

食品工业丛书



酒精

生产技术问答

周敬宜 编 著  
颜毓池 审 订

四川科学技术出版社

10351 37 0534955

# 酒精生产技术问答

---

周敬宜 编著  
颜毓池 审订

四川科学技术出版社

1986年·成都

责任编辑：李世勋  
封面设计：李勤  
技术设计：杨璐璐

## 酒精生产技术问答

周敬宜 编著  
颜毓池 审订

---

四川科学技术出版社出版  
(成都盐道街三号)

四川省新华书店发行  
内江新华印刷厂印刷  
统一书号：15298·283

---

1986年11月第一版 开本787×1092 1/32

1986年11月第一次印刷 字数 167 千

印数 1—3,000 册 印张 8.25

定 价： 1.60 元

## 前 言

我国工业及食品饮料所用的酒精，主要是利用微生物发酵工程，因此对菌种的选择、纯化、使用和保藏，发酵条件的控制，原料的处理加工等，就成为这一行业重要的关键部分，因而引起各方面的广泛重视。

酿酒是我国具有悠久历史的生产工艺，有极其丰富的实践经验，各地名酒辈出，其共同之处，大都采用含淀粉质好、量多的粮食为原料，在适当的控温条件下，用酒曲、酵母发酵，制取酒精，进而蒸馏、勾兑。因此在酿酒工艺中，形成了各地的生产特色和风格。

本世纪以来，工业用酒精日益广泛，其原料也相应扩大，糖厂的残糖余料及若干野生植物大量引用，所以有必要找出其生产工艺中的共同规律，以利于大规模生产。虽然近代化学工业也可开展人工合成乙醇，但目前因多种原因尚难普及应用。这就有必要对微生物发酵以制备酒精的工业，掌握其通行的工艺条件，选择优良的菌种，控制合适的发酵温度范围，以及生产设备的标准化、杂醇油的去除，各车间工序的质量检验及分解产物的综合利用等有所了解，同时出现一系列的技术和生产管理问题。

近年来，中、小型酒厂的急速发展，新工人不断增多，生产中常发生事故，不明其原因所在，一些重要操作及环节又易被忽视，编著者有鉴于此，采用问答的方式，对酒精生

产技术中的有关环节，一一进行撰述，以便引起酒精生产工厂中，技术人员和操作工人的注意，在对问题的解答中，力求做到简明易懂，切实可行，必要之处，插以图表，使对其原理和过程，有所清晰了解，对酿酒行业中广大技术工人的专业知识提高有所裨益，同时企业管理和技术人员也可从中得到一些启示，引起重视，其中若干行之有效的举措，亦可作为有用的参考。本书完稿后承内江糖厂颜毓池同志，对全稿一一予以审阅，特此表以诚挚的谢意。

由于编著者资历浅薄，视野局限，错漏偏颇，势所难免，希望读者批评指正。

著者

一九八四年十二月于云阳

# 目 录

第一章 原料及其生产特点	1
1.1 酒精有哪些性质?	1
1.2 酒精有哪些用途?	3
1.3 酒精生产的方法有哪几种?	3
1.4 什么叫碳水化合物和可发酵性糖?	6
1.5 单糖、双糖、多糖在生产中的作用怎样?	7
1.6 什么是蛋白质、氨基酸?	8
1.7 原料的灰分指的是什么?如何测定?	10
1.8 常用淀粉质原料有哪几类?其组成如何?	11
1.9 酒精的生产原料,其选择依据是什么?	13
1.10 生产中需要的辅助原料主要有哪些?	14
1.11 原料中的单宁有什么危害?如何测定原料中单宁的含量?	16
1.12 怎样除去原料中所含的单宁?	18
1.13 酒精生产中为什么需要大量的水?	20
1.14 利用甘薯干生产酒精具有什么特点?	21
1.15 用玉米原料生产酒精有什么特点?	23
1.16 利用鲜甘薯、鲜土豆生产酒精具有什么特点?	24
1.17 利用木薯原料生产酒精应注意些什么?	26
1.18 利用烂薯干生产酒精易产生哪些不正常的现象?	27
1.19 糖蜜原料生产酒精的工艺流程和工艺指标如何?	28
1.20 为什么说糖蜜原料不宜放在热天生产?	30
1.21 淀粉质原料生产酒精与糖蜜原料生产酒精有什么不同?	31
第二章 原料的粉碎和蒸煮	34

2.1	原料为什么要经过粉碎? 什么是原料的粉碎比? .....	34
2.2	粉末原料采用气流输送时应注意些什么? .....	36
2.3	粉末原料在预煮时应注意些什么? .....	37
2.4	淀粉质原料为什么要进行蒸煮? 其工艺流程如何? .....	38
2.5	什么是糊精及其糊化? .....	41
2.6	蒸煮温度对原料中的蛋白质有什么影响? .....	41
2.7	为什么蒸煮时速度不能太快、温度不宜太高? .....	43
2.8	间歇蒸煮易产生哪些不正常的现象? .....	44
2.9	哪些因素对完成规定的糊化率产生影响? .....	45
第三章 制曲和糖化 .....		47
3.1	什么叫做糖化? 其目的是什么? .....	47
3.2	什么叫做糖化力? .....	48
3.3	什么叫做液化力? .....	49
3.4	如何选择糖化菌种? .....	49
3.5	用于生产的糖化菌种有哪些? 它们有些什么特性? .....	50
3.6	液体曲生产易产生哪些异常现象? .....	51
3.7	怎样防止液体曲的杂菌污染? .....	55
3.8	为什么说使用液体曲比使用固体曲好? .....	58
3.9	糖化工艺主要控制哪些数据? .....	59
3.10	为什么糖化时间不宜过长? .....	62
3.11	影响糖化醪质量的主要因素有哪些? .....	63
3.12	为什么使用固体曲要经过乳化? .....	65
3.13	采用真空冷却易产生哪些问题? .....	66
3.14	生产液体曲具有哪些生产工序? .....	69
3.15	糖化工艺今后的发展趋势怎样? .....	70
第四章 菌种的利用及其灭菌 .....		71
4.1	为什么说菌种的培养室是酒精大生产的“心脏”? .....	71
4.2	什么叫微生物? 酒精生产中常见的有哪些? .....	72

4.3	酒精生产中常用的酵母菌种有哪些? 各具有什么特性?	73
4.4	培养室内培养菌种的常用仪器、设备有哪些?	74
4.5	什么叫菌种的纯培养?	76
4.6	什么叫做培养基? 生产中常用的有哪些?	77
4.7	常用生产菌种如何进行纯培养?	78
4.8	培养基配制的原则是什么?	80
4.9	为什么说微量元素磷、硫、钾、镁、铁、钙等是培养基中不可缺少的物质?	82
4.10	怎样制备生产中常用的培养基?	84
4.11	培养基的常用灭菌方法有哪几种?	88
4.12	酒精生产用酵母菌种的选择依据有哪些?	91
4.13	什么是酵母的菌落形态?	92
4.14	怎样鉴定酵母的菌落特征?	93
4.15	生产中如何检测酵母的发酵能力和发酵时间?	94
4.16	酵母在培养基中有些什么生长规律?	95
4.17	酵母细胞的结构如何? 各起什么作用?	98
4.18	酵母细胞是怎样进行繁殖的?	99
4.19	怎样鉴定酵母细胞的死活?	100
4.20	酒精生产中所用酵母菌在微生物学中的分类依据是什么?	101
4.21	怎样鉴定酵母菌在液体培养基中的培养特征?	102
4.22	影响酵母细胞数的增加和出芽率的主要因素有哪些?	103
4.23	生产中如何测定酵母菌和曲霉菌的生长速度?	105
4.24	如何解释酵母细胞计算公式?	107
4.25	曲霉菌的菌落形态和繁殖方式如何?	109
4.26	一些物理因素对曲霉菌的生长有什么影响?	110
4.27	用于培养菌种的棉塞制作应注意哪些事项?	111



4.28	为什么不用黄曲霉制备米曲汁? .....	113
4.29	酵母菌、曲霉菌细胞中的酶有哪些特性? .....	114
4.30	温度、pH值、底物浓度、生成物浓度对酶活力有什么影响? .....	115
4.31	激活剂、抑制剂对酶活力有什么影响? .....	117
4.32	如何测定生产中所用菌种的最适pH值? .....	117
4.33	如何测定菌种生长的最适温度和致死温度? .....	119
4.34	引起菌种性能衰退的主要因素有哪些? .....	120
4.35	生产中常用灭菌方法有哪些? .....	121
4.36	什么叫做灭菌、防腐? 什么叫做消毒? .....	123
4.37	菌种的保藏应注意些什么? .....	124
4.38	酒精酵母菌中主要有哪些酶? .....	125
4.39	为什么说菌种扩大培养用培养基中, 加入部分生产原料有利于增强菌种的适应能力? .....	126
4.40	灭菌时哪些因素会影响灭菌的效果? .....	127
4.41	为什么说对有芽孢的细菌灭菌时要特别小心? .....	130
4.42	培养菌种常用的接种方法有哪些? .....	131
4.43	接种前应做好哪些准备工作? .....	134
4.44	新购玻璃仪器培养菌种时应如何处理? .....	135
4.45	什么叫pH值? 其指示范围如何? .....	136
4.46	作米曲汁的大米和蛋清有什么质量要求? .....	136
4.47	常用测量浓度的波美计与勃力克斯计有什么不同? .....	138
4.48	酒精生产中最易受哪些细菌的污染? .....	139
4.49	酒精生产中所遇细菌具有什么生长特性? .....	141
4.50	如何观察细菌的形态? .....	142
4.51	什么叫做自养菌? 什么叫做异养菌? .....	143
4.52	怎样作生产前的接种室检查? .....	144
	<b>第五章 酒母的制备</b> .....	<b>146</b>

5.1	淀粉质原料生产酒精用哪些原料制备酒母较好? .....	146
5.2	成熟酒母培养液的质量标准是什么? .....	147
5.3	怎样从感观判断酒母质量的优劣? .....	150
5.4	酒母培养出现不正常情况怎样进行处理? .....	152
	第六章 糖化醪或糖蜜醪的发酵 .....	155
6.1	什么叫做酒精发酵? .....	155
6.2	什么叫做EMP途径,它在酒精生产中的运用情况如何? .....	156
6.3	如何加强发酵工艺的管理? .....	159
6.4	如何鉴别成熟醪的质量好坏? .....	163
6.5	引起发酵不正常的因素有哪些? .....	165
6.6	为什么夏天生产酒精容易被细菌污染? .....	169
6.7	为什么要回收利用酒精发酵中的副产物—CO <sub>2</sub> ? .....	170
6.8	发酵醪中为什么要加入足够的硫酸铵或者尿素? .....	172
6.9	糖蜜原料在发酵前为什么要进行酸化? .....	173
6.10	甘油在发酵中是怎样产生的? .....	174
6.11	为什么说发酵醪中溶解氧过多有害无利? .....	177
6.12	什么叫巴斯德效应? .....	178
6.13	反馈抑制在发酵中有什么影响? .....	179
6.14	生产中如何粗测发酵醪的比重? .....	180
6.15	为什么说连续发酵比间歇发酵要好? .....	181
	第七章 成熟醪的蒸馏 .....	183
7.1	什么叫做饱和蒸气压? .....	183
7.2	什么是物质的沸点、比热? .....	184
7.3	什么是潜热、气化热、蒸发和冷凝? .....	184
7.4	什么是挥发系数和精馏系数? .....	185
7.5	发酵成熟醪的蒸馏原理是什么? .....	185
7.6	影响精馏效率完成的因素有哪些? .....	187

7.7	蒸馏操作中为什么要做到“二准”、“四稳”？	188
7.8	蒸馏中常见的故障及其排除方法有哪些？	189
7.9	为什么氧化时间长比氧化时间短好？	190
7.10	总醛包括哪些物质？生产中如何进行排除？	191
7.11	高级醇与杂醇油有什么区别？	193
7.12	在精馏塔中加入烧碱溶液的作用是什么？	193
7.13	提取杂醇油为什么要加入水？	194
	<b>第八章 其它</b>	<b>196</b>
8.1	成品或半成品的试样采集有些什么要求？	196
8.2	生产中每两小时至少化验分析哪些工艺指标？	198
8.3	酒精生产的管道布置有什么要求？	199
8.4	新建酒精厂在生产中容易出现哪些不正常的情况？	200
8.5	怎样才能使生产顺利进行？	201
8.6	酒精发酵工业今后的发展方向如何？	202
	<b>第九章 生产中常用的物料计算</b>	<b>204</b>
9.1	纯淀粉生产酒精如何计算？	204
9.2	常用原料的理论产酒精量如何计算	205
9.3	糖蜜原料的理论产酒精量如何计算？	206
9.4	如何计算制备稀糖液时糖蜜的添加量和加水量？	207
9.5	如何估算在正常情况下的酒母成熟时间？	208
9.6	如何估算已知成分的糖蜜发酵醪发酵后的含酒分和最低残糖分？	210
9.7	如何估算调整酸度的酸、醪的添加量？	211
9.8	如何估算酒母醪中氮源的添加量？	212
9.9	如何计算任意浓度（容量）酒精中纯酒精含量？	213
9.10	怎样根据日产量计算用曲量？	214
9.11	如何计算连续发酵中的物料添加量？	216
9.12	不同原料在主发酵期的 $\text{CO}_2$ 产生量如何计算	217

9.13 原料蒸煮时耗蒸气量如何计算? .....	219
第十章 常用计算公式 .....	222
第十一章 常用培养基和试剂的组成 .....	226
(一) 常用培养基的组成 .....	226
(二) 常用试剂的组成 .....	228
附表	
表1: 纯酒精物理系数表 .....	230
表2: 酒精的国家标准 .....	231
表3: 酒精蒸汽的重度和比容 .....	231
表4: 蒸馏酒及配制酒国家卫生标准 .....	232
表5: 酒精浓度、温度校正表 (20°C) .....	233
表6: 酒精比重与百分含量对照表 (20°C) .....	236
表7: 不同浓度的酒精与纯酒精的折算系数表 (20°C) .....	237
表8: 稀释酒精浓度至50% (容量) 换算表 (20°C) .....	237
表9: 灭菌温度和时间关系表 .....	238
表10: 波美度、糖度、比重换算表 .....	238
表11: 常用酸、碱系数表 .....	239
表12: 糖度、温度更正表 (20°C) .....	240
表13: 酵母细胞简易计数表一 .....	243
表14: 酵母细胞简易计数表二 .....	244
表15: 饱和水蒸汽压力与温度换算表 .....	245
表16: 常用消毒化学药品浓度表 .....	245
表17: 淀粉质原料化学组成参考表 .....	246
表18: 酒精中常见杂质物理系数表 .....	247
主要参考文献 .....	248

# 第一章 原料及其生产特点

## 1.1 酒精有哪些性质？

酒精的化学名称叫乙醇。工业上通常叫的无水酒精，含乙醇在99%以上，专供科研和作分析试剂用。酒精的大生产中以含乙醇95%（容量）以上的医药酒精和95%（容量）的工业酒精为主。

酒精的分子式是 $C_2H_5OH$ ，分子量常取46.07。

### （一）物理性质

纯净的酒精是无色、透明具有酒味和微弱香辣味的液体，易挥发。液体所含酒精浓度百分比不同，其沸点、比重、凝固点、燃点等均不同。如95%（重量）的酒精溶液，沸点是 $78.18^{\circ}C$ 。常用的酒精比重为 $0.7893g/ml$ ，沸点 $78.3^{\circ}C$ ，自燃点 $558^{\circ}C$ ，闪点 $12^{\circ}C$ 。酒精燃烧时，每1kg酒精完全燃烧后约能放出 $7000\sim 7100kcal$ 的热量，可为工业生产提供热能。

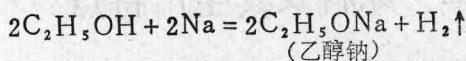
酒精又是一种很好的有机溶剂，它能和水、乙醚、甘油等以任意比混合。酒精与水混合时，放出热量、体积缩小。体积缩小这一性质在配制一定体积的混合溶液时值得注意。

### （二）化学性质

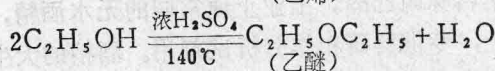
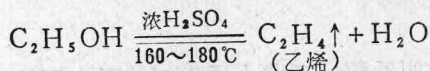
（1）燃烧时发出不易见的淡蓝色火焰，放出热量，燃烧后生成 $CO_2$ 和 $H_2O$ 。其化学反应方程式如下：



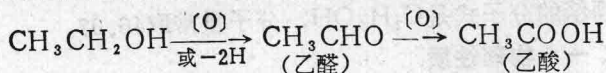
(2) 酒精能与碱金属作用放出氢气。酒精与金属钠的反应方程式如下:



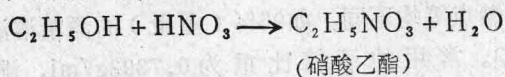
(3) 酒精与浓硫酸共热发生失水反应, 生成乙烯或乙醚。



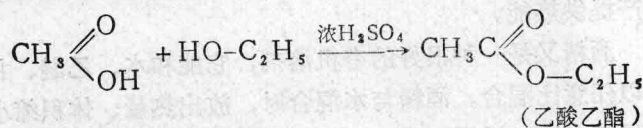
(4) 酒精在高锰酸钾或重铬酸钾等氧化剂作用下, 能迅速氧化生成乙醛, 并进一步氧化生成乙酸(冰醋酸):



(5) 酒精与浓硝酸作用, 生成硝酸乙酯。硝酸乙酯受热分解, 会发生猛烈爆炸, 因此可作为炸药原料:



(6) 酒精与有机酸作用, 生成有机酸乙酯。许多乙酯类香精就是利用这种性质。



### (三) 酒精的生化性质

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。

少量的酒精对人大脑具有兴奋作用。

## 1.2 酒精有哪些用途？

第一、酒精可以为工业生产提供能源，如作为汽车的燃料或与汽油组成混合燃料。第二、酒精是一种很好的有机溶剂，许多有机制剂的生产中都要使用，如利用酒精脱水成为乙烯，用以生产合成橡胶、聚乙烯、聚氯乙烯等。第三、酒精具有杀菌作用，被医疗卫生部门广泛用作消毒剂、防腐剂。第四、制造农药。第五、食品饮料工业中，用来生产汽酒、果酒、白酒等。

总之，酒精在国防工业、医疗卫生、有机合成、食品工业、工农业生产中都有广泛的用途。

## 1.3 酒精生产的方法有哪几种？

在工业生产上，用发酵法或合成法来制取酒精，在我国有95%以上的工厂，是采用发酵法生产酒精。

### (一) 发酵法

所谓发酵法，就是利用微生物——酵母菌在无氧条件下将糖转化为酒精的生产方法。

发酵法又分为固体发酵法、半固体发酵法和液体发酵法三种。目前，固体发酵法和半固体发酵法在我国主要是用于生产白酒。一般产量较小，生产工艺较古老，劳动强度大。而在现代大生产中，都采用液体发酵法生产酒精，它与固体发酵法相比，具有生产成本低、生产周期短、连续化、设备自动化，大大减轻劳动强度等优点。

不论是固体、半固体、液体发酵法，都是利用淀粉作原料，经过微生物发酵转化为糖，再由糖转化为酒精。在转化过程中发生一系列极其复杂的生化反应。

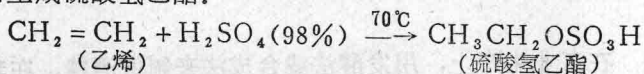
在转化时原料中的可溶性淀粉，在糖化酶的作用下，将可溶性淀粉转化为可发酵的糖，再在酒化酶作用下，将糖水解开成酒精并放出二氧化碳。

根据淀粉水解方程式，可以推算出100kg100%的淀粉，可产95%（容量）的酒精61.49kg，能产100%的酒精56.78kg。

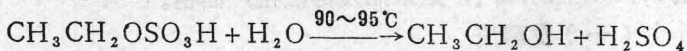
## （二）化学合成法

随着近代有机工业的发展，可利用石油裂解所得的乙烯来合成酒精。化学合成法生产酒精的方式有间接水合法和直接水合法两种。

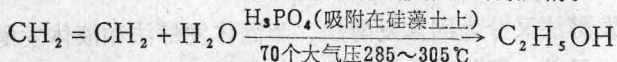
1. 间接水合法（又称硫酸水合法） 硫酸与乙烯经加成作用生成硫酸氢乙酯：



硫酸氢乙酯水解得到乙醇：



2. 直接水合法 乙烯与水蒸气在有磷酸催化剂存在下，经高温、高压作用，可直接发生加成反应生成酒精。



从反应条件可以看出，化学合成法生产酒精，所用生产设备要求具有较高的耐酸、耐压性能，生产条件和成本均较高。所以我国一般不用此方法生产酒精，基本上都是用淀粉质原料或糖质原料进行发酵来生产酒精。主要设备流程图见图1—1。



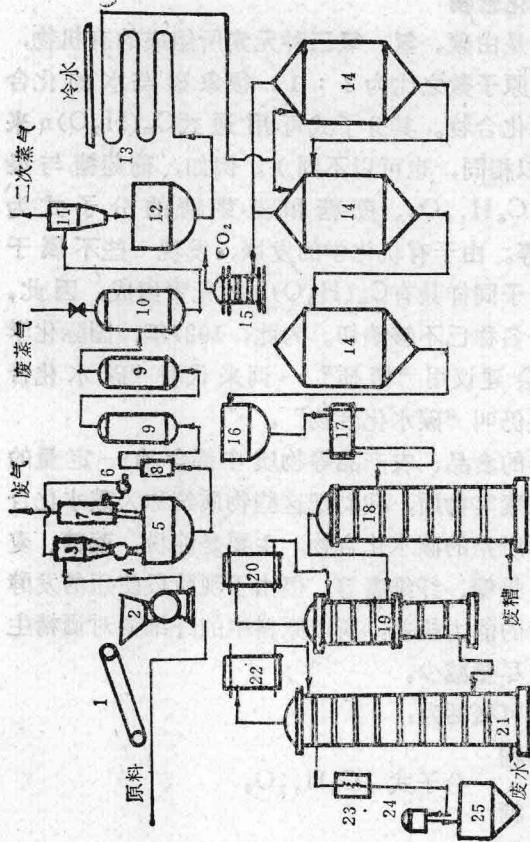


图 1-1 淀粉质原料生产酒精主要设备流程图

1. 送料器 2. 粉碎机 3. 粉料分离器 4. 落料点 5. 拌浆桶 6. 风机 7. 粉尘洗涤器 8. 加热器 9. 蒸煮锅 10. 后热器 11. 气液分离器 12. 糖化锅 13. 喷淋冷却器 14. 发酵桶 15.  $\text{CO}_2$  洗涤塔 16. 高位醪桶 17. 预热器 18. 粗馏塔 19. 醛塔 20. 冷凝器 21. 精馏塔 22. 冷凝器组 23. 冷却器 24. 观察罩 25. 酒精贮桶