材料短缺的状况。目前,在老挝的投资已经开始创造效益,每年可盈利 800 万美元以上。

发展非粮食乙醇的首要条件是解决原料的生产及供应问题,由于目前木薯、甜高粱的种植还远未达到非粮乙醇产业化所需要的规模,产量方面也无法满足非粮乙醇企业的发展要求,无论在原料的合理布局还是在种植品种以及单产上都存在一定的问题,在很大程度上制约非粮乙醇产业化的进程。此外,木薯和甜高粱都存在原料供给的季节性、原料运输半径太大以及在大规模产业化推广前,成熟产业化发展模式的确认。从事生物能源生产需要大量的资金投入和财政扶持,而目前的金融市场形势使得许多企业不得不退出这一行业。一些企业如果没有强大的财力,很难应对市场发生的如此大幅度的波动。

3 未来非粮乙醇发展模式的探究

3.1 甜高粱未来产业化发展浅析

非粮乙醇发展迟缓,跟生物质本身的局限性有很大关系,木薯、甜高粱都有季节性的特点,必须按其生长季节来播种、收割。前期需要大量的人力物力来成规模地种植,在收割之后又需要及时地进行加工,否则糖分就会很快流失,影响能源转化效率。而到目前为止,我国还没能建立起来一套比较成熟的生物质能产业化生产体系。随着甜高粱制取燃料乙醇产业的规模化发展,将会带动能源作物甜高粱种苗培育、粮食生产、粮食综合加工、饲料、养殖、肉类加工、有机绿肥、土壤改良等一系列产业链的规模化发展,促进循环经济的发展,成为甜高粱种植地区一个新的经济增长点,带来巨大的经济社会效益。甜高粱茎秆生产乙醇后的余渣可以作为饲料、肥料,还可以深加工

制取中、高档纸浆。生物质能开发利用不是单一部门的事,也不是单一行业的事,而是一个以能源为核心涉及多部门、多行业,包括科研、农业、工业,囊括上、中、下游,产、供、销一体化的复杂的系统工程。

正如肖遥等^[14]“非粮乙醇缺少‘领头人’距离规划尚缺 180 万 t”中分析的那样,非粮乙醇的产业化发展必须有像中石油、中石化这样的国企牵头来打通产业下游链接市场,国家再对燃料乙醇产业实施弹性亏损补贴,建立参考保护价,若低于这一标准就予以补贴,才可以很好地解决非粮乙醇的经济性问题。现在不少已经介入甜高粱示范项目的民营企业,都处于停产、半停产状态。主要原因是没有燃料市场的准入证,生产出的燃料酒精不仅不能享受国家的补贴,而且只能以食用酒精的价格出售。此外,甜高粱在种植、贮运、以及农业生产的季节性问题和工业化生产的连续性问题间的矛盾还有待解决。

根据燃料酒精厂产生规模效益的合理规模应该在年产 50 万 t 以上以及国家发改委于 2007 年开始关停年产 3 万 t 以下的酒精厂的要求进行假设,笔者认为民企可以在甜高粱乙醇的产业链中负责原料粗加工环节,规模应该以年产 5~10 万 t 为宜,以每公顷土地产 60 t 甜高粱测算,运输半径在 6.5~9.2 km 之间,这样既可以解决乡镇资金不足的问题,又能很好地在小范围内组织原料种植、收割,降低原料的运输成本,由于粗加工形成一定的规模,同时也可以促进副产物的综合利用,带动整个产业的良性循环,不仅可以给企业带来可观的效益,还可以带动地方经济的发展,增加农民的收入,促进地方的经济增长。通过合理的粗加工工厂的布局,中石油或中石化可以以 10 个或更多的粗加工为中心,建一座年产 50 万 t 左右的加工厂,将粗加工的乙醇变为燃料乙醇,再通过原有的销售网络流通到市场上。

3.2 木薯乙醇产业化发展浅析

国内木薯燃料乙醇大规模生产以中粮广西项目(每年 20 万 t)的技术最具有代表性,其技术起点高,汲取了近这些年来各厂技术改造的成果。其工艺特点:原料预处理采用干法风送二级粉碎、湿法泵送、粉浆回流拌料工艺;生产中采用双酶法中温喷射液化、无糖化大罐浓醪间歇发酵、多塔多耦合差压精馏和分子筛变压脱水等工艺;酒精糟液的综合利用则采用国际先进的 IC 反应器处理废水,副产物沼气回锅炉燃烧,进行热电联产,实现清洁生产 and 产业可持续发展。以上先进工艺的采用使木薯燃料乙醇生产的能耗、水耗、物耗及污水排放等指标都接近或达到国际先进水平。以乙醇纯度 99.15% 为标准,按木薯干淀粉含量 67% 的标粮计算,原料消耗低于 3105 t;耗水低于 1217 t;木薯燃料乙醇能耗折标煤低于 500 kg;蒸汽消耗降至 118 t/t 乙醇;为实现无污染生产,公司采用在

全球领先的“帕克”设备对废水进行处理,处理过程产生污泥,每天污泥量 100 t,污泥是生产有机肥的好原料,处理后的废水达到国家排放标准,具备推广的价值^[16]。

就像岳国君等^[17]“中粮集团公司玉米深加工产业的发展现状与展望”中阐述的那样,木薯原料生产燃料乙醇还存在原料运输贮运、供给、生产工艺、设备等诸多方面的问题。特别是国内木薯生产难以满足发展燃料乙醇的需要,进口木薯原料价格不稳定,以及木薯乙醇生产中产生的污水未经有效处理即排放,对当地及下游环境造成严重影响等问题。非粮作物与粮食作物生成燃料乙醇应该因地制宜,相互补充,实现燃料乙醇的工业化连续生产,并可在生产过程中选择最经济的原料进行生产,以降低生产成本。这样既可解决粮食资源,又可以缓解非粮作物生产燃料乙醇过程中存在的问题。

为了缓解由于粮食危机造成木薯原料价格的上涨,给木薯企业的发展带来诸多的不利因数,许多国内的企业相继在泰国、越南、柬埔寨、老挝等国建立自己的原料基地,以降低由于原料价格不稳定给企业发展带来的不利因素。目前,国家给予玉米乙醇燃料企业的补贴金额为 2251 元/t,从扶持木薯乙醇燃料产业角度出发,预计未来国家对木薯乙醇燃料企业的补贴将高于玉米乙醇燃料企业的补贴标准。通过国家政策对木薯企业的补贴和扶持,能促进木薯企业向规模化、集约化发展,增强企业的抗风险能力。

综上所述,开发农业能源,创建以甜高粱、木薯为原料的生物质能产业链,是中国农业面临的历史机遇,不仅可以从战略角度上解决中国能源不足的问题,保证国家粮食安全,而且在全球经济不景气条件下,刺激内需,拉动中国经济的增长。“十一五”期间,国家发改委发布了《可再生能源中长期发展规划》,国家将加大财政税收等方面支持力度,支持发展生物质能源开发利用。虽然,到目前为止,由于种种原因,甜高粱产业化的步子还比较缓慢,但国家可再生能源中长期规划制定的 2020 年的目标是:燃料乙醇年生产规模达到 1500 万 t。如果用甜高粱、木薯加工燃料乙醇 1000 万 t,将为甜高粱、木薯等非粮食乙醇产业的发展带来前所未有的发展机遇。甜高粱、木薯等非粮乙醇能源产业化发展是适合我国人多地少这一基本国情,它对我国农业、畜牧业、能源、制糖、造纸等工业的发展,将具有重大的意义。而且对增加农民收入、改善农村环境、拉长农业产业链起到举足轻重的作用,可以

说是一举多得。

参考文献:

- [1] 张纪鹏,等.农作物乙醇燃料的综合效益分析[J].农业工程学报,2008,24(3):299-303.
- [2] 严良政,等.中国能源作物生产生物乙醇的潜力及分布特点[J].农业工程学报,2008,24(5):213-216.
- [3] 全球燃料乙醇行业现状分析[EB/OL]. <http://www.in-en.com/newenergy/html/newenergy-1530153014208468.html>, 2008-07-07.
- [4] 中华人民共和国国家发展和改革委员会.可再生能源中长期发展规划[EB/OL].<http://ghs.ndrc.gov.cn/ghwb/115zxgh/P020070929518283229841.doc>,2007-09-28.
- [5] 孙岩冰.吉林乙醇的东台实践[J].中国石油石化,2008,(9):45-47.
- [6] 李辉.中粮非粮燃料乙醇项目暂停调查[EB/OL].<http://www.newenergy.org.cn/html/0087/7280819409.html>,2008-07-28.
- [7] 种昂.首个非粮燃料乙醇项目非常停产[EB/OL]. http://www.eeo.com.cn/industry/energy_chem_materials/2008/08/19/110839.html, 2008-08-19.
- [8] 翁炫伟,等.甜高粱茎秆制取燃料乙醇产业纵向合作模式调查分析[J].可再生能源,2007,25(3):92-96.
- [9] 影响木薯淀粉价格的因素分析[EB/OL]. <http://www.gxnk.com.cn/ReadArt.,2008-08-13>.
- [10] 生物燃料乙醇产业生态调查[EB/OL].http://www.gxi.gov.cn/bgcy/bgcy_jtny/bgcy_jtny_scfx/200804/t20080422_46806.htm, 2008-04-22.
- [11] 广西农垦明阳生化“走出去”硕果累累[EB/OL]. http://www.cncassava.com/news_view.asp?id=4659,2000-05-01.
- [12] 陈立胜(Chen LS),潘瑞坚(Pan RJ).广西轻工业(Guangxi Journal of Light Industry),2007,1:24-25.
- [13] 冯迪凡.河南天冠企业张晓阳:探索“非粮”乙醇产业化[EB/OL]. <http://www.wabei.com/news/Dialogue/200807/130499.html>,2008-07-29.
- [14] 肖遥.非粮乙醇缺少“领头人”距离规划尚缺 180 万吨[EB/OL].第一财经日报. <http://www.newenergy.org.cn/html/0089/9230821433.html>,2008-09-23.
- [15] 发改委加快编制生物燃料乙醇专项规划和产业政策[EB/OL].<http://www.china5e.com/news/newpower/200610/200610190216.html>, 2006-06-19.
- [16] 岳国君,等.我国燃料乙醇生产技术的现状与展望.[J].化学进展,2007,19(7/8):1084-1089.
- [17] 岳国君,等.中粮集团公司玉米深加工产业的发展现状与展望.[C].2007 中国玉米化工国际论坛.

酿酒科技 酒圃曲苑