

# 我国酒精工业和饲料工业发展途径的探讨

## ——综合平衡，统一安排酒精和饲料工业的发展

章 克 昌

本世纪七十年代以来，在两次石油危机的刺激下，国际上兴起了一阵利用再生资源发酵生产液体燃料——酒精的热潮，原来认为发酵法生产酒精要逐步被合成酒精代替的看法已不复存在，发酵酒精的发展前景很好。

要使我国的发酵酒精生产顺利发展，首先要解决两个问题，第一是原料问题，发酵酒精生产的主要原料山芋干目前十分紧张，许多大工厂因为原料供应不足而减产，酒精成本也因原料价格的波动而波动。因此，不解决原料供应问题，就无法顺利地实现酒精生产的发展规划；第二个问题是酒精废糟的处理问题，酒精废糟不经处理就排入周围环境中，造成严重的环境污染，许多酒精厂因此而受到很大的经济损失。为了解决酒糟污染问题，目前采用的处理酒糟的方法主要有三类，即甲烷发酵、培养酵母或其它菌体蛋白和干燥。前两种方法都有二次污水产生，因此，必须经通风活性污泥处理后才能排放，设备投资和动力消耗都比较大，第三种干燥方法虽然没有二次废水，但能量消耗和设备投资也较大。

能否找到一种既能保证酒精生产的原料供应，又能解决酒糟问题的方法呢？这是本文所要探讨的内容。

根据 1982 年全国饲料工业会议精神，为了大力发展畜牧业和提高饲料的利用率，到 1985 年我国将生产 500—600 万吨配合饲料。但是我国目前的蛋白质、氨基酸和维生素等饲料添加剂的生产还刚刚开始，为此，会议决定要大力发展各种饲料添加剂生产，以满足配合（混合）饲料发展的需要，另外，酒精生产过程会产生大量的酒精废糟，稀酒精糟是严重的污染源，但是如果将它干燥成为含水 10% 左右的干酒糟，它就可成为一种富含维生素和各种氨基酸的蛋白质饲料添加剂。

如果我国的饲料部门能拨出一部分计划加工配（混）合饲料粮食给酒精工业生产酒精，酒精工业则将生产所得的酒精糟干燥制成干酒糟并交给饲料部门作为蛋白质、维生素和氨基酸的添加剂。这样一来，既保证了酒精生产原料的供应，也满足了饲料工业对添加剂的需要，还可解决酒糟的污染问题，与此同时，由于酒精糟最后是作为饲料添加剂，酒精生产中的原料出酒率将不是决定性的生产指标，这样就有可能在酒精生产过程中采取一系列技术措施来减少酒糟干燥的能量消耗。对上述方案，本文从物料平衡，技术、经济的可行性等问题进行

本文收到日期 1983 年 6 月 15 日

探讨。

## 一、干酒精糟的饲用价值

多年来,美国、日本、苏联等国都普遍使用干酒精糟作为饲料的组成部份,特别是美国已经把酒精糟的干燥作为酒精工厂定型设计的一部分。一般干酒精糟分为干酒精糟固形物,干酒精糟滤液和两者的混合物等三类,它们的主要成份见表一和表二[文献 1, 2]。

表一 玉米酒精糟成份的典型分析

| 成 份 种   | 干酒精糟固形物 | 干酒精糟滤液 | 干酒精糟固形物<br>+<br>干酒精糟滤液 |
|---------|---------|--------|------------------------|
|         | (%)     | (%)    | (%)                    |
| 水 份     | 7.5     | 4.5    | 9.0                    |
| 蛋 白 质   | 27.0    | 28.5   | 27.0                   |
| 脂 肪     | 7.6     | 9.0    | 8.0                    |
| 纤 维     | 12.8    | 4.0    | 8.5                    |
| 氨 基 酸 类 |         |        |                        |
| 赖 氨 酸   | 0.6     | 0.95   | 0.6                    |
| 蛋 氨 酸   | 0.5     | 0.5    | 0.6                    |
| 胱 氨 酸   | 0.2     | 0.4    | 0.4                    |
| 组 氨 酸   | 0.6     | 0.63   | 0.6                    |
| 精 氨 酸   | 1.1     | 1.15   | 1.0                    |
| 天门冬氨酸   | 1.68    | 1.9    | 1.7                    |
| 苏 氨 酸   | 0.9     | 0.98   | 0.95                   |
| 丝 氨 酸   | 1.0     | 1.25   | 1.0                    |
| 谷 氨 酸   | 4.0     | 6.0    | 4.2                    |
| 脯 氨 酸   | 2.6     | 2.9    | 2.8                    |
| 甘 氨 酸   | 1.0     | 1.2    | 1.0                    |
| 丙 氨 酸   | 2.0     | 1.75   | 1.9                    |
| 缬 氨 酸   | 1.3     | 1.39   | 1.3                    |
| 异亮氨酸    | 1.0     | 1.25   | 1.0                    |
| 亮 氨 酸   | 3.0     | 2.6    | 2.7                    |
| 酪 氨 酸   | 0.8     | 0.95   | 0.8                    |
| 苯丙氨酸    | 1.2     | 1.3    | 1.2                    |
| 色 氨 酸   | 0.2     | 0.3    | 0.2                    |

表二 干酒精糟的维生素组成

| 成<br>份<br>酒糟种类             | 硫胺素<br>V <sub>B1</sub><br>mg % | 核黄素<br>V <sub>B2</sub><br>mg % | 泛酸<br>mg %        | 吡哆醛<br>V <sub>B6</sub><br>mg % | 菸酸<br>mg %        | 咕 咛<br>mg %         | 胡萝卜素<br>V <sub>A</sub><br>mg % |
|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|---------------------|--------------------------------|
| 玉米干酒精糟固形物                  | 0.07-0.66<br>平均0.18            | 0.07-1.00<br>0.31              | 0.31-1.43<br>0.58 | —                              | 3.05-9.85<br>4.8  | 72.8-15.00<br>188.0 | 0.02-0.91<br>0.31              |
| 玉米干酒精糟滤液                   | 0.09-1.66<br>平均0.69            | 0.58-3.95<br>0.87              | 1.20-4.05<br>1.12 | 0.45-1.11<br>0.85              | 8.8-18.6<br>13.2  | 293-788<br>488.0    | 0.01-0.98<br>0.38              |
| 玉米干酒精糟固形物<br>+<br>玉米干酒精糟滤液 | 0.07-0.7<br>平均0.29             | 0.36-1.80<br>0.42              | 0.40-2.82<br>1.25 | 0.02-0.47<br>0.22              | 4.51-10.08<br>6.8 | 100-566<br>251.0    | 0.07-0.09<br>0.07              |
| 小麦干酒精糟滤液                   | —                              | 0.70-1.42<br>1.06              | 1.22-1.44<br>1.22 | —                              | 6.9-9.5<br>7.6    | —                   | —                              |
| 糖蜜干酒精糟                     | 0.16                           | 0.48                           | —                 | 0.29                           | —                 | 21.0                | —                              |

干酒精糟作为饲料的能量计算见表三[文献 1]

表三 干酒精糟饲料的能量

|          | 干酒酒精固形物 | 干酒精糟滤液 | 干酒精糟固形物<br>+<br>干酒精糟滤液 |
|----------|---------|--------|------------------------|
| 喂 牛      |         |        |                        |
| 能分解的营养总和 | 83      | 80     | 82                     |
| 百万卡/公斤   | 2.19    | 2.32   | 2.3                    |
| 喂 家 禽    |         |        |                        |
| 百万卡/公斤   | 2.0     | 2.75   | 2.62                   |
| 喂 猪      |         |        |                        |
| 百万卡/公斤   | 1.84    | 2.98   | 3.39                   |

这些数据清楚地表明，干酒精糟是一种良好的饲料添加剂，它富含多种维生素和必需氨基酸，无论用来喂牛、家禽或猪，其同化性能都较好。

干酒精糟的实际喂养效果也是非常显著的。根据“美国化学工程新闻”1978年3月号报导的美国 Nebraska 州会议的材料表明：拿 100 普式尔(2540公斤)玉米直接喂牛，牛的体重增加为 480 磅(218公斤)，如果从中拿 20 普式尔(508公斤)玉米去制酒精，则可得 60 加仑(227公升)燃料酒精和大量的酒精糟，将这些酒精糟和余下的 80 普式尔玉米混合喂牛，则牛体重增加为 530 磅(241公斤)，将两种喂养方法作一比较，就可看到：第二种方法在消耗同样数量粮食的情况下，多生产了 50 磅(23公斤)牛肉和 227 公斤酒精。

苏联酒精工业杂志 1959 年第 7 期也报导了用干酒精糟喂牛的情况，结果表明，45 公斤干酒精糟的饲养效果相当于 211—280 公斤玉米，11.8—50 公斤牧草和 15—92 公斤麦草三者饲养效果的总和。

干酒精糟所以会有这样明显的饲养效果,主要是因为酒精废糟中含有大量的酵母菌菌体,因此其碳水化合物含量虽然较玉米低,但蛋白质和维生素含量则高于玉米。饲料中添加干酒精糟的结果使整个饲料的利用率得以提高。

综上所述,我们可以认为,抽出20%的饲料粮,先生产酒精,然后再将酒精废糟作为饲料的维生素、蛋白质添加剂,与其余80%精饲料一起制成配合饲料,这样做,可增加整个饲料粮的饲料报酬。同时将使酒精工业获得充足的原料和额外生产大量酒精,这将对酒精和饲料工业的发展具有重要的意义。

## 二、饲料粮先制酒精的经济和社会效益

根据1982年4月16日在北京召开的全国饲料工作会议的精神,到1985年全国饲料加工能力争取达到年产500—600万吨,如果从中拿出20%来制酒精,即可得酒精原料100万吨。另外,全国农民手中至少有600亿斤饲料粮,如果采取以粮食兑换配合饲料的方式,从农民手中换得20%饲料粮,则又有60万吨粮食,以上两项共有粮食160万吨。用这些粮食至少可生产50万吨酒精,相当于目前全国酒精的年产量,即目前酒精生产所需的原料可以全部得到解决。

生产50万吨酒精可得到约550万吨酒精废糟,干燥后则可以得到约40万吨含水量10%干酒糟成品,按目前美国干酒糟售价每吨110—140美元计,可得4400—5600万美元。

这种干酒精糟含27%蛋白质,40万吨干酒糟则相当10.8万吨纯蛋白质,如按干酒精糟的赖氨酸含量计算,等于生产了赖氨酸和蛋氨酸各2400吨。根据广西上思县建立的年产500吨赖氨酸厂投资215万元计算,生产赖氨酸和蛋氨酸各2400吨共需投资2064万元。

按照苏联喂牛试验结果<sup>[5]</sup>,45公斤干酒糟相当于211—280公斤玉米,40万吨干酒糟相当于187.6—248.9万吨粮食,扣除生产这些酒精糟所化的160万吨粮食,则采用饲料粮先制酒精,酒糟干燥作饲料的流程,不仅可生产50万吨酒糟,而且还为国家节约27.6—88.9万吨粮食。

酒精糟干燥后作饲料这一流程也将从根本上解决酒精糟对环境的污染问题。

综上所述,饲料粮先制酒精这一综合工艺流程的经济效益和社会效益是非常明显的。

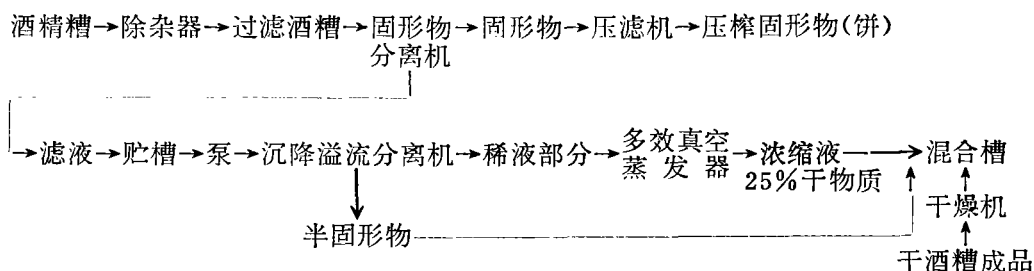
## 三、酒精糟干燥所需的能量

要实施饲料粮先制酒精,干酒精糟返回饲料部门作饲料添加剂的方案还必须要解决两个问题。其一是酒糟干燥所需设备投资较大。根据美国能源部酒精工厂设计数据,酒精糟干燥车间的投资占全厂总投资的24.7%;其二是酒精糟干燥需要消耗大量能源,干燥过程中要蒸发掉约85%的水份。

关于投资大的问题,应该看到解决酒精糟污染问题和生产饲料添加剂本身都需要大量的投资,如果将这些投资的节省考虑在内干燥酒糟的投资就会减少。另外,干酒糟的销售会有一些利润,因此,全部投资将能较快地回收。

能量消耗倒是一个相当棘手的问题,通常的酒糟只含3—6%的干物质,要将它干燥成10%水份的成品就一定要消耗大量的蒸汽。西德、美国、苏联酒精糟干燥所消耗的能量如下:

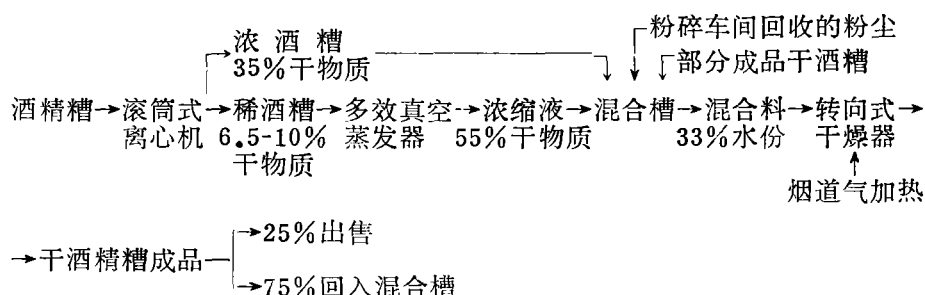
### 1. 西德酒精糟干燥流程<sup>[3]</sup>



根据这个流程，每制备 1 吨干酒糟要消耗 1.05 吨标准煤和 233 度电，折合人民币 108.4 元。

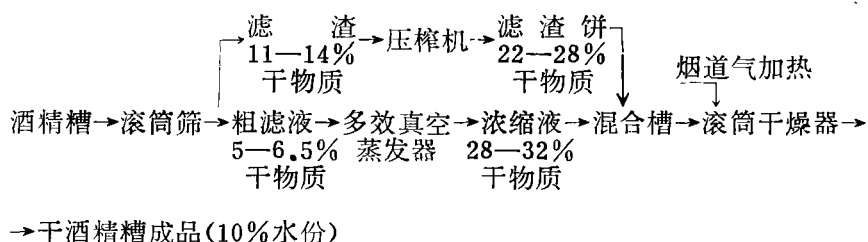
## 2. 美国酒精糟干燥流程<sup>[1]</sup>

美国年产 15 万吨燃料酒精典型设计中酒精糟干燥车间的流程是：



此流程采用了较完善的二次蒸汽利用措施(热泵等)，因而蒸汽消耗较少。每吨干酒糟耗标准煤 0.4 吨，电耗 130 度，折合人民币为 31.7 元/吨。

## 3. 苏联酒精糟干燥流程<sup>[4]</sup>



此系 1956 年苏联彼得洛夫斯基酒精厂酒糟干燥车间流程。二次蒸汽利用较差，设备也比较笨重，因此耗汽和电较多，每吨干酒糟耗标准煤 1.786 吨，电耗 347 度，折合人民币 120.53 元。

从德、美、苏三国酒糟干燥的能耗来看，由于采取的工艺和设备不同，相互间的差距较大，美国流程的能耗只是苏联的 1/4，所以，只要我们采取合理的工艺流程和较先进的设备装置，干燥酒精糟的能耗达到西德流程的指标，即煤耗 1.05 吨/吨，电耗 233 度/吨是完全可能的。

## 四、降低酒精糟干燥能耗的措施

如前所述，改进酒精糟干燥的工艺流程、采用合理的工艺条件和先进的设备装置，对降

低酒精糟干燥的能耗有重要的意义,但本文不准备对此进行讨论,这里要探讨的是通过将酒精生产与饲料生产相结合的途径,寻找降低酒精生产和酒精糟干燥过程能耗的方法。

首先,要确立饲料粮先制酒精,酒精糟再作饲料的指导思想,将酒精生产和饲料生产综合起来进行统筹规划和安排,就有可能在酒精生产过程中采取一系列节能措施。而这些措施如果单以酒精生产的角度来着,都是不可能实行或者至少在目前是无法实行的。现举例说明:生淀粉发酵新技术可以节省20%以上的蒸汽耗量,所需设备和操作管理也大为简化,但是生淀粉发酵由于淀粉糊化不彻底有可能造成淀粉出酒率的轻度下降,出酒率是酒精生产中最主要的技术经济指标,因此,生淀粉发酵新技术尽管能节约大量能耗,在没有找到防止出酒率下降的措施之前,在酒精生产中是无法采用的,但是如果以酒精生产和饲料生产综合平衡的角度来看,情况就不同了,生淀粉发酵技术可能会使出酒率有一点下降,但是,未糊化的淀粉还是留在酒精糟中,其结果是酒精糟的饲料价值相应提高了,“肉烂在锅里”,并没有造成损失。因此,生淀粉发酵节能新技术完全可以采用,这样一来酒精生产所需能耗的20—30%就有可能省下来,其它的节能措施,如浓醪发酵等情况也和生淀粉发酵相同。

其次,根据饲料工业和酒精生产发展的需要,今后应着重在县以下建立小型的酒精厂(日产2—3吨酒精),这些酒精厂的生产规模根据当地畜牧业对酒精糟的需要量而定,原料由饲料部门以饲料粮中拨给,这些厂不应片面追求原料的出酒率,为此,可以采用生淀粉发酵,浓醪发酵等节能措施,生产所得的鲜酒糟或经过一定程度浓缩的浓缩酒糟直接销售给附近的农民作饲料,不必再化费额外的能源消费,为了保证成品酒精的质量和节约能耗,这些小型酒精厂可以只生产粗馏酒精,粗酒精可送往县以上的大酒精厂进一步加工成成品酒精,这种形式的酒精厂在波兰与东欧国家早就存在。最近美国能源部在进行大规模酒精工厂定型设计的同时,也进行了每小时产114升酒精的小型家庭酒精厂的设计。

最后,现有的县以上的大中型酒精厂不应再扩大产量(精馏能力除外),而应普遍建立酒精糟干燥车间,并以一定的形式和配合饲料工业结合起来,饲料部门供应一部分粮食供生产酒精用,酒精工厂生产的干酒精糟供应饲料部门制备配合饲料。因此这些大中型酒精厂也可以不必过份强调淀粉出酒率,生淀粉发酵,浓醪发酵,减压蒸馏等都能和提高酒精糟干物质浓度的技术措施都可以立即采用,这些措施采用以后,可以将现有酒精生产的能耗降低50%左右,即生产每吨酒精煤耗和电耗分别从0.75吨,230度左右降低为0.4吨,120度左右,另外,如果采用浓醪发酵能将目前糖化醪的浓度提高25%,则酒糟中的干物质浓度也将相应提高25%,而酒精糟干燥所需能耗也将相应下降25%,采取这些节能措施以后,如果我们将酒精生产和酒精糟干燥过程中节约的能耗统一起来考虑,那末酒精糟干燥需要增加的能耗将比西德流程还要低。如果我们取每吨干酒精糟煤耗为1吨,电耗为200度,则折合人民币仅为68元,这种能耗应该是可以接受的,干酒精糟的蛋白质含量为27%,是饲料酵母的50%。目前市场上酵母饲料价格为2000元/吨,如果干酒精糟按300元/吨的价格出售,则按营养价值来比,干酒精糟要比饲料酵母便宜三倍多。

## 五、小 结

现将本文的主要观点归纳如下:

1. 为了发展我国的饲料工业,就必须开发新的蛋白质资源和生产维生素、氨基酸等饲料添加剂。

2. 为了发展我国的酒精工业,就必须解决原料供应和酒精废糟的处理问题。

3. 对酒精和饲料工业的发展进行统筹规划,综合平衡是解决1,2两项中提出诸问题的一个有力措施,如果国家饲料部门和广大农民每年能拿出160万吨粮食,供酒精工业生产酒精,则酒精工业生产50万吨酒精所需的全部原料都可得到解决,酒精工业在生产50万吨酒精的同时可生产40万吨干酒精糟以供饲料部门生产配合饲料。干酒糟是一种良好的蛋白质饲料和维生素饲料添加剂,由于干酒糟的应用可以大大提高整个饲料的饲料报酬,所以综合地来看,采用饲料粮先生产酒精的流程将为国家节约大量粮食。

4. 酒糟干燥需要消耗大量能源,如能将饲料生产和酒精生产结合起来进行统筹规划,那末就能冲破历来被酒精出率束缚住的思想,生淀粉发酵,浓醪发酵等一系列节能措施就能得到应用,酒精生产和酒糟干燥的能耗将相应大幅度下降,酒精糟干燥实际增加的能耗将控制在煤1.0吨/吨和电200度/吨以下,加上150元/吨的工资,折旧、企管费在内,干酒精糟的成本是218元/吨,如果售价为300元/吨,则40万吨干酒精糟的价值为1亿2千万元,全部利润为3200万元/年。此外,酒精糟的处理问题也得到根本的解决,经济效益和社会效益都是十分明显的。

5. 为了实施本文所提出的综合平衡,首先要得到国家计委、轻工业部和粮食部等领导部门的支持,才有可能打破部门界限,对饲料和酒精工业进行统筹规划,综合平衡。另外,还要进行相应的科学研究工作,并在研究结果的基础上进行全面设计,最后,还应在一个工厂和地区进行试点工作,取得成功以后再逐步推广。

### 主 要 参 考 文 献

- [1] Large and Small Scale Ethyl Alcohol Manufacturing Processes from Agricultural Raw Materials Edited by J.K. Paul Noyes Data Corporation 1980
- [2] アルコールハンドブック第6版 发酵工业协会 61980
- [3] 酒精蒸馏废液利用的合理化 发酵协会杂志 23卷 7.8期 1965
- [4] 苏联彼得洛夫斯克酒精厂资料 1957
- [5] Спиртовая промышленность 1959. N7—8
- [6] Технология Спирта 1960 版
- [7] 饲料工业 1980—1982 年