

梁 華 編 著

纤维原料制酒精

輕工業出版社

纖維原料制酒精

梁 華 編 著

輕工業出版社

1960年·北 京

内 容 介 紹

在我国工农业生产大躍进的形势下，农村植物纖維原料如板皮、鋸屑、莖稈、穗軸等的产量將随着农林業的躍进而激增，这就为我国發展纖維原料制酒精提供了条件。纖維原料制酒精符合节约粮食的原則，是酒精生产發展的新方向。为此特編輯出版本書，以介紹纖維原料水解和亞硫酸廢液制造酒精的理論、設備和工艺技术等系統的基本技术知識。書中包括各种植物纖維原料的化学組成、植物纖維原料綜合加工、稀酸水解、濃酸水解、水解液和亞硫酸廢液的發酵前处理、水解液和亞硫酸廢液的發酵以及發酵醪的蒸餾与精餾特点等。

本書可供制酒工業与水解工業的工程技术人员，工人和有关發酵專業学校的师生參考。

纖維原料制酒精

梁 華 編 著

輕 工 業 出 版 社 出 版

(北京市广安門內西大街)

北京市書刊出版業營業許可證出字第009号

北京市印刷一厂印刷

新华書店科技發行所發行

各地新华書店經銷

787×1092 毫米 1/32·5 $\frac{16}{32}$ 印張·129,000 字

1960 年 10 月 第 1 版

1960 年 10 月北京第 1 次印刷

印 数：1—4,000 定 价：(10)0.80 元

統一書号：15042·1065

編 者 的 話

酒精的制造因采用原料的不同可分为淀粉原料制酒精、含糖原料制酒精、纖維原料制酒精、合成酒精等四种方法。其中前三种是把糖或各种原料轉化成的糖，經過發酵微生物进行酒精發酵而得到酒精的，而后一种却用化学合成作用而得到酒精。

我国利用淀粉和含糖原料制造酒精已有几十年的历史，在生产技术、产品产率和质量方面都有着較高的水平，而利用纖維原料水解和亞硫酸廢液制酒精却还在萌芽阶段。从国外酒精工業發展情况来看，逐步由非粮食原料代替粮食原料制造酒精已是必然趋势。在苏共21次党代会后，苏联党和政府曾做出了工業中使用的粮食原料应以非粮食原料来代替的決議，指出在今后几年中必須完全停止使用粮谷、馬鈴薯、糖蜜生产工業用酒精。从各种原料的酒精产量比率来看，纖維原料和合成酒精的产量比率逐年提高。如苏联1950年以前水解和亞硫酸酒精产量只佔酒精总产量的13%，至1958年已增至21%，在第七个五年計劃規定要达到31%。美国1951年合成酒精佔酒精总产量的46.6%，1952年佔55.6%，1957年佔85.9%。在瑞典等国家几乎全部用纖維原料制酒精。

随着我国工農業生产的連年大跃进，農業逐漸走向四化，农林植物纖維原料如板皮、鋸屑、植物莖稈、皮壳、穗軸等必然伴随着农林業的發展而激增，这就为我国纖維原料制酒精的發展提供了条件。事实也是如此，很多地区都在以

不同产品为目的进行着纖維原料水解利用的研究，其中以生产酒精和酵母为目的的研究尤佔首要。編者收集了苏联、美国、日本等关于纖維原料水解和亞硫酸廢液制造酒精方面的專著、論文，和国内近几年来的一些研究成就，以及編者在工作中触及到这方面問題的点滴淺見加以編纂成冊，提供有关同志参考，借以起抛磚引玉的作用。

在編写过程中受到河北輕工業学院党和行政的大力支持，不断鼓励，是这本小冊子写成的根本动力，如果它对讀者能有点好处的話，这應該归功于党。

編写这本小冊子是在形势發展要求下进行的，但是由于編者水平所限，缺点和疏忽之处自所难免，希望讀者随时加以批評和指正。

梁华 1960年2月于天津

目 录

編者的話

第一章 各种植物纖維原料的化学組成	8
第二章 植物纖維原料的水解綜合加工概論	12
第一节 利用植物纖維原料水解进行酒精和酵母的 生产	12
第二节 利用植物纖維原料水解进行酒精和木糖的 生产	14
第三节 利用植物纖維原料水解进行酒精和糠醛的 生产	16
第四节 利用植物纖維原料水解进行酒精和葡萄糖 的生产	17
第五节 利用植物纖維原料水解进行酒精和紙漿的 生产	19
第三章 植物纖維原料的水解	22
第一节 植物纖維原料的水解理論	22
一、植物纖維原料主要有效成分的結構和性狀概論	22
(一) 纖維素的性狀 (22) (二) 半纖維素的性狀 (24)	
二、植物纖維原料中的纖維素在酸作用下的水解理論	32
三、植物纖維原料用濃酸和稀酸水解的特点	35
四、影响植物纖維原料水解的因素	37
(一) 酸的性質、濃度与纖維素水解速率的关系 (37)	
(二) 在水解过程中糖的分解 (40) (三) 水解物料中 糖的析出 (41)	
第二节 植物纖維原料的稀酸水解	43
一、水解設備	44

(一) 水解器 (44) (二) 水解工段的輔助設備 (49)	
二、水解生产工艺	57
(一) 原料的处理 (57) (二) 裝料 (59) (三) 升压	
水解 (60) (四) 木質素的卸出和水解器的检查 (63)	
第三节 植物纖維原料的濃酸水解	64
一、水解設備	68
(一) 滲出器 (68) (二) 水解液收集器 (69) (三)	
水解液真空蒸發器 (69)	
二、水解生产工艺	70
(一) 原料处理 (71) (二) 用过濃鹽酸水解 (72)	
(三) 水解液的濃縮 (74) (四) 水解液的轉化 (76)	
(五) 氯化氫的回收和木質素的卸出 (78)	
第四章 水解液和亞硫酸廢液的发酵前处理	79
第一节 水解液和亞硫酸廢液中和的基本理論	79
第二节 水解液和亞硫酸廢液的中和及淨化設備	98
一、滾筒式石灰乳消化器	93
二、捕砂器	99
三、間歇式水解液中和器	100
四、亞硫酸廢液中和塔	102
五、沉淀槽	104
(一) 机械沉淀槽 (104) (二) 多层式沉淀槽 (105)	
第三节 水解液和亞硫酸廢液的中和工艺	106
一、水解液的中和工艺	106
二、亞硫酸廢液的中和工艺	110
第四节 水解液及亞硫酸廢液的淨化	113
一、水解液的淨化	113
二、亞硫酸廢液的淨化	117
第五节 淨化后水解液及亞硫酸廢液的冷却	118
第五章 水解液和亞硫酸廢液的酒精发酵	128

第一节 水解液和亞硫酸廢液發酵的特点	128
第二节 水解液和亞硫酸廢液的發酵設備	131
一、全部填充式發酵桶	131
二、分段部分填充發酵桶	132
三、水解液用的發酵桶	134
第三节 水解液和亞硫酸廢液的發酵条件	135
一、酵母的种类、营养和数量	135
二、糖液的濃度、性質和反应	139
三、發酵溫度	142
四、有害雜質的影响	143
第四节 水解液和亞硫酸廢液的發酵工艺	144
一、純酵母的培养	144
二、水解液的發酵工艺	147
三、亞硫酸廢液的發酵工艺	152
第六章 水解和亞硫酸廢液酒精发酵醪蒸餾及精餾	
特点	157
第一节 發酵醪液的特殊組成給蒸餾和精餾帶來的特 殊技术要求	157
一、發酵醪雜質含量多，酒精濃度低，需要特殊的精餾設 备和較大的設備能力	157
二、發酵醪中含有游离有机酸和相当量的石膏，設備易被 腐蝕和形成石膏积垢	165
第二节 蒸餾和精餾时耗汽量大，热的再生利用特別 重要	166
第三节 蒸餾設備的選擇与型式	168
一、單塔蒸餾	168
二、双塔蒸餾	170
三、三塔蒸餾	173
四、五塔蒸餾	174

第一章 各种植物纖維原料的化学組成

水解工業是一个利用植物纖維廢料的工業，原料的化学組成直接关系着水解后各种产品的比率，因此了解各种植物纖維原料的化学成分对于确定工厂的产品方案具有重要的参考价值。

各种植物体如木材，植物的莖稈、种子的皮壳、穗軸等都是許多物質的复合体，在这些物質中主要是碳水化合物。植物体中的碳水化合物又因植物种类不同而各異。如木材所含碳水化合物之主要为纖維素，其次是半纖維素，再次是多醣尾酸（树膠及果膠物質）。除碳水化合物之外，还有木質素、鞣質、松香、脂肪、蛋白質等；而农产植物原料則半纖維、多縮戊糖的含量相对增多。以下就有关方面对各种植物纖維原料的分析数据分別摘录以供参考：

表 1 各种树的木材的化学成分

組成分 \ 种 别	白楊	云杉	松	楊	樺	山毛櫸	赤楊	椴
纖維素(氯化法)	70.2	64.8	63.5	68.1	45.3	53.4	44.5	—
纖維素(無多戊糖酐)%	54.1	58.3	55.6	54.1	—	—	—	—
纖維素(用硝酸乙醇法)%	50.0	52.4	49.0	52.3	48.8	—	45.0	48.4
木質素(用硫酸法)%	20.0	28.3	26.5	25.2	—	—	—	—
乙醚溶解物%	1.6	2.5	3.4	1.3	—	—	—	—
多縮戊糖%	22.4	10.3	9.6	21.2	24~27	24.3~24.9	22.9	—
多縮甘露糖%	無	7.2	6.8	—	—	—	—	—
多縮半乳糖%	0.92	0.39	—	—	—	—	—	—
热水溶解物%	2.3	1.9	2.3	2.2	—	—	—	—
灰分%	0.48	0.39	0.41	0.48	—	—	—	—

表 2

各种树的皮部的化学組成

組 成 部 分	松		云 杉		樺		青 楊
	韌 皮	樹 皮	韌 皮	樹 皮	韌 皮	樹 皮	韌 皮
灰 分%	2.19	1.39	2.33	2.31	0.52	2.42	2.73
水萃取物%	21.82	15.09	33.80	28.63	4.49	21.80	31.81
乙醇萃取物%	3.85	3.48	1.7	2.62	24.78	13.1	7.5
甲氧基%	1.94	3.75	1.96	2.92	2.59	3.2	5.15
揮發酸%	1.73	1.25	1.11	0.69	1.1	0.77	1.6
纖維素%	19.36	17.70	25.23	16.40	3.85	19.3	10.9
多縮己糖%	16.3	6.0	9.3	7.7	—	5.1	7.0
多縮尾糖%	6.04	2.17	5.98	3.95	2.2	7.35	3.56
多縮戊糖%	12.24	6.76	9.65	7.10	4.8	12.5	11.8
軟樹脂%	0	2.85	0	2.32	34.4	0	0.91
木 素%	17.2	43.63	15.57	27.44	—	24.7	27.7

表 3

农产植物纖維原料的一般成分

名	称	水 分 %	灰 分 %	粗 纖 維 %
棉	子 壳	12.33	4.64	38.37
玉	米 芯	8.73	3.18	30.24
葦	穗	12.32	2.48	32.88
菜	籽	10.63	5.08	52.99
蚕	草	9.93	3.45	33.84
花	生 光	9.95	1.90	53.54
稻	草	10.25	11.71	33.73
麦	稈	9.08	5.26	44.61
蔗	徑 稈	16.03	3.38	39.76
胡	麻 稈	10.54	5.86	44.83
草	稈	16.38	2.59	46.41
薯	藤	13.66	14.50	41.58
茅	草	20.79	3.09	37.04
熊	笹 叶	11.68	12.46	25.31
大	豆 壳	14.19	6.50	30.69
玉	米 稈	22.15	2.98	42.27

表 4

黑麦稈、向日葵壳、棉子壳的化学成分

名 称	硫	纖 維 素	半纖維素	木 質 素	甲 氧 基
黑 麦 稈	4.29	34.82	33.53	24.48	3.89
向 日 葵 壳	2.34	32.46	34.27	26.85	3.62
棉 子 壳	2.85	35.68	29.01	24.35	0.9
备 註	以絕干物質計				

表 5

稻壳、稻草的化学成分

稻 壳 的 化 学 成 分			稻 草 的 化 学 成 分		
無 氮 浸 出 物	18%	全 纖 維	4%		
粗 纖 維	42%	α - 纖 維	28~32%		
粗 蛋 白	2.8%	五 炭 糖	23~20%		
粗 脂 肪	2.4%	木 質 素	16~17%		
水 分	8~9%	水 分	14.75%		
灰 分	18~19%	灰 分	15.70%		

表 6

甘藷莖的一般成分

組 成 分	含 量 (以無水物計算)
灰 分	11.87
粗蛋白	1.44
粗脂肪	9.22
多縮五碳糖	11.75
直接还原糖	3.92
易糖化碳水化合物	14.71
最大还原糖	36.30
最大發酵性糖	28.80

表 7 甘蔗渣、全棉子壳、脫糠醛棉子壳的成分

成 分	甘 蔗 渣	全 棉 子 壳	脫 糠 醛 棉 子 壳
水 分	7.8	11.2	15.3
灰 分	2.04	2.46	3.68
冷水抽提物	0.75	2.10	10.55
沸水抽提物	2.15	5.0	11.70
苯-醇抽提物	1.53	1.37	1.07
木質素	24.5	22.27	29.0
多縮戊糖	32.58	26.12	2.06
纖維素(醋酸法)	48.05	46.47	34.30
氮	0.22	0.65	0.63
糠醛酸	6.75	3.54	0.72
果 膠	8.39	5.00	0.92
磷 (P_2O_5)	0.056	0.13	0.18
鉀 (K_2O)	0.16	1.17	1.65

表 8 泥炭的一般成分

成 分	風 干 試 料	換 算 成 無 水 物 計
水 分	18.50%	—
易糖化碳水化合物	20.39	25.02
最大还原糖	42.70	52.40
最大發酵性糖	29.62	36.34
戊 糖	40.39	12.75
纖維素	37.40	45.89
粗木質素	30.35	37.24
1%氫氧化鈉可溶物	21.35	26.20
粗蛋白質	2.86	3.51
粗脂肪	2.01	2.47
灰 分	3.49	4.28

第二章 植物纖維原料的水解

綜合加工概論

水解工厂建筑形式的拟定和对植物原料綜合性加工流程的选择，应该从国民經济所需要的产品出發，且考虑到該地区所有的植物原料的成分，同时在每一个具体的情况下，应当力求最充分与最合理的利用其中含有的成分。例如，含多縮戊糖丰富的原料——棉子壳，向日葵壳或玉米芯——与含多縮戊糖少的針叶树木材比起来，更适宜于用来生产木糖、糠醛、食用或飼料用酵母；而針叶树木材則适宜于生产酒精，但最終产品的选择还是决定于国民經济發展計劃。

我国目前采用植物纖維原料水解綜合加工的工厂尚少，有的仅仅利用了植物纖維原料有效成分的某一种或某几种。苏联把采用植物纖維原料水解綜合性加工的方法分成了五个基本类型以下分別闡述之：

第一节 利用植物纖維原料水解进行 酒精和酵母的生产

利用植物纖維原料水解进行酒精酵母的生产，在生产过程中可分为三个基本环节，即：植物纖維原料的水解，在水解后的水解液中接种酵母使其中的己糖發酵生成酒精，利用酒精發酵后的廢醪中的五碳糖来培养酵母。

在上述生产过程中，除取得主产品酒精和酵母外，同时从水解車間冷凝段冷凝液中获得糠醛，松节油以及第二部分的甲醇餾分；从酒精發酵过程取得二氧化碳气体，用以制造

液体二氧化碳和干冰；並在酒精蒸餾过程中得到第一部分的甲醇餾分与杂醇油。水解后殘留在水解器中的木質素也可經過烟道廢气的余热干燥后利用之。

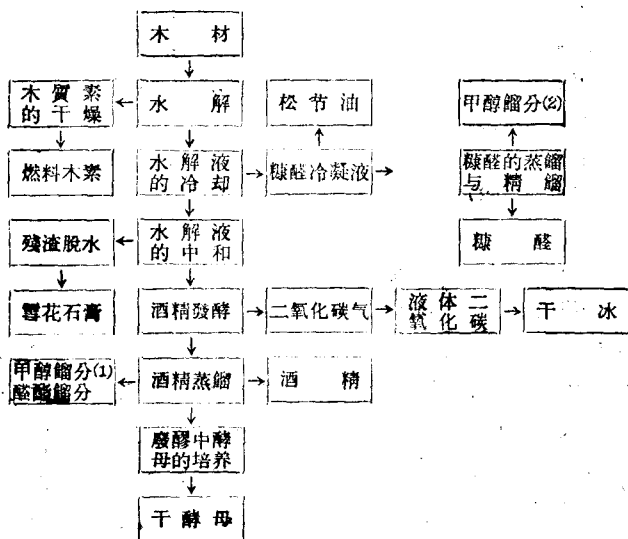


圖 1 酒精酵母生产流程图

上述的酒精——酵母的生产流程图（圖 1.）在苏联由于对工艺熟練，与設備簡單，是植物纖維原料水解生产中最广泛流行的綜合加工方案之一。

用稀硫酸水解針叶树木材时，水解液中还原物質产量通常不超过50~53%。此时从一吨絕干木材中，在工艺技术完善的情况下，可产無水酒精170~200升。

加工落叶树木材时，一吨絕干木材中的酒精产量減低到150~160升，流程圖中所示的其他产品数量也相应的改变。例如用落叶树木材或多縮戊糖含量丰富的农产纖維原料时，

糠醛的产量几乎增加一倍，酵母产量增加1.0~1.5倍，木質素产量則減低12~18%。

按照上述流程圖加工一吨針叶树木材时，約可得到如下数量的产品：

酒精	95%	151 公斤或189 升
甲醇餾分(1)	98%	1.5 公斤或1.9 升
液体二氧化碳	99%	115 公斤
糠醛	90%	22 公斤
甲醇餾分(2)		2 公斤
松节油		1.5 公斤
干燥酵母	92%	50 公斤
木質素	80%	336 公斤

其他增加主要产品酒精和酵母产量的水解方法在苏联亦有所采用，例如，用过濃的鹽酸进行水解的方法。采用过濃的鹽酸水解針叶树木材时，一吨絕干木材还原物質的产量达到 650~700 公斤。当此还原物可發酵率为 80~85% 时，則 100 公斤可發酵性糖的酒精产量为 50 升（以商品酒精規格計），一吨絕干木材可取得無水酒精266~287升，較之用稀硫酸水解法产品取得率要大得多。

第二节 利用植物纖維原料水解进行酒精和木糖的生产

利用植物纖維原料水解进行酒精和木糖的生产，在水解生产过程中包括三个基本环节，即，多縮戊糖含量丰富的植物纖維原料的預水解，以除去妨碍木糖結晶的物質；戊糖的水解借以从水解液中制造結晶木糖；己糖的水解並將所得的水解液加工以得到酒精和二氧化碳。殘留的木質素可供干后供做燃料。用水来进行植物纖維原料的預水解所得水解液与

木糖结晶后的殘液或母液混合，可用以制造酵母。

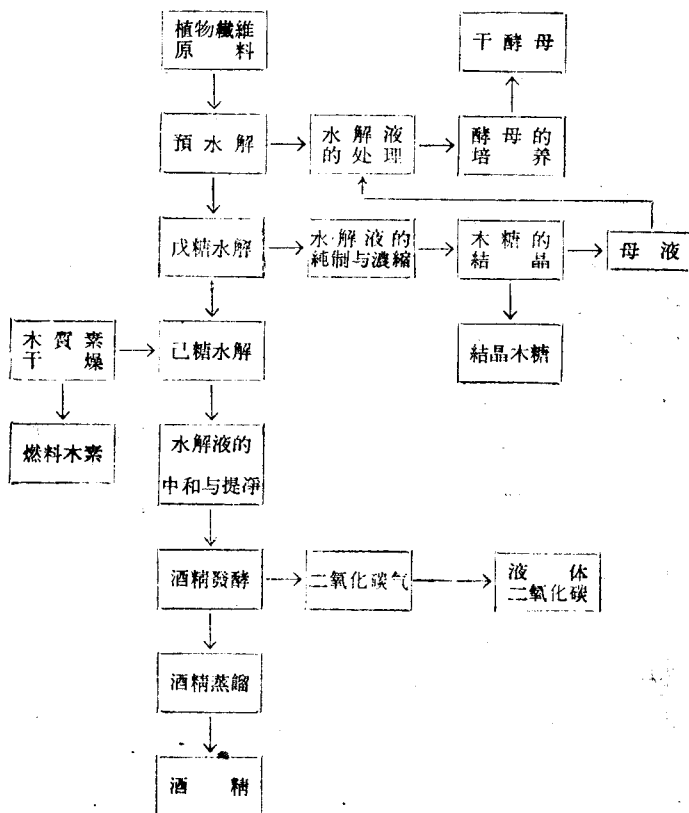


圖 2 酒精木糖生产流程圖

按照上述的流程（圖 2），从一吨含有 20~25% 多縮戊糖的絕干棉子壳中約可得到如下数量的产品：

结晶木糖

72 公斤

干酵母

92%

70~75 公斤

酒精

85%

70~80 公斤或 90~100 升

液体二氧化碳

64 公斤

木質素 80%

320 公斤

第三节 利用植物纖維原料水解进行酒精和糠醛的生产

在利用植物纖維原料进行酒精、糠醛的生产过程中分为两个基本环节，即：戊糖水解，並將生成的戊糖进行脱水以取得糠醛；己糖水解，並將水解液进行酒精发酵以取得酒精，同时得到二氧化碳气。戊糖水解时形成的甲醇从糠醛冷凝液中分出，成为第二甲醇馏分。

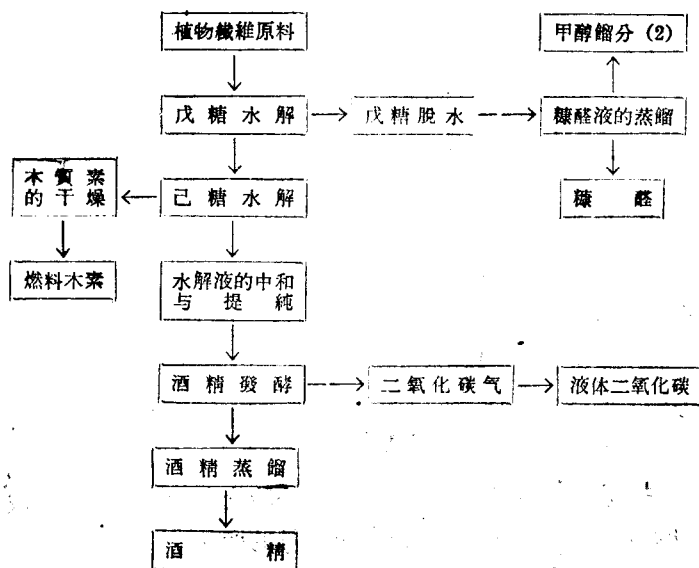


圖 3 酒精——糠醛生产流程图

按照上述流程图（圖 3）加工一吨絕干的向日葵壳时約