

高等学校試用教材

# 酒精工艺学

无锡轻工业学院 合編  
河北轻工业学院

中国財政經濟出版社

高等学校試用教材

# 酒 精 工 艺 学

无錫輕工业学院 合編  
河北輕工业学院

中国財政經濟出版社

1963年·北京

高等学校試用教材

酒精工艺学

无錫輕工业学院 合編  
河北輕工业学院

\*

中国財政經濟出版社出版

(北京永安路18号)

北京市書刊出版业營業許可証出字第111号

中国財政經濟出版社印刷厂印刷

新华書店北京发行所发行

各地新华書店經售

\*

850×1168毫米<sup>1/32</sup>·18<sup>6/32</sup>印张·466千字

1961年10月第1版

1963年6月北京第3次印刷

印数：2,901~3,710 定价：(10)2.60元

統一書号：K15166·061

## 前 言

本書是根据1961年3月輕工业部召开的高等学校专业教材會議的決定，由无錫輕工业学院主持选編的。华南化工学院、北京輕工业学院、河北輕工业学院、沈阳輕工业学院等，也参加討論了本書的提綱；主要执笔人是无錫輕工业学院檀耀輝、河北輕工业学院梁华等同志。

本書的編写，主要参考了克里莫夫斯基、斯塔勃尼柯夫著“酒精工艺学”，沙尔柯夫著“水解生产”等書；广东輕工业学院曾为本書第四篇的第二章、第三章提供了詳細資料。

本書的教学时数为50~80学时，輕工业高等学校发酵工学专业四、五年制的可以通用，专修科借用时宜做必要的刪減。

本書經輕工业部教材編审委员会組織有关人員校閱过，可以作为輕工业高等学校試用教材。

# 目 录

緒 論 .....	( 9 )
-----------	-------

## 第一篇 淀粉質原料制酒精

<b>第一章 原料</b> .....	( 13 )
第一节 原料的分类.....	( 13 )
第二节 薯类原料.....	( 13 )
第三节 野生植物原料.....	( 19 )
第四节 谷类原料.....	( 22 )
第五节 农产品加工的副产物.....	( 25 )
第六节 輔助原料.....	( 25 )
第七节 水.....	( 27 )
<b>第二章 原料的貯藏</b> .....	( 31 )
第一节 甘薯的貯藏.....	( 31 )
第二节 馬鈴薯的貯藏.....	( 38 )
第三节 谷物的貯藏.....	( 43 )
第四节 野生植物的貯藏.....	( 47 )
<b>第三章 原料的預处理</b> .....	( 48 )
第一节 薯类原料的清理.....	( 48 )
第二节 谷类原料的清理.....	( 53 )
第三节 原料的粉碎.....	( 57 )
<b>第四章 糖化剂的制造</b> .....	( 63 )
第一节 概說.....	( 63 )
第二节 霉菌糖化剂制造的理論基础.....	( 64 )
第三节 麸曲制造法.....	( 72 )
第四节 液体曲的制造.....	( 85 )

第五节	麸曲与液体曲的优缺点比較	( 91 )
第六节	麦芽糖化剂的制造	( 92 )
<b>第五章</b>	<b>淀粉質原料的蒸煮</b>	( 98 )
第一节	淀粉質原料蒸煮的理論基础	( 98 )
第二节	淀粉質原料蒸煮的工艺設備流程 及操作方法	(108)
第三节	連續蒸煮与間歇蒸煮的分析比較	(149)
<b>第六章</b>	<b>蒸煮膠的糖化</b>	(152)
第一节	糖化过程的理論基础	(152)
第二节	糖化的操作	(181)
<b>第七章</b>	<b>酒母的制备</b>	(201)
第一节	酒精工厂常用酵母菌的品种及其性能	(201)
第二节	酒精发酵的化学机理	(219)
第三节	制备酒母的設備及工艺規程	(237)
<b>第八章</b>	<b>淀粉質糖化膠的发酵</b>	(245)
第一节	发酵时糖液所起的物理化学变化	(245)
第二节	发酵动态	(247)
第三节	酒精发酵的工艺方法	(251)
第四节	酒精发酵中杂菌的来源与防止方法	(270)
<b>第九章</b>	<b>阿明露法制酒精</b>	(275)
第一节	阿明露法制酒精	(275)
第二节	阿明露酒母与曲混合法制酒精	(283)

## 第二篇 农林副产物水解及亚硫酸

### 盐紙浆废液制造酒精

<b>第一章</b>	<b>农林副产物的化学組成及制造酒精的意义</b>	(291)
第一节	农林副产物制造酒精的意义	(291)
第二节	农林副产物的特点及其化学組成	(292)
<b>第二章</b>	<b>农林副产物的水解</b>	(294)

第一节	水解理論	·	(294)
第二节	水解方法	·	(310)
第三章	水解液的发酵前处理	·	(327)
第一节	水解液中和的基本理論	·	(327)
第二节	水解液的中和、淨化及冷却	·	(334)
第四章	水解液的酒精发酵	·	(348)
第一节	水解液发酵的特点	·	(348)
第二节	水解液的发酵条件	·	(350)
第三节	水解液的发酵	·	(356)
第五章	亚硫酸盐紙浆废液制造酒精	·	(362)
第一节	亚硫酸盐紙浆废液的組成及制造 酒精的工艺流程	·	(362)
第二节	废液处理	·	(367)
第三节	亚硫酸盐紙浆废液的酒精发酵	·	(378)
第六章	水解和亚硫酸盐紙浆废液酒精发酵 醪的蒸餾及精餾特点	·	(387)
第一节	发酵醪液的特殊組成給蒸餾和精餾 带来的特殊技术要求	·	(387)
第二节	蒸餾和精餾时对热的再生利用	·	(395)
第三节	蒸餾設備的选择	·	(396)
第四节	亚硫酸盐紙浆废液发酵醪的酒精蒸餾	·	(403)

### 第三篇 废糖蜜制酒精

第一章	废糖蜜	·	(407)
第一节	甘蔗废糖蜜	·	(407)
第二节	甜菜废糖蜜	·	(408)
第二章	废糖蜜的处理及稀糖液的制备	·	(411)
第一节	废糖蜜处理的必要性	·	(411)
第二节	废糖蜜的稀释	·	(411)

第三节	营养盐及生长素的添加	(414)
第四节	废糖蜜的灭菌	(420)
第五节	废糖蜜的澄清	(420)
第六节	稀糖液制备流程	(421)
<b>第三章</b>	<b>废糖蜜发酵酵母的特性及酵母的制备</b>	<b>(423)</b>
第一节	废糖蜜发酵酵母的特性	(423)
第二节	酵母的繁殖情况	(425)
第三节	酒母的制备方法	(427)
<b>第四章</b>	<b>基本稀糖液的发酵</b>	<b>(430)</b>
第一节	酵母数量、发酵延续时间及酒精 生成之间的关系	(430)
第二节	基本稀糖液的发酵方法	(435)
第三节	废糖蜜、粮食混合发酵法	(455)
<b>第四篇 酒精发酵物的蒸馏及精馏</b>		
<b>第一章</b>	<b>酒精蒸馏及精馏的理论基础</b>	<b>(457)</b>
第一节	蒸馏的理论	(457)
第二节	酒精精馏的除杂原理	(463)
第三节	三元恒沸点混和物	(475)
<b>第二章</b>	<b>发酵物的蒸馏与精馏</b>	<b>(477)</b>
第一节	单塔式蒸馏设备	(478)
第二节	双塔式蒸馏塔	(479)
第三节	釜式精馏塔	(481)
第四节	三塔式蒸馏塔	(485)
第五节	多塔式连续蒸馏设备	(499)
<b>第三章</b>	<b>无水酒精的制造</b>	<b>(503)</b>
第一节	酒精脱水的理论	(503)
第二节	酒精脱水的设备和操作	(510)
<b>第四章</b>	<b>蒸馏车间的安全技术与防止酒精</b>	



<b>損失的措施</b> .....	(513)
<b>第一節 蒸餾與精餾車間的安全技術</b> .....	(513)
<b>第二節 酒精的計量</b> .....	(514)
<b>第三節 醪液蒸餾及精餾工段酒精損失的根源     及避免損失的措施</b> .....	(517)
<b>第四節 酒精的貯藏及貯藏時的損失</b> .....	(518)

## 第五篇 副產品的綜合利用

<b>第一章 淀粉質原料酒糟的綜合利用</b> .....	(524)
<b>第一節 酒糟的組成及其做為飼料的價值</b> .....	(524)
<b>第二節 我國淀粉質原料酒糟的處理與利用</b> .....	(526)
<b>第三節 酒糟濾液的利用</b> .....	(528)
<b>第四節 酒糟的乾燥</b> .....	(530)
<b>第五節 用酒糟生產飼料酵母</b> .....	(537)
<b>第六節 含有乳酸鈣的飼料酒糟的製備</b> .....	(538)
<b>第七節 畜用金霉素和維生素B<sub>12</sub>的生產</b> .....	(538)
<b>第二章 廢糖蜜酒糟的綜合利用</b> .....	(541)
<b>第一節 麵包酵母的回收</b> .....	(541)
<b>第二節 廢糖蜜酒糟的組成及其做為飼料的價值</b> .....	(544)
<b>第三節 用廢糖蜜酒糟生產飼料酵母</b> .....	(545)
<b>第四節 甘油的提取</b> .....	(546)
<b>第五節 氰化物的製取</b> .....	(547)
<b>第六節 甜菜鹼和谷氨酸的製取</b> .....	(548)
<b>第七節 酒糟碳的製備</b> .....	(550)
<b>第三章 二氧化碳的利用</b> .....	(552)
<b>第四章 雜醇油和醛酯餾分的利用</b> .....	(554)
<b>第一節 雜醇油的利用</b> .....	(554)
<b>第二節 醛酯餾分的利用</b> .....	(555)
<b>附 錄</b> .....	(556)

# 緒 論

## 一、酒精工业在国民經济中的作用

酒精是一种无色透明而有芳香气味的液体，在燃烧时光虽微弱，但温度很高。酒精稍有吸水性，与水混合时放出热量而体积縮小，能与水、甘油、乙醚及石油等以任意比例混合。純酒精的比重在 $15^{\circ}/15^{\circ}\text{C}$ 时为0.79425，在 $15^{\circ}/4^{\circ}\text{C}$ 时为0.79363，在 $25^{\circ}/4^{\circ}\text{C}$ 时为0.78505。酒精的沸点在常压下为 $78.3^{\circ}\text{C}$ ，95.57%（重量）浓度的酒精其沸点为 $78.15^{\circ}\text{C}$ 。純酒精其凝固点为 $-130^{\circ}\text{C}$ 。

酒精能与許多有机酸生成酯类，并且是許多有机化合物的溶剂，也是合成許多有机化合物的重要原料。

酒精及其副产物的用途可以分成下列几个方面：

### （一）在化学工业方面

酒精为制造合成橡胶、冰醋酸、乙醚、聚氯乙烯、聚苯乙烯、氯仿、碘仿及各种有机酸的酯类等化工产品的重要原料。酒精也是很好的有机溶剂，如可用于香精油及食用植物油的萃取等。

酒精在化学工业上用途极广，除上述主要用途以外，还可用于洗滌剂（如洗滌刀具、珠宝、鐘表等），稀释剂（如稀释噴剂），浸出剂（如浸出单宁、沒食子酸、維生素乙等），沉淀剂（如制造甘油磷酸、菊糖等）。

### （二）在交通運輸方面

交通運輸部門常以酒精为燃料。酒精不但可以直接代替汽油作为燃料，还可掺入汽油中以提高汽油的燃烧值，防止吭噎，并可保持机器清洁。

### （三）在农业和畜牧业方面

酒精可作为农业杀虫剂的原料，以及作为农业机械的燃料。酒精工厂的废粕是牲畜的优良飼料。因为它含有丰富的营养物

質，所以还可用来制造酵母、維生素和抗菌素等精飼料。

#### (四) 在医药卫生方面

酒精在医药卫生方面的用途主要是作消毒剂、防腐剂和許多藥品的調制剂。

#### (五) 在食品工业方面

食品工业还用高純度酒精来配制各种露酒及强化葡萄酒等。

此外，酒精在国防工业方面也有着重要的用途。

## 二、我国酒精工业的发展概况

酒精的制造是在酿酒的基础上发展起来的。酿酒，在我国有悠久的历史，根据历史記載，我国劳动人民远在三千年以前就会酿酒。但我国的酒精工业，在解放前由于反动政权的統治和帝国主义的摧残，基础非常薄弱。解放后，由于党和政府对酒精工业的重视，使得酒精工业同其它工业一样，得到了迅速发展。如除改建和扩建了一些原有的酒精工厂外，尚兴建了一批中小型的酒精工厂，使酒精产量大大增加。在技术革新和技术革命运动中，酒精工业的广大工人、技术人員、科学研究和設計人員以及高等学校的师生，在党的领导下，通力协作，使酒精的生产技术有了很大的改进。如許多用淀粉質原料制造酒精的工厂，淀粉利用率已达到91%以上；酒精的質量也有显著提高，高純度酒精在許多酒精工厂中已能制造；由于麸曲質量不断提高，麸曲的用量一般已由过去的10%降到4~5%(对原料重量)。在设备改进方面，麸曲的生产有些工厂已逐步实现了机械化；以废糖蜜为原料的酒精工厂，其整个生产过程，有的已基本实现了連續化；以淀粉質原料制造酒精的工厂，有少数也已基本上实现了連續化。此外，在一些以废糖蜜为原料的酒精工厂中还从发酵成熟醪中回收了酵母和从蒸餾废糟中回收了甘油。利用亚硫酸盐紙浆废液制造酒精的技术已經获得成功。利用农林业副产物水解液制造酒精的試驗，各地正在进行，并已取得不少成就。

### 三、酒精的生产方法

酒精的生产方法可分为微生物发酵法和化学合成法。

#### (一) 微生物发酵法

因原料不同，可分为淀粉質原料制酒精、纖維原料制酒精、废糖蜜原料制酒精等。

1. 淀粉質原料制酒精 因生产方法的不同，可分为麸曲糖化法、液曲糖化法、根霉糖化法（阿明露法），根霉酒母混合法、麦芽糖化法和酸糖化改良法等。

2. 纖維原料制酒精 因纖維水解时所用酸的浓度不同，可分为稀酸水解法和浓酸水解法。

3. 废糖蜜制酒精 利用废糖蜜制酒精，只要在生产过程中把原料中的含糖量調整到一定浓度，就可用酵母进行发酵，其工艺过程和設備均較簡單。因此，这是一种很經濟的方法。

#### (二) 化学合成法

是利用某些工矿企业中的废气或电石做原料，經過化学反应而制成酒精。由于化学合成法制造酒精，不在本書研究范围以内，所以不做詳細闡述。

### 四、酒精的种类和質量指标

我国目前生产的酒精可分为医药用酒精、精餾酒精和高純度酒精。其質量指标如下：

#### (一) 医药用酒精的規格

按物理化学指标鉴定，医药用酒精应符合下列指标：

序号	指标名称	指标内容
1	酒精度（容积）計	不得小于95%
2	酸度	50毫升酒精用N/50氢氧化鈉溶液 滴定，消耗不超过0.9毫升
3	杂醇油	不得发生异臭

- |   |                  |                           |
|---|------------------|---------------------------|
| 4 | 甲醇               | 以亚硫酸品紅試劑試驗，100毫升不得超過0.25克 |
| 5 | 醛与异性有机物          | 加入1 N高錳酸鉀溶液，5分鐘內粉紅色不得完全消退 |
| 6 | 酮异丙醇与叔丁醇         | 以硫酸汞試驗，3分鐘內不得沉淀           |
| 7 | 戊醇或不揮发的氢<br>碳化合物 | 加硫酸数滴不得染成紅色或棕色            |
| 8 | 不揮发物             | 40毫升酒精干燥1小时后，遺留殘渣不得超過1毫克  |

## (二) 高純度酒精和精餾酒精的技术規格

按感官鉴定，精餾酒精和高純度酒精应符合以下規格：

序号	指标名称	精餾酒精性能
1	外观	无杂粒的透明液体与水任意混合不发生渾濁
2	色	无色
3	味及嗅	无杂味

按物理化学指标鉴定精餾酒精和高純度酒精应符合下列指

标：

序号	指标名称	精餾酒精 的規格	高純度酒 精的規格
1	酒精含量以容量百分比計不得少于	95.5度	96.2度
2	純度用硫酸試驗	合格	合格
3	可氧化性試驗，以分鐘計不得少于	20分鐘	30分鐘
4	醛含量以无水酒精容量百分比計不得超過	0.002	0.0005
5	杂醇油含量以无水酒精容量百分比計不得超過	0.003	0.0005
6	酯含量以醋酸乙酯計在1升无水酒精內不得超過	50毫克	30毫克
7	甲醇以亚硫酸品紅試驗	合格	合格
8	糠醛含量	不許有	不許有

# 第一篇 淀粉質原料制酒精

## 第一章 原 料

### 第一节 原料的分类

用来生产酒精的含淀粉原料，主要为薯类（甘薯和甘薯干、馬鈴薯和馬鈴薯干、木薯和木薯干等），谷类（玉米、高粱、大麦、燕麦、黍和稷等），野生植物（橡子、土茯苓、蕨根、葛根、石蒜等）以及农产品的加工副产物（米糶、米糠餅、高粱糠、淀粉粕、麸皮等）。

薯类和谷类中含有大量淀粉，是我国酒精工厂常用的原料。为了合理利用资源，在选用生产酒精的原料时，应该考虑尽可能不用或少用粮食，这就要求酒精工业多方面去扩大原料来源。近年来利用野生植物作为淀粉質原料制造酒精，在我国很多地区得到了广泛地应用并取得了一定的生产經驗。今后广泛利用野生植物将是扩大酒精工业原料来源之一。

近年来对农产品的加工副产物加以综合利用的工作也有了很大的发展，现在很多地方都在以米糶、米糠餅、高粱糠等作为原料，用固体酒精发酵的办法制造白酒或酒精。

### 第二节 薯类原料

#### 一、甘薯及甘薯干

甘薯又名甜薯、紅薯、白薯、番薯等，四川俗称紅苕，江苏、浙江称山芋，河北称地瓜。学名 *Ipomoea batatae lam*，属于旋花科，为一年生蔓性草本植物（热带则为多年生）。甘薯的食

用部分是它的块根，其形状因品种而异，有圆形、椭圆形、纺锤形及不规则形。

甘薯在我国分布极广，除西北和东北的部分地区外，其他各省都有栽培，其中栽培面积较大、产量较多的有四川、山东、河南、安徽、河北等省。

甘薯的品种很多，依块根表皮的颜色分有红皮、白皮、黄皮、紫皮等四种；依肉色分，有红心、黄心、紫心、灰心等四种；依成熟期分有早熟、中熟、晚熟等三种。

现就我国大面积推广的具有代表性的几种优良甘薯品种简述如下：

1. 胜利百号 外皮淡红色，肉淡黄色，早熟，耐肥，耐旱，结薯早，适应性强，产量高，在我国华北、华东普遍推广，其产量至少超过本地种50%，多则达3倍以上。在不能正常栽插的情况下，可以适当晚插，而且增产潜力很大，切干率为32~34%。本品种的缺点是块根水分较多，淀粉含量也不高，在20%左右，食味不良，可作为制造酒精的原料。

2. 南瑞苔 块根姜黄色，肉桔红色，耐肥，耐贮藏，较耐寒，结薯集中，水分少，纤维少，淀粉含量在23%左右，品质较好（食味香甜）。缺点是发芽缓慢，不耐旱，抵抗黑斑病及黑痣病等亦差。本品种是四川和南京附近栽培的良种，适宜于长江流域及西南地区。

3. 华北117号 皮淡粉红色，肉浅杏黄色，比较耐肥、耐旱、耐霜，结薯早而集中，适应性强，春栽及夏栽均可生长，产量一般为胜利百号产量的98~125%，切干率为28~31%，水分较胜利百号少，约2%，食味也较它好。本品种可在长江流域及华北地区推广。

4. 九州百号 本品种的优点是产量较高，品质好，淀粉含量高，耐贮藏，切干率高（34~38%），亦为制造酒精的好原料。

5. 二红 本品种的优点是产量高，食味好，含淀粉量中等，

黑斑病較輕，适合于砂土中生长。缺点是块根疏散，收获时費工。

6. 小儿紅 本品种品質中等，生食嫩甜，纖維少，抗旱力强。缺点是产量不高，切干率小。

胜利百号、九州百号、二紅、小儿紅等品种在江苏和山东栽培多。

甘薯块根中大約含有20~25%的干物質及70~75%的水分。干物質的主要成分为碳水化合物，含量在20%左右，此外还含有少量的蛋白質、脂肪、灰分及維生素等。茲将我国几种甘薯的平均化学成分列表如下(%)：

表 1

种 类	水 分	粗 蛋 白	粗 脂 肪	碳 水 化 合 物	粗 纖 維	粗 灰 分
华北甘薯	81.6	1.3	0.1	16.2	0.3	0.5
广东甘薯	74.9	0.6	0.5	20.2	0.2	0.6
上海甘薯	75.3	1.1	0.2	21.5	—	0.6
甘薯干	12.9	6.1	0.5	76.7	1.4	2.4

〔注〕甘薯干系将干薯切成細条或薄片，在日光下晒干或人工干燥而成。鮮干比例随甘薯种类的不同而异，一般3公斤鮮薯可晒出1公斤薯干。甘薯的碳水化合物中以淀粉为主，此外尚有少量的糊精、葡萄糖、戊糖等。

日本中川氏以95%酒精处理风干的甘薯粉，最后于残存的浆液中检查，得到蔗糖0.8%、果糖0.51%及葡萄糖1.08%（对甘薯粉言），此外也有微量戊糖存在，糊精則占原料的3.1%。

甘薯的淀粉顆粒經常由2~6个或以上的顆粒結合在一起，呈特殊的团粒状态，每一顆粒的大小为5~40 $\mu$ 。

甘薯的含氮化合物中純蛋白質占三分之二，酰胺类占 $\frac{1}{3}$ ，在块根中还含有腺嘌呤(adenine)、鳥尿嘌呤(guaine)、甜菜碱(betaiue)及胆碱(choliue)。



甘薯的灰分中， $K_2O$ 为3%、 $P_2O_5$ 为9%、 $CaO$ 为13%、 $MgO$ 为4%、其他71%。

根据中央卫生研究院营养系分析，在100克甘薯中含有葫蘆卜素0.09~5.51毫克、硫胺素0.12毫克、核黄素0.04毫克、尼克酸0.5毫克、抗坏血酸30毫克。

此外，甘薯中还含有甲树脂和乙树脂，其比例为甲树脂90%、乙树脂10%。

根据日本中林氏分析的資料，在干的甘薯蔓中含水分5.8%、灰分11.2%、粗蛋白1.4%、粗脂肪8.7%、果胶質11.1%、还原糖3.7%、易糖化的碳水化合物13.9%、最高还原糖34.2%、最高的可发酵性糖达27.2%，所以甘薯蔓也可作为酒精工业的良好原料。

## 二、馬鈴薯及馬鈴薯干

馬鈴薯又名洋山芋、番芋、山藪蛋及土豆等。学名为 *Solanum tuberosum* L. 属于茄科，为一年生草本植物。馬鈴薯的食用部分是它的地下块茎，其形状不一，有圓形、卵形、橢圓形及不規則形。馬鈴薯也是一种高产作物，在我国各地普遍栽种，在西北及华北地区栽培較多。馬鈴薯的种类很多，根据实用可分为以下四类：

1. 工业用馬鈴薯，或称淀粉性馬鈴薯，淀粉含量17~18%；
2. 飼料用馬鈴薯，淀粉含量18~20%；
3. 食用馬鈴薯，淀粉含量12~15%；
4. 种用馬鈴薯，是就上述不同品种挑选优良的种薯，专供繁殖留种用。

作为酒精厂原料的馬鈴薯，以淀粉含量較高，而蛋白質含量較低的工业用馬鈴薯为最理想。在我国各地栽培的馬鈴薯有許多优良品种，例如“南爵”为辽宁、河北等省的早熟、丰产品种，能耐水湿，結薯集中，产量較高，薯块較大，薯心白色，質地細