

甘蔗糖蜜酒精

工艺学

张代芬
康云川
李祺德

云南教育出版社





数据加载失败，请稍后重试！

甘蔗糖蜜酒精工艺学

张代芬 康云川 李祺德 编著
云南教育出版社

T526
91



40

(滇)新登字03号

责任编辑：高建勤

封面设计：赵翼明

甘蔗糖蜜酒精工艺学

张代芬 康云川 李祺德 编著

云南教育出版社出版发行（昆明市书林街100号）
益民装订印刷厂印装

开本：850×1168 1/32 印张：7 字数：170000

1993年5月第1版 1993年5月第1次印刷

印数：1—3,000

ISBN 7-5415-0660-5/TB·i 定价：4.20元

前 言

酒精在国民经济中有广泛的用途，对我国社会主义建设事业的发展起重要作用。蔗糖厂一般均设有酒精车间，综合利用糖厂副产物——甘蔗糖蜜发酵生产酒精。为提高糖厂酒精车间技术人员和工人的理论水平及技术水平，云南省微生物学会和云南省轻工协会食品学会，自1990年开始，连续为本省糖厂办了三期甘蔗糖蜜酒精工艺学培训班。每期均自编讲义作为培训班的主要教学用书。《甘蔗糖蜜酒精工艺学》就是由这讲义修改而成的。

这本书的内容除绪论和附录外，共有八章，包括与甘蔗糖蜜酒精生产有关的酵母菌及杂菌、原材料及其处理、酒母的制备、发酵生产、蒸馏及精馏、分析检验、副产物的综合利用和酵母菌及其发酵实验等。其中，绪论、第一章、第三章、第七章第一节和第二节、第八章以及附录，由张代芬编；第二章、第五章、第六章、第七章第三节和第四节，由康云川编；第四章由李祺德编。三位编者均为我们两个学会的会员。他们在编写过程中，广泛搜集和参阅有关文献，深入到省内外糖厂、轻工院校及科研单位等参观学习，并反复征求培训班学员的意见，力图使本书内容丰富，反映当代先进水平，理论联系实际，对甘蔗糖蜜酒精生产有切实的指导作用。

本书请章克昌教授主审并写序，请熊子书和苏吾浪两位高级工程师提修改意见。方霖祺副研究员倡议编写此书，并提供编书的参考提纲。高建勤同志热情鼓励和支持出版此书。张炳炎、马鸿娅、谭继雄三位学会干部，为本书的编写和发行作了许多具体

工作。谨此一并致以衷心的感谢！

此书可供从事甘蔗糖蜜酒精生产的技术人员和工人使用，亦可作轻工院校发酵专业的教学用书或参考书，有关的科研、管理单位也可参阅。

云南省微生物学会

云南省轻工协会食品学会

1992年9月

序

发酵酒精是一种传统的、大批量生产的发酵产品。它是一切酒精性饮料的基础，又是性能良好的化工原料和溶剂，所以在我国国民经济的许多部门得到了广泛的应用。近20年来，国际上又将它视为有可能部分替代汽油作为机动车辆燃料的对象。七十年代末，八十年代初，曾形成一股发酵酒精热，大大地促进了发酵酒精的发展和生产水平的提高。近年来，因为发酵酒精作汽车燃料可以不增加大气中二氧化碳的浓度，从而减轻“温室效应”对地球大气的影响，发酵酒精再度得到国际生物技术界的重视。

糖蜜是传统的酒精发酵原料。糖蜜发酵酒精的甲醇含量少，生产过程的能耗和成本也比较低，为此，今后应大力发展糖蜜酒精生产。在蔗糖销路不佳的情况下，将蔗汁直接发酵生产酒精，以蔗渣作为动力的来源，也是一种可供选择的途径。巴西就是这样做的。它已是世界最大的发酵酒精生产国，并实现了酒精代汽油的目标。

降低能耗，提高得率和彻底解决酒精污染问题，是酒精生产面临的几大任务。对于糖蜜酒精发酵来说，提高糖蜜酒精发酵强度，进行节能蒸馏和对糖蜜酒精糟进行综合利用及处理，是近期糖蜜酒精行业努力的方向。

我国云南省有80多家糖厂设有酒精车间，随着生产的发展，工厂对技术人员和工人的理论及技术水平的要求日益提高。培养这方面的专业技术人才和提高现有工人、技术人员的水平是一个

迫切任务。云南师大张代芬老师等人编写的《甘蔗糖蜜酒精工艺学》是一本较好的教材，他们收集了大量工厂的实际生产数据，参考了许多有关专业书刊，使得该书既有一定的理论深度，又能面向实际应用。我相信，这本书的出版，必将为促进云南省乃至全国甘蔗糖蜜酒精生产作出贡献。

章克昌

1992.7.28于江苏无锡

目 录

绪 论	(1)
一、酒精的性质	(1)
二、酒精在国民经济中的用途	(4)
三、酒精的种类和工业生产方法	(5)
四、国内外酒精工业的发展	(9)
第一章 与甘蔗糖蜜酒精生产有关的酵母菌及杂菌	(16)
第一节 酵母菌的生物学特性	(16)
一、酵母菌的形态与结构	(17)
二、酵母菌的化学组成和营养	(18)
三、酵母菌的生长和繁殖	(22)
四、甘蔗糖蜜酒精发酵的酵母菌	(28)
第二节 酵母菌的分离、育种和保藏、复壮	(30)
一、甘蔗糖蜜酒精酵母菌应具备的条件	(30)
二、酵母菌的纯种分离	(31)
三、酵母菌的育种	(32)
四、酵母菌菌种的保藏	(36)
五、酵母菌菌种的复壮	(39)
第三节 甘蔗糖蜜酒精生产常见杂菌	(41)
一、杂菌的来源	(41)
二、杂菌的种类及其特性	(41)
三、杂菌的防止	(43)
四、染杂菌后的硫酸净化处理	(44)

第二章 甘蔗糖蜜酒精生产的原材料及其处理…………… (45)

第一节 甘蔗糖蜜的来源及成分…………… (45)

一、甘蔗糖蜜的来源…………… (45)

二、甘蔗糖蜜的成分与等级…………… (46)

第二节 辅助原料…………… (48)

一、硫酸 (H_2SO_4)…………… (48)

二、磷酸 (H_3PO_4)…………… (49)

三、硫酸铵 [$(NH_4)_2SO_4$]…………… (49)

四、尿素 [$CO(NH_2)_2$]…………… (50)

五、甲醛 (HCHO)…………… (50)

六、漂白粉…………… (51)

第三节 甘蔗糖蜜的处理…………… (51)

一、甘蔗糖蜜处理的必要性…………… (51)

二、甘蔗糖蜜的稀释…………… (53)

三、甘蔗糖蜜的酸化…………… (55)

四、甘蔗糖蜜的灭菌…………… (56)

五、营养盐的添加…………… (58)

六、糖液的澄清…………… (59)

第三章 甘蔗糖蜜酒精酒母的制备…………… (61)

第一节 甘蔗糖蜜酒精酒母制备的工艺流程及

培养酒母的设备…………… (61)

一、酒母制备的工艺流程…………… (61)

二、培养酒母的设备…………… (62)

第二节 甘蔗糖蜜酒精酒母制备的工艺…………… (63)

一、酵母种子培养…………… (63)

二、酒母扩大培养…………… (64)

第三节 成熟酒母指标及影响酒母质量的因素…………… (69)

一、成熟酒母的指标…………… (69)

二、影响酒母质量的主要因素	(71)
第四章 甘蔗糖蜜酒精的发酵生产	(74)
第一节 甘蔗糖蜜酒精的发酵条件	(74)
一、酒精发酵的物质基础	(74)
二、适宜的酵母菌株及其酶系	(75)
三、发酵条件的控制	(76)
第二节 甘蔗糖蜜酒精发酵的方法	(77)
一、间歇发酵法	(77)
二、连续发酵法	(79)
第三节 甘蔗糖蜜酒精连续发酵的工艺流程、控制	
指标及发酵设备	(82)
一、双浓度连续发酵工艺流程	(82)
二、双浓度连续发酵工艺指标	(83)
三、单浓度连续发酵工艺流程	(85)
四、单浓度连续发酵工艺指标	(86)
五、酒精发酵设备	(86)
六、连续发酵的控制	(87)
第四节 甘蔗糖蜜酒精发酵的机理	(89)
一、酒精发酵的基本理论	(89)
二、酵母利用糖的方式	(90)
三、酒精发酵的生化反应过程	(91)
四、酒精发酵中副产物的生成	(92)
第五节 甘蔗糖蜜酒精发酵的阶段及影响发酵的	
主要因素	(94)
一、甘蔗糖蜜酒精发酵的阶段	(94)
二、影响甘蔗糖蜜酒精发酵的主要因素	(95)
第六节 甘蔗糖蜜酒精的异常发酵及其处理	(97)
第五章 甘蔗糖蜜酒精的蒸馏及精馏	(101)
第一节 发酵成熟醪的化学组成与杂质的来源及分类	(101)

一、成熟醪的化学组成	(101)
二、杂质的来源	(102)
三、杂质的分类	(105)
第二节 蒸馏的基本原理	(105)
一、蒸馏的基本概念	(105)
二、蒸馏的基本原理	(106)
第三节 精馏的基本原理	(108)
一、挥发系数和精馏系数	(108)
二、回流和回流比	(112)
三、精馏过程中的化学处理	(113)
第四节 酒精的蒸馏与精馏	(114)
一、蒸馏与精馏的工艺流程	(114)
二、蒸馏与精馏的一般操作	(121)
第五节 蒸馏及精馏过程中不正常现象及其处理	(124)
第六章 甘蔗糖蜜酒精的分析检验	(128)
第一节 原材料的分析	(128)
一、采样	(128)
二、酸度的测定	(128)
三、糖锤度的测定	(129)
四、总糖分(总还原物质)的测定	(130)
五、总含氮量的测定	(131)
六、胶体的测定	(132)
七、总灰分的测定	(133)
第二节 中间品的分析	(134)
一、稀糖液的分析	(134)
二、醪液分析	(137)
第三节 酒精成品分析	(139)
一、技术要求	(139)
二、采样	(140)

三、检验方法	(140)
四、外观	(140)
五、色度	(140)
六、气味	(141)
七、酒精	(141)
八、硫酸试验	(141)
九、氧化试验	(142)
十、醛	(143)
十一、杂醇油	(145)
十二、甲醇	(146)
十三、酸	(147)
十四、酯	(148)
十五、不挥发物	(148)

第七章 甘蔗糖蜜酒精副产物的综合利用.....(149)

第一节 酒精成熟发酵醪中酵母的利用.....(149)

一、回收面包酵母	(149)
二、生产核糖核酸	(150)
三、生产混合核苷酸	(153)
四、生产单核苷酸	(153)

第二节 甘蔗糖蜜酒精废醪液的利用.....(155)

一、生产饲料酵母	(155)
二、生产白地霉	(158)
三、提取甘油	(158)

第三节 二氧化碳的综合利用.....(159)

一、液体二氧化碳与干冰的生产	(159)
二、纯碱的生产	(161)
三、轻质碳酸钙的生产	(162)

第四节 杂醇油的提取.....(162)

一、杂醇油的抽取	(163)
----------------	-------

二、杂醇油的分离	(163)
第八章 甘蔗糖蜜酒精酵母菌及其发酵实验	(165)
实验一 酵母菌培养基的制备与灭菌	(165)
实验二 酵母菌的接种和培养	(170)
实验三 酵母菌的纯种分离	(173)
实验四 酵母菌的染色、形态等观察 及死活细胞的区别	(175)
实验五 酵母菌显微镜直接计数及出芽率、 死亡率的测定	(177)
实验六 酵母菌的平板菌落计数	(181)
实验七 酵母菌大小的测定	(184)
实验八 酵母菌的紫外线诱变育种	(186)
实验九 酵母菌杂交育种	(188)
实验十 酵母菌对糖类的发酵	(189)
实验十一 酵母菌对氮源的利用	(191)
实验十二 固定化酵母菌细胞的酒精发酵	(192)
实验十三 酵母菌忍耐酒精浓度的测定	(193)
实验十四 酵母菌酒精发酵力的测定	(195)
附录一 酒精生产有关数据表	(198)
附录二 酒精生产成绩主要计算公式	(208)
主要参考文献	(209)

绪 论

甘蔗糖蜜酒精工艺学主要研究用甘蔗糖蜜进行酒精发酵的生产工艺。是在微生物学、生物化学、分析化学及化工原理等基础理论上，结合发酵分析及发酵工程设备等专业知识，较系统地阐述甘蔗糖蜜酒精生产的工艺理论和生产技术。可见，甘蔗糖蜜酒精工艺学是一门发酵方面知识与技术密集的技术学科。内容包括与甘蔗糖蜜酒精生产有关的酵母菌及杂菌，甘蔗糖蜜酒精生产的原材料及其处理、酒母的制备、发酵生产、蒸馏及精馏、分析检验、副产物的综合利用、酵母菌及其发酵实验等。其目的在使读者掌握甘蔗糖蜜酒精生产的基础理论和生产工艺，以进一步提高甘蔗糖蜜酒精的产量和质量。

一、酒精的性质

酒精是一般通用的商品的名称，化学名称叫乙醇，分子式为 C_2H_5OH （或 CH_3CH_2OH ），可见是一种由碳、氢、氧三种元素组成的有机化合物。酒精的性质通常包括物理性质、化学性质和生物性质（含生化性质），现分述如下：

1. 物理性质

纯酒精是一种无色、透明、易挥发、易燃烧、具有酒的芳香气和刺激的辛辣味的一种液体。有吸湿性，能与水以任何比例混合，并产生热量，同时体积缩小。两者在 $20^{\circ}C$ 混合时，其体积收缩最大。以容量百分数和重量百分数表示酒精浓度时，它们的数值有显著区别。容量百分浓度习惯上称酒度。酒精浓度随温度变

化而不同，一般以15℃或20℃为标准。

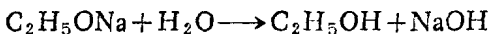
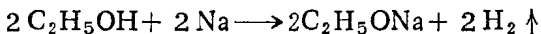
纯酒精具有下列物理常数：分子量46.07，比重0.7893(20/4)，沸点78.32℃，熔点-114.15℃，燃点12℃。凝固点-130℃，比热0.615(20℃)，潜热877焦耳，沸腾时总热量为1108焦耳，酒精蒸气(300℃以下78.3℃以上的气相物质)爆炸极限(空气中)3.3~19%(容量)。酒精浓度百分比不同，其比重、沸点、燃点、凝固点均不同。如95.5%(重量)浓度的酒精，沸点为78.15℃而不是纯酒精的78.32℃，这是酒精的最低沸点混合液，在酒精蒸馏工艺中是十分重要的数据。

2. 化学性质

酒精不具酸性或碱性，对石蕊及酚酞呈中性。酒精与醇类、乙醚、氯仿、苯、甘油等有机溶剂相混溶。也能溶解各种金属盐、碳氢化合物、脂肪酸等有机化合物。对各种气体的溶解能力比水大。具有以下化学反应：

(1) 与活泼金属反应

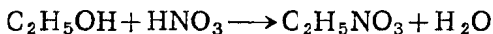
酒精同水都含有-OH基因，能与钠、钾等反应，使羟基上的氢被取代而生成醇盐。如与钠反应生成乙醇钠并放出氢气。乙醇钠不能与水接触，遇水便分解，生成乙醇和氢氧化钠：



(2) 酯化反应

醇与酸之间失水生成酯即为酯化反应。

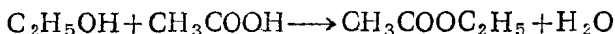
①酒精与无机酸反应，生成无机酸酯，如与硝酸作用即为硝酸乙酯：



硝酸乙酯受热会发生爆炸，是常用炸药成分之一。丙三醇(即甘油)的硝酸酯即硝化甘油，是一种烈性炸药。

②酒精与有机酸反应，生成有机酸酯。如与乙酸作用，生成

乙酸乙酯：

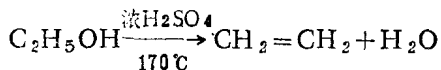


同理与丁酸、己酸等作用，分别生成丁酸乙酯、己酸乙酯等。许多乙酯类香精便是利用这种性质。己酸乙酯是窖（浓）香型白酒的主体香。

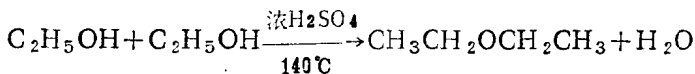
（3）脱水反应

可按两种方式进行：

①分子内脱水，是在170℃下一个乙醇分子内，产生脱水反应生成乙烯：

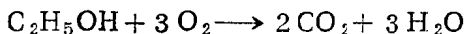
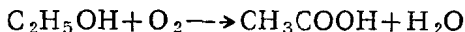
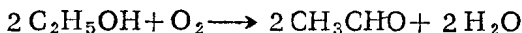


②分子间脱水，是在140℃下在两个乙醇分子间产生脱水反应生成乙醚：



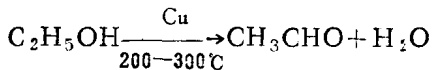
（4）氧化反应

酒精在高锰酸钾或重铬酸钾等氧化剂作用下，能分别氧化成乙醛或乙酸，或生成二氧化碳和水。



（5）脱氢反应

酒精蒸气在200~300℃下，用铜作催化剂，可一步脱氢得乙醛。



3. 生物性质

（1）酒精可被醋酸菌氧化为醋酸。中国食醋均先糖化淀粉