

实用 酒精工艺基础

范巴陵

SHIYONG

JIUJING

GONGYI

JICHU

23.12
54

浙江科学技术出版社

实用酒精工艺基础

范巴敏

浙江科学技术出版社

责任编辑：吕粹芳

封面设计：邵秉坤

实用酒精工艺基础

范巴陵

*

浙江科学技术出版社出版

浙江新华印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本787×1092 1/32 印张6.5 字数136,000

1982年11月第一版

1982年11月第一次印刷

印数：1—10,000

统一书号：15221·30

定 价：0.54 元

前 言

我国中小型酒精厂和液态法白酒厂数以千计，但生产水平相差悬殊。粮耗、曲耗、煤耗、成本等指标很不平衡，存在着极大的增产节约潜力。这些企业的广大职工和技术人员，都迫切需要能解决当前生产实际问题的比较新的技术资料。因此，笔者编写了这本《实用酒精工艺基础》供中小型酒精厂和液态法白酒厂的职工参考。本书除讲述必不可少的理论知识以外，把重点放在如何提高酒精生产的工艺技术水平上，也就是围绕着如何提高淀粉利用率，降低消耗和取得最大经济效益，并密切配合生产实际需要来进行阐述的。希望该书对中小型企业提高工艺水平，开展技术改造能有所裨益。

编者限于水平，本书肯定存在不少缺点和错误。殷切期望广大读者和同行，提出宝贵意见。

编 者

1982年4月于新市

目 录

第一部分 酒精生产工艺	(1)
-------------------	-------

第一章 酒精生产基础知识	(1)
--------------------	-------

第一节 概述	(1)
--------------	-------

(一) 酒精的性质和用途	(1)
--------------------	-------

(二) 酒精的主要生产方法	(4)
---------------------	-------

第二节 酒精生产机理	(6)
------------------	-------

(一) 糖	(6)
-------------	-------

(二) 淀粉	(8)
--------------	-------

(三) 酶	(11)
-------------	--------

(四) 酵母菌	(12)
---------------	--------

(五) 霉菌	(15)
--------------	--------

第二章 糖化剂的制造	(17)
------------------	--------

第一节 概述	(17)
--------------	--------

(一) 固体曲	(17)
---------------	--------

(二) 液体曲	(19)
---------------	--------

(三) 酶制剂	(20)
---------------	--------

第二节 种子培养	(21)
----------------	--------

(一) AS.3.4309 菌种的形态特征和生理特性	(21)
----------------------------------	--------

(二) AS.3.4309 的斜面培养	(23)
---------------------------	--------

(三) AS.3.4309 的种曲三角瓶	(29)
----------------------------	--------

第三节 种曲	(32)
--------------	--------

(一) AS.3.4309 种曲的防污染措施	(32)
------------------------------	--------

(二) 种曲的培养方法	(43)
第四节 大曲	(51)
(一) 地面曲	(51)
(二) 帘子大曲	(58)
(三) 厚层通风曲	(59)
第三章 粉碎 蒸煮 糖化	(76)
第一节 原料粉碎	(76)
(一) 原料粉碎的重要作用	(76)
(二) 粉碎工段的工艺要求	(77)
(三) 粉碎工段工艺操作规程举例 (二级风动输送, 年产酒精5000吨)	(80)
第二节 蒸煮	(80)
(一) 蒸煮的理论基础	(80)
(二) 蒸煮的方式和工艺要求	(84)
(三) 蒸煮质量的检验	(89)
第三节 糖化	(91)
(一) 糖化过程的机理	(92)
(二) 糖化的工艺要求	(98)
(三) 糖化工段工艺操作规程举例	(102)
第四章 酒母发酵	(103)
第一节 酒母	(103)
(一) 酵母菌的形态和生理特性	(103)
(二) 种子培养	(108)
(三) 酒母工艺要求	(112)
(四) 酒母工段工艺操作规程举例	(122)
第二节 发酵	(123)
(一) 发酵过程的机理	(123)
(二) 酒精发酵的方式	(128)

(三) 发酵的工艺要求	(130)
(四) 发酵工段工艺操作规程举例	(137)
第五章 蒸馏	(138)
(一) 酒精蒸馏的基本原理	(138)
(二) 酒精蒸馏的主要设备	(144)
(三) 蒸馏操作要点和常见问题的处理	(146)
(四) 如何提高成品酒精的质量	(149)
(五) 蒸馏工段工艺操作规程举例	(155)
第六章 酒精生产单位的菌种管理	(158)
第一节 糖化菌种	(158)
(一) 曲霉菌的分离(以AS.3.4309 黑曲霉为例)	(159)
(二) 曲霉菌的筛选	(164)
第二节 酵母菌种	(169)
(一) 酒精酵母的分离	(170)
(二) 酒精酵母的筛选	(172)
(三) 酵母的单细胞分离技术	(177)
第二部分 液态法白酒的质量	(180)
第一章 影响白酒质量的因素	(181)
第一节 优质白酒的成分剖析	(181)
(一) 泸香型白酒	(181)
(二) 清香型白酒	(183)
(三) 酱香型白酒	(183)
(四) 米香型白酒	(184)
第二节 液态法白酒成分剖析	(184)
(一) 酒精质量较好的白酒厂	(185)
(二) 酒精质量较差的白酒厂	(185)
第二章 提高液态白酒质量的措施	(186)
第一节 努力提高酒基质量	(186)

(一) 蒸煮排杂	(187)
(二) 杜绝污染	(187)
(三) 低温、厌氧发酵	(187)
(四) 提高蒸馏质量	(188)
第二节 调香工艺	(188)
(一) 酒基	(188)
(二) 香料	(189)
(三) 配方	(189)
(四) 水质	(189)
(五) 贮存	(190)
第三节 串香工艺	(190)
(一) 香酯种类和制作方法	(190)
(二) 串香工艺	(195)
第四节 共醇 勾兑	(197)
(一) 共醇工艺	(197)
(二) 勾兑工艺	(199)

(0)

(1)

第一部分 酒精生产工艺

第一章 酒精生产基础知识

第一节 概 述

(一) 酒精的性质和用途

一、酒精的性质

酒精是一种有机化合物，由碳、氢、氧三种元素组成，分子式 C_2H_5OH ，分子量 46。分子中的 $-OH$ 叫羟基，是醇的官能团。甲醇 ($CH_3 \cdot OH$) 是最简单的一个醇。酒精分子中有两个碳原子，故学名乙醇。根据杂质含量的多少和浓度的高低，酒精可分为高纯度酒精、精馏酒精、医药用酒精、工业酒精、无水酒精、试剂酒精等。一九八一年十二月我国酒精标准实现了系列化，其中的一级酒精相当于原来的精馏酒精；二级酒精是介于精馏酒精和普通医药酒精之间的一个新类别，它适合于配制各种饮料酒；三级酒精相当于原来的医药酒精；四级为工业酒精。

1. 物理性质：酒精是无色透明的液体，嗅之有特有的醇香，口尝有香辣味，刺激感强；容易挥发和燃烧，燃烧时变

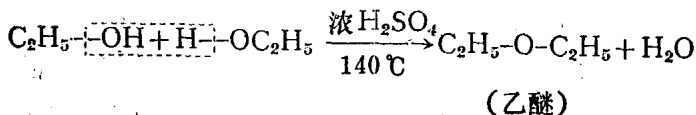
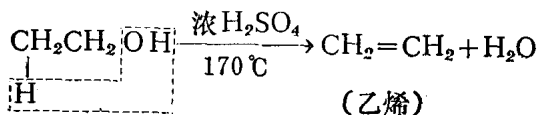
成二氧化碳和水，同时放出大量热能，因此是一种无污染的高级能源。酒精与水能以任何比例相混溶，混合时放出一定的热量，混合物总体积缩小。酒精蒸气与空气混合能形成爆炸性混合气体，爆炸极限3.5~18%（容量）。

纯酒精比重0.7893，沸点78.3℃；凝固点-130℃。95%（容量）酒精的比重为0.81144，沸点78.75℃。

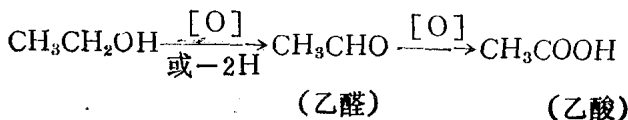
2. 化学性质：

（1）乙醇有似水性，能与碱金属作用放出氢气，反应十分猛烈，产生大量的热，生成烃氧基金属。

（2）失水反应：乙醇与浓硫酸共热，则发生失水反应，失水方式随反应温度而异。在高温下发生分子内失水，产生乙烯；在较低的温度下发生分子间失水，产生乙醚。



（3）氧化反应：乙醇在高锰酸钾或重铬酸钾等氧化剂的作用下，能迅速氧化成乙醛，进一步氧化就成为乙酸（冰醋酸）。在催化剂作用下脱氢，也可以迅速完成同样的反应，这就是用酒精生产冰醋酸的依据。平时在空气中的氧气作用下，也能发生上述氧化反应，不过速度十分缓慢。



(4) 酯化反应：醇与酸（包括有机酸和无机酸）作用，失水后所得产物为酯。例如：乙醇和浓硝酸作用，可得硝酸乙酯。多数硝酸酯受热分解会发生猛烈的爆炸，是常用的炸药成分，这是无机酸酯。因此，精馏酒精是国防工业的重要原料。

醇与有机酸作用产生有机酸酯，例如酒精与醋酸作用产生醋酸乙酯，与丁酸作用产生丁酸乙酯，与己酸作用产生己酸乙酯，等等。这一反应是各种酒类在发酵和后熟过程中，产生醇香的主要原因之一。各种有机酸酯都具有自身特殊的芳香。

3. 生化性质：酒精能使细胞蛋白质凝固变性，因此具有杀菌能力。75%的酒精杀菌力最强。酒精浓度过高时，会使细胞表面的蛋白质迅速脱水，形成一层薄膜，阻止了酒精继续向内部渗透，杀菌效果反而降低。

酒精极易被人的肠胃道吸收，吸收后迅速分解，放出热量。少量酒精对大脑有兴奋作用，数量较大则有麻醉作用。大量酒精对肝细胞和神经系统有毒性。

二、酒精的用途

酒精的用途非常广泛，国民经济的各个部门都少不了它。主要用途有：

1. 化学工业方面：酒精是许多重要化工产品的原料，可以制造合成橡胶、冰醋酸、乙醚、聚乙烯、乙二醇、各种酯类和有机酸等。

2. 农业方面：主要用于制造农药。

3. 国防工业：参与制造炸药、雷汞等。

4. 医药工业：数以百计的药品，制造过程中都需要酒

精。例如各种酊剂、片剂、消毒剂。

5.溶剂工业：酒精是最常用的有机溶剂，广泛用于香料、染料、树脂、油漆等工业部门。

6.食品工业：可配制、加工成各类饮料酒。

7.其他：可作为新型能源、洗涤剂、抽提剂、冷冻剂等多种用途。

8.发酵副产品的用途：酒精发酵的主要副产品是二氧化碳。二氧化碳是生产纯碱的原料。若把二氧化碳压缩成液体或固体（干冰），可用于金属冶炼、深度冷冻和食品工业中的发泡剂。

杂醇油也是酒精发酵的重要副产品之一，约为酒精产量的0.4~0.5%。杂醇油是以异戊醇为主的几种高级醇的混合物，可做有机溶剂（香蕉水），并且是香料工业的重要原料。把杂醇油分馏后的各个组分与不同的有机酸进行酯化反应，可得到一系列的水果味香精。

酒糟水是富有营养价值的饲料，也可以用它作培养基来生产农用抗菌素，如井冈霉素；也可以生产ATP及辅酶A。近年来，已开始用酒糟水培养甲烷细菌进行沼气发酵的实践。沼气可作能源，发酵残渣是高效有机肥料。

（二）酒精的主要生产方法

一、微生物发酵法

利用微生物发酵生产酒精，是国内目前最主要的生产方法，在国际上也还占有重要地位。合成酒精在饮料、医药、食品方面还难以取代发酵酒精，所以发酵法制酒精在相当长的时期内，还具有广阔的前途。

由于采用的原料不同，发酵法制酒精又大致可分几类：

1. 淀粉质原料发酵法制酒精：在国内，该法生产的酒精约为全国酒精总产量的75%。主要原料有山芋(又名红薯、甘薯、地瓜)、木薯、玉米、马铃薯、大麦、大米、高粱等，以山芋最多。

2. 糖蜜原料发酵制酒精：利用糖厂的废蜜作原料，东北多为甜菜糖蜜，南方多为甘蔗糖蜜。

3. 野生植物发酵制酒精：凡是含有一定量淀粉的野生植物，都可以作为生产酒精的原料，例如金刚刺、橡仁、蕨根、苦楝子等等。许多液态法白酒厂和酒精厂利用野生植物酿酒，每年可为国家节约大量粮食。

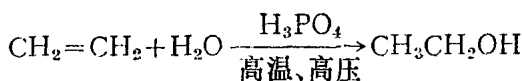
4. 纤维素原料制酒精：纤维素的结构和淀粉有共同之处，也是葡萄糖的高聚体，因此用酸水解以后，可变成糖。东北林区的南岔木材水解厂即利用木屑水解制酒精。此法需使用强酸，因此设备必须采用抗腐蚀材料。

5. 亚硫酸废液制酒精：造纸厂的亚硫酸盐废液中含有糖分，中和后可用于酒精发酵。因此有些大型造纸厂设有酒精车间。

二、化学合成法

随着石油工业的迅速发展，石油裂解产生的乙烯气体是制造合成酒精的原料。现在，合成酒精的比重在国外已占酒精总产量的20%，它可以节约大量粮食。

化学合成法有乙烯直接水合法、硫酸吸附法、乙炔法等。以乙烯直接水合法的工艺最合理、最先进、成本也最低廉，国外大部分厂都是采用此法。它是使乙烯和水蒸气在磷酸催化剂的存在下，在高温高压环境中直接反应生成酒精。



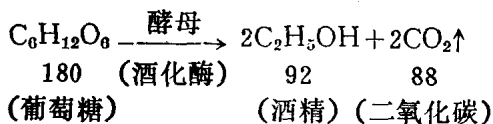
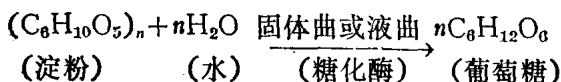
(乙烯) (水) (乙醇)

我国大庆和吉林两个有机合成厂都是采用上述工艺路线来生产合成酒精的，现正在筹建，即将投产。

第二节 酒精生产机理

淀粉质原料制酒精的原理，就是利用霉菌和酵母菌这两种微生物在新陈代谢过程中产生的酶，把淀粉转化成糖，再转化成酒精，同时放出二氧化碳。

反应方程式如下：



分子式下面的数字为分子量，因此每一百份糖在理论上可以得到51.11%的酒精和48.89%的二氧化碳。不过在实际生产中，只能接近上述产量，因为酵母的繁殖和新陈代谢需要消耗一部分糖分，加上二氧化碳溢出时会带走一些酒精等原因，致使酒精的得率略低于理论值。100 公斤纯淀粉生产96%浓度的酒精，理论值是60.54公斤。

为了理解上述两个生化反应过程，就必须粗略弄清下列概念：

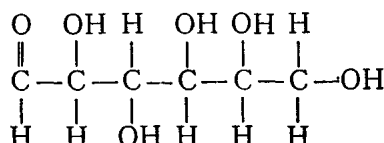
(一) 糖

糖是自然界中存在最广泛的碳水化合物，是植物的主要

营养物质，也是人和动物的主要能源。糖类可分为单糖、双糖和多糖。

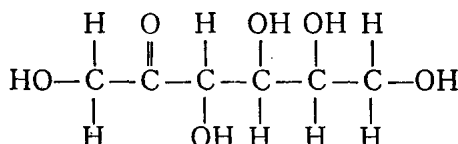
一、单糖

单糖是含有六个以下碳原子的最简单的糖类，多数能被动植物直接利用。最具有代表性的单糖是葡萄糖。它是含醛基的己糖，是麦芽糖、蔗糖、糊精、淀粉和纤维素的基本组成成分。葡萄糖分子式是 $C_6H_{12}O_6$ ，结构式如下：



上面的结构式只不过是说明问题而简化了的一种机械的形式，实际上葡萄糖的空间构型是一个环状结构。

果糖也是一个典型的单糖，也能被许多生物直接利用。它是含酮基的己糖，分子式和葡萄糖相同，但结构不一样。糖类中以它的甜度最高。结构式如下：



甘露糖、半乳糖、木糖、核糖、阿拉伯糖等也是单糖，但多数不能被酵母直接利用。

二、双糖

双糖由两个单糖分子以不同的结构形式失水聚合而成，例如蔗糖、麦芽糖、乳糖、异麦芽糖等。

蔗糖是由一个葡萄糖分子和一个果糖分子以 α -1,4 糖苷键结合而成的双糖，不具有还原性。蔗糖能被酵母利用，但

却不是直接利用。酵母能分泌一种转化酶，转化酶能把蔗糖分解成一个分子葡萄糖和一个分子果糖，这样才能被酵母利用。它的分子式是 $C_{12}H_{22}O_{11}$ 。

麦芽糖是由两个葡萄糖分子以 α -1,4 糖苷键结合成的双糖，具有还原性。它在酵母产生的麦芽糖酶的作用下，分解成两个分子葡萄糖而被利用。在酒精发酵过程中提到的“还原糖”的概念，就是指醪液中两种具有还原性的糖——麦芽糖和葡萄糖的总和。麦芽糖的分子式和蔗糖一样，也是 $C_{12}H_{22}O_{11}$ 。

异麦芽糖不能被酵母利用。

三、多糖

多糖是一类天然高分子化合物，是由成千上万个单糖以糖苷键相连形成的高聚体。自然界存在的多糖的组分大都是很简单，有些多糖只由一种单糖组成，如淀粉和纤维素都是由葡萄糖组成的。

多糖在自然界分布很广泛，植物的骨架纤维素，植物贮藏的养分淀粉，动物体内的贮藏物糖元，以及昆虫的甲壳、植物的粘液、树胶等等，都是由多糖构成。由于淀粉这种多糖对发酵酒精来说，具有特殊的重要性，因此下面作单独的阐述。

(二) 淀粉

淀粉是酒精生产的主要原料。它是植物体内的贮藏物质，大多存在于种子和块茎中。

一、淀粉的一般性质

自然界中的淀粉大多以颗粒状态存在，不同植物的淀粉颗粒，大小和形状都不相同，性质也有差异。山芋淀粉颗粒

较大，呈卵圆形，结构比较疏松；马铃薯淀粉呈长卵形，结构也很疏松；谷类淀粉颗粒小，近球形，结构紧密坚实，因此谷类淀粉的糊化温度要比薯类淀粉高得多。

淀粉颗粒不溶于冷水或酒精，在热水中能迅速吸水膨胀，称为淀粉的膨化。在酸的作用下，淀粉能彻底水解为葡萄糖；用淀粉酶水解淀粉时，产物是低分子糊精、麦芽糖和葡萄糖。

二、淀粉的结构

淀粉是葡萄糖的聚合物，分子式 $(C_6H_{10}O_5)_n$ ， n 的值约在50~4000之间。淀粉有直链淀粉和支链淀粉两部分，这两部分在结构和性质上有一定区别，它们在不同的植物和同一植物的不同品种中，所占的比例都不一样。在一般的粮食淀粉中，支链淀粉约占80%，直链淀粉约占20%。糯米淀粉几乎全是支链，而豆类淀粉却大部分是直链的。

直链淀粉分子量较小，约在5000~160000之间，是葡萄糖以 α -1,4糖苷键结合而成的，链呈螺旋状。直链淀粉容易溶解于热水形成粘度较低的溶液，但溶液不稳定，静置冷却后，会析出针状结晶。直链淀粉能被淀粉酶彻底水解。

支链淀粉分子量较大，一般在400000左右。它也是葡萄糖的聚合物，但连接的方式不同。葡萄糖分子之间除以 α -1,4糖苷键相连外，还有以 α -1,6糖苷键相连的，因此带有分支。大约每相隔20个葡萄糖单位，就有一个分支。支链淀粉不溶于热水，但能吸水膨胀成为粘稠的糊状。其 α -1,6结合的部分，很难被一般的淀粉酶水解。能够切开 α -1,6键的酶，有异淀粉酶和界限糊精酶。

为了使初学者对两种淀粉的结构有个更清楚的概念，请