

# 小麦综合利用生产燃料乙醇概述\*

杜风光,陈伟红,闫德冉,武健锋,闫振丽,宋伟涛

(河南天冠企业集团技术中心,河南 南阳 473000)

**摘要:** 简述当前小麦生产酒精中存在的问题,分析工艺过程中潜在的可利用资源,提出小麦生产燃料乙醇中的综合利用目标和研究重点,以降低综合成本。

**关键词:** 小麦; 麸皮; 燃料乙醇; 胚芽; DDG

中图分类号: S512.1; TS262.2 文献标识码: A

文章编号: 1001-9286(2003)02-0049-02

## Summary of Synthetical Utilization of Wheat to Produce Fuel Alcohol

DU Feng-guang, CHEN Wei-hong and YAN De-ran et al

(Technical Center of Tianguan Enterprise Group., Nanyang, He'nan 473000, China)

**Abstract:** The existed problems in alcohol production by wheat were introduced briefly and the latent available resources in its technical processes were analyzed. Furthermore, to reduce the production costs, the synthetical utilization goal of wheat to produce fuel alcohol and the relative research key points were put forward in this paper. (Tran. by YUE Yang)

**Key words:** wheat; bran; fuel alcohol; embryo; DDG

### 1 小麦生产酒精的回顾

利用小麦生产酒精(乙醇),过去仅有少量使用,基本上采用传统薯干或玉米酒精生产工艺<sup>[1-4]</sup>,即进行干法粉碎、双酶法糖化液化、发酵、蒸馏、酒糟滤饼滤液制DDGS饲料、冷凝液进行曝气处理达标排放(我厂目前采用酒糟滤饼制DDG饲料,滤液制沼气,沼气消化液综合治理的路线)。

1.1 小麦中含有的麸皮、谷朊蛋白中的大部分不能被酒精酵母所利用,最后全都进入饲料,成为低价值产品(普通DDGS饲料,小麦DDGS蛋白含量比玉米DDGS高8~10个百分点,达36%~37%)<sup>[2-3]</sup>。

1.2 由于谷朊蛋白(约10%)和戊聚糖的存在,造成粉碎后配料时泡沫严重,在糖化、液化、发酵时产生大量泡沫甚至溢出<sup>[2-3]</sup>,造成了浪费,我厂采用与薯干、木薯等混用以解决此类问题。

1.3 由于麸皮(约15%)和谷朊蛋白大量存在,造成粉碎拌料、糖化、液化、发酵液粘稠度大增<sup>[3]</sup>,使得浓醪发酵(由于戊聚糖、谷朊粉的影响)难以实现,导致用小麦生产酒精时发酵终了时含酒精量仅在9%左右<sup>[1-4]</sup>,降低了设备的利用率;同时这些物质的存在,在蒸馏时要多耗用部分蒸汽(10%~20%),也要求使用特殊的塔板结构,增大了设备投资,降低了使用效率。

1.4 由于大量麸皮存在酒糟中,蒸发浓缩时很快结垢<sup>[3]</sup>;从我厂使用小麦糟清液进行沼气发酵的情况来看,也有同样问题,经分析结垢主成分为磷酸盐类,应是由于麸皮中存在的植酸盐(环己六醇六磷酸酯盐)所致。据资料显示,小麦中植酸磷含量为0.23%,而麸皮中植酸磷含量为0.99%<sup>[5]</sup>,植酸盐是磷盐的主要存在形式,占总磷的60%~80%。可以看出,由于麸皮的提取率一般为15%~25%,植酸磷主要存在于麸皮中。

### 2 小麦生产燃料乙醇的缘故

国家已确定在2005年前初步形成推广使用车用乙醇汽油的局面,并在河南省郑州、洛阳、南阳,黑龙江省肇东、哈尔滨5城市进行

试用。继吉林省新建60万吨燃料乙醇项目开工建设后,河南、安徽两个年产30万吨新建项目的前期工作进展顺利<sup>[6]</sup>。我国在“十五”规划对车用乙醇汽油“十五”发展专项规划论证中,专家们明确指出“在中国加入世贸组织、农业面临巨大冲击、原油进口日趋增加、环保压力日益增大的环境下,推广使用车用乙醇汽油是国家的一项战略性举措,中国燃料乙醇产业发展应定位于改善国民经济二元结构,保护环境和推动农业产业化上,并要以此为目标把中国燃料乙醇逐步建设成为一个生产工艺技术先进成熟、综合利用水平较高并有经济竞争力和国际影响力的全新产业”。

河南省是我国小麦主产区之一,小麦产量长期稳定在2150~2350万吨,占全国小麦总产量的18%,居全国之首。但由于市场持续疲软,原粮顺销受到制约,2000年全省小麦周转库存量达1736万吨,相当于年平均产量的78.7%,根据有关部门的测算,合理的周转库存以500万吨以下为宜,至少超储了1200多万吨。过大的粮食库存不仅占压了大量资金,而且也给财政带来了沉重的负担,仅1999年粮食风险基金和超储补贴就占省级财政预算收入的1/3以上。由于小麦价格持续走低,2000年河南农民种植小麦的收益从1996年的378元/亩下降到56元/亩(以每亩地产400kg小麦计,资料来源:河南省粮食局),小麦收购价比1999年下降19.2%。当前解决小麦出路,减轻财政负担,促进小麦转化和深加工增值,已成为河南省各级政府亟待解决的问题。河南省委、省政府提出了把河南建成全国重要的优质小麦生产和加工基地的战略目标,并作为实现河南“十五”国民经济发展和经济结构调整的重大举措之一,出台了一系列扶持政策<sup>[7-8]</sup>。

### 3 小麦生产燃料乙醇全过程分析

对小麦及整个生产工艺中价值产品的有效分离是降低小麦生产燃料乙醇成本的关键,其中可作为单独产品的有:

3.1 麸皮饲料<sup>[4]</sup> 小麦中含有15%左右的种皮,其主要组成为纤

收稿日期:2002-09-24

\* 河南省重大科技攻关项目。

作者简介:杜风光(1969-),男,总工程师,技术中心主任。

纤维素、半纤维素,它是很好的饲料和低聚糖生产原料,富含多种动物所需要的氨基酸,对促进家畜、家禽的快速成长具有良好的功用。小麦麸皮市售价格在700~800元/t间波动,一直是饲料行业重要的配合饲料混配组分,而且市场用量很大,一直处于供应偏紧的状况。同时麸皮饲料是在原料粉碎(脱皮)过程中伴生的,基本不构成独立生产成本的增加。麸皮产品通过深加工,可得到具生理活性的膳食纤维、低聚糖和酶类。

3.2 谷朊粉(小麦蛋白)<sup>[9]</sup> 谷朊粉是小麦的一个主要成分,一般含量在10%~14%,随小麦品种不同而稍有差异。谷朊粉与淀粉共生镶嵌于小麦籽粒中,在燃料乙醇生产的原料粉碎过程中,淀粉与谷朊粉破碎,利用它们的不同物理性质,经过三相卧螺离心机分离把淀粉与谷朊粉分离开来。由于谷朊粉不能在酵母作用下生产乙醇且对酵母本身的生长贡献较少,但它又有独特性质,如可使面粉品质提高,改善面粉的筋道性和吸水性,从而使面粉行业提高专用面粉的质量,因此谷朊粉在市场上售价远远高于面粉,也可以用于饲料工业。目前国内售价根据档次不同而不同(即谷朊蛋白的活性),吸水率<150%的仅在5000元/t,吸水率>180%的可达8000~10000元/t。按酒精生产要求,原料中尚需一定的蛋白以便于微生物生长繁殖,因此勿需把小麦中的谷朊粉全部提出(全部提出成本费用会大大增加)。

3.3 胚芽产品 胚芽的提取率为0.3%~0.5%,胚芽中富含蛋白质、天然维生素E和矿物质<sup>[4]</sup>,胚芽可以制取胚芽油、维生素E、麦胚食品、蛋白等。

3.4 DDG(高蛋白饲料酵母) 原料分离出部分麸皮和谷朊粉后,发酵醪中的主要成分是淀粉,发酵终了后淀粉被消耗掉,剩余的主要是高蛋白的酵母菌体和残余小麦蛋白,经分离干燥后成为高蛋白含量的饲料添加剂,其蛋白含量高于鱼粉(40%以上),而且是酵母和植物蛋白,没有人造的添加剂,饲养禽畜绝对是安全的。世界上由于欧、日等发达国家不断发生疯牛病,使人们对于应用人类饲养动物尸骨制品作为动物饲料添加剂产生疑虑,纷纷要求废止利用牛羊等饲养偶蹄类动物尸骨作为饲料添加剂<sup>[10]</sup>,这就为利用植物和酵母蛋白提供了较为广阔的应用前景。DDG高蛋白饲料可提取干体0.05~0.10 t/t燃料乙醇(约一半回用于发酵液中),参考市场鱼粉售价3000元/t左右。

3.5 二氧化碳 燃料乙醇生产发酵过程中随着乙醇的生成,将有等分子的二氧化碳伴生溢出,其理论产量相当于乙醇产量的95%。由于受市场需求量的限制,低温低压液体二氧化碳只能回收一部分,供应周围碳酸饮料生产和冶金、机械制造行业使用。

3.6 其他 还有少量的杂醇油(燃料乙醇的0.2%~0.3%)可作为产品销售或进行精制加工。目前我公司技术中心正在进行的有关的其他研究,包括:从杂醇油中分离提取旋光异戊醇(L-2-甲基丁醇),利用杂醇油中的3-甲基丁醇经溴代、氨解、拆分生产L-缬氨酸,利用杂醇油中的3-甲基丁醇发酵生产保健食品HMB( $\beta$ -羟基- $\beta$ -甲基丁酸),将酶技术等应用于小麦酒精发酵中以提高淀粉利用率等。小麦胚芽、小麦麸皮的深加工<sup>[11]</sup>也正在调研实施。

#### 4 研究重点

4.1 针对酒精生产的特点设计面粉加工和谷朊粉全效分离技术,改造、简化传统的小麦淀粉、谷朊粉生产工艺,以降低粉碎加工成本,减少谷朊粉分离中不必要的分离步骤(如淀粉的多次洗涤),将A淀粉浆、B淀粉浆混合进入下一道工序。

4.2 低温液化、清液高密度菌株快速浓醪发酵工艺(包括各种酶、营养盐的使用)及相配套的发酵设备技术,目前可以达到发酵终了酒度在13.5%~15.5%,发酵时间控制在50 h左右(后续将有报道)。

4.3 发酵后酵母分离、回用、制DDG高蛋白饲料技术。

4.4 适合燃料乙醇特点的双塔差压精馏技术,简化食用酒精生产工艺,减少杂质的分离,降低设备投入和能源消耗(请参考变性燃料乙醇国家标准和食用酒精国家标准)。

4.5 2-甲基丁醇、HMB( $\beta$ -羟基- $\beta$ -甲基丁酸)、小麦副产品综合利用、酒糟废液治理等。

#### 5 预计达到的主要技术目标

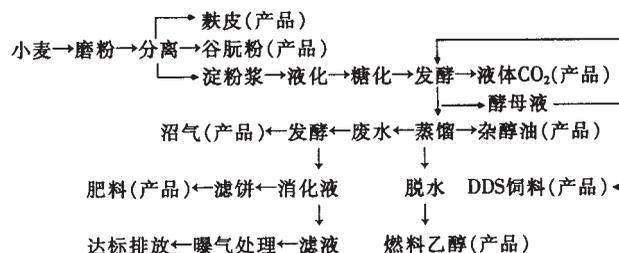
5.1 吨燃料乙醇单耗3.5 t小麦。

5.2 谷朊粉得率为0.28 t/t燃料乙醇,制造费用低于2000元/t;麸皮0.52 t/t燃料乙醇,DDG高蛋白饲料得率为0.05~0.10 t/t燃料乙醇,制造费用低于600元/t。

通过以上技术的实施,达到提高小麦综合利用的附加值和降低燃料乙醇生产成本1000~1500元/t的目标。

#### 6 工艺流程

原粮小麦中的磨粉、脱皮(按85%面粉)制取淀粉浆,同时得到副产品麸皮(占小麦的15%)、谷朊粉(占小麦的8%)、淀粉浆配成25%~30%料浆浓度,进行喷射液化(90℃),糖化,发酵,发酵后使用卧螺离心机分离酵母,酵母液50%回发酵或酒母作为部分种子,50%烘干作为DDS饲料,发酵醪分离后的清液部分使用双塔差压蒸馏,所得95%酒精经吸附塔吸附脱水得到燃料乙醇产品。蒸馏排出的酒糟水部分制沼气,沼气消化液加入絮凝剂沉淀,压滤脱水得到的滤饼烘干后得生物肥料,滤液进行曝气处理达标排放(注:另一思路为多效浓缩,要和DDG综合考虑)。



注:此项目的实施得到了河南省科技厅的大力支持,为河南省重大科技攻关项目,此攻关项目为河南天冠集团300000 t/年燃料乙醇的重要设计基础之一,目前正在实施中。

#### 参考文献:

- [1] 徐志坚.用小麦生产酒精[J].酿酒科技,2000,(2):92.
- [2] 皇甫亚柱,等.小麦原料酒精及DDGS生产工艺的探讨[J].酿酒科技,2001,(4):54-55.
- [3] 谢林,吕西军.玉米酒精生产新技术[M].北京:轻工业出版社,2000.
- [4] 周惠明,陈正行.小麦制粉与综合利用[M].北京:中国轻工业出版社,2001.
- [5] 游金明,瞿明仁,等.动物营养对环境的影响及营养学调控方法[J].饲料研究,2001,(4):
- [6] 刘铁男,王伟.蓄势待发的中国燃料乙醇产业[C].国际燃料酒精技术交流会,2001.
- [7] 中国农业部.2001年中国农业发展报告[R].北京:农业出版社,2001.
- [8] 刘海法,党涂霖.给小麦找出路就是给河南农业找出路、给农民增收找出路,河南省的实践在回答——小麦的“产业链”有多长[EB/OL].  
http://www.ced.com.cn.2002-04-25.
- [9] 吴红奎.漫谈谷朊粉[J].西部粮油科技,1999,(3):
- [10] 魏忠杰.民以食为天,食品安全常抓不懈[EB/OL].  
http://www.xinhuanet.com.
- [11] 江和源,吕飞杰,台建祥.小麦胚和小麦麸皮的成分及其开发利用[J].粮食与饲料工业,1999,(11):5-6.