

大學叢書

釀造學分論

上 冊

陳 駒 聲 著

商務印書館發行

大學叢書  
釀造學分論

上册

陳駒聲著

商務印書館發行

## 編輯凡例

一、書中通用之英文符號，如 °C、°F、% 等，悉仍其舊。

二、書中各種化學及微生物名詞，皆根據前國立編輯館所規定者。但未規定之名詞，或加以漢譯，或暫用原名。

三、書中各種度量衡名詞，皆根據前全國度量衡局所規定者。但容量則用公撮 (c.c.)、公升 (liter)，長度及重量則暫用英制。但本國產品之說明，則用市用制。如有例外，亦加註明。

四、溫度概用攝氏百度表，用華氏者，亦附註攝氏之度數。

五、本書所用參考書及雜誌共數十種，詳載書末。至於著者在福建及山東釀造廠、上海中國酒精廠、前中央工業經驗所釀造工場，各大學校研究室及在歐美各國之研究、調查與實地製造之結果，均擇要敘述，以期完善。

## 自序

近世微生物之研究日精，釀造之範圍亦日廣：酒精可爲汽油代用品，甘油、丙酮可爲爆炸物，釀母可爲滋養品，乙醇、丁醇可爲溶劑，乳酸、醋酸、丁酸……則爲化學工業之重要原料，其他有機化合物可由微生物之作用而生成者甚多，特其工業上的實施，或尙有待耳。至於發明歷史較久之麥酒、葡萄酒，飲之適量，亦有益於健康。吾國幅員廣大，各地著名釀造物，指不勝屈。其尤著者，如福建瑄頭之醬油，鎮江、山西之醋，江、浙之豆腐乳，浙江之紹興酒，山東之高梁酒，山西之汾酒及各地之名酒，不特爲人生日用品，而其釀造方法及其學理，均有一加探討之價值。民國十九年前中央工業試驗所有釀造試驗工場之設立，對於酒精、醬油及本國名產均有相當之研究。各地派員來所實習或聽講者踵相接，國內新式釀造工場亦相繼成立。民國廿三年僑商創設中國酒精廠於上海，其規模之大，爲東亞所僅見，實開中國釀造界一新紀元。他如北京之雙合盛麥酒廠，煙台之張裕葡萄酒廠，上海之萬康醬油廠（速釀法），創立稍久，規模已具。邇來國民注重營養衛生，釀母營養劑如食母生等，銷路日廣，國內實業家亦已有措意及之者，是皆釀造界之好音也。如佞致力製糖釀造有年，一得之愚，不敢自祕，用將實驗及調查所得，並廣考載籍，

編成是書，以爲大學教本。將來戰事底定，百業待舉，此書之印行，或有補國家建設於萬一也。是爲序！

是書編輯，承同事陶謀瑩、林岩泉、沈觀泰、王化鶴、張燕剛諸君協助一切；全稿排印就，復承林君岩泉加校一遍，附此誌謝。

一九四〇年元旦著者謹識

謹 以 此 書  
奉 獻 我 母 親 之 靈

# 目 錄

## 編輯凡例

## 自序

第一章 酒精 .....	1
第一節 引言 .....	1
第二節 製造原理 .....	1
第一項 澱粉變糖之化學變化 .....	2
第二項 纖維素變糖之化學變化 .....	7
第三項 酒精發酵之化學 .....	8
第三節 原料 .....	19
第四節 應用的菌類 .....	21
第一項 糖化用絲菌 .....	21
第二項 乳酸菌 .....	26
第三項 釀母 .....	28
第五節 麥芽 .....	31
第六節 麴 .....	32
第一項 米麴 .....	33
第二項 麩麴 .....	41
第七節 澱粉質原料製造酒精法 .....	42
第一項 原料成分 .....	43

第二項	蒸煮	43
第三項	糖化	49
第四項	發酵	63
第八節	糖蜜製造酒精法	71
第一項	糖蜜成分及酒精產量	71
第二項	糖蜜之處理法	73
第三項	糖蜜發酵之促進劑	75
第四項	製造工程	79
第五項	酒精產量之計算	91
第九節	纖維質原料製造酒精法	93
第一項	概論	93
第二項	木屑製造酒精法	94
第三項	瑟勒法	95
第四項	柏歧阿斯法	101
第五項	紙廠廢液製造酒精法	104
第十節	蒸餾	105
第一項	總說	105
第二項	蒸餾機之原理	105
第三項	簡單蒸餾機	109
第四項	酒精水溶液之物理性	113
第五項	蒸餾塔之發明	117
第六項	精餾	130
第七項	蒸餾機之附屬機件	137
第八項	現代新式蒸餾機	138
第九項	蒸餾機之圖解	147
第十項	蒸餾機用水蒸汽之測量法	153
第十一節	酒精工廠之試驗室工作	155



第一項	菌類研究	155
第二項	菌類培養	159
第三項	原料分析	161
第四項	成品分析	165
<b>第十二節 副產物之利用</b>		<b>170</b>
第一項	碳酸氣	170
第一段	液體碳酸氣	170
第二段	乾冰	176
第二項	穀類殘液	183
第三項	糖蜜殘液	184
第四項	雜醇油	188
<b>第十三節 酒精之用途</b>		<b>192</b>
第一項	概論	192
第二項	酒精代替汽油問題	192
第三項	固形酒精之製造	204
<b>第十四節 無水酒精製造法</b>		<b>205</b>
第一項	總說	204
第二項	酒精脫水理論	205
第三項	生石灰法	207
第四項	石膏法	210
第五項	希亞法	218
第六項	馬立勒方法	221
第七項	共沸法	223
第八項	共沸高壓方法	229
第九項	德勞威諾爾方法	231
第十項	岐諾特法	237
<b>第二章 麥酒</b>		<b>241</b>

第一節 概說 .....	241
第二節 原料 .....	244
第一項 水 .....	244
第二項 澱水化物 .....	252
第一段 大麥 .....	252
第二段 小麥燕麥及裸麥 .....	257
第三段 補充原料 .....	257
第三項 忽布 .....	258
第四項 酵母 .....	264
第三節 麥芽之製造 .....	264
第一項 預備操作 .....	265
第二項 大麥浸漬 .....	267
第三項 發芽工程 .....	270
第一段 大麥發芽之化學變化 .....	270
第二段 發芽之方法 .....	273
第三段 製品 .....	284
第四項 麥芽之風乾與炒乾 .....	284
第五項 麥芽之加工處理 .....	287
第一段 着色麥芽 .....	287
第二段 焦糖麥芽 .....	287
第三段 麥芽之除根 .....	288
第六項 大麥發芽時量之變遷 .....	288
第七項 麥芽之鑑定 .....	289
第四節 麥芽汁之調製 .....	291
第一項 麥芽汁調製之理論 .....	291
第一段 麥芽汁製成之原理 .....	292
第二段 麥芽糖與糊精之比率 .....	293

第三段 麥芽汁之功用	294
第二項 製汁用機械	294
第三項 糖化液調製之方法	297
第一段 煎出法	298
第二段 浸出法	303
第三段 加壓法	303
第四項 過濾與帆布之添加	304
第一段 過濾	304
第二段 煮沸與帆布之添加	306
第五項 冷卻	310
第五節 發酵方法	314
第一項 下面發酵	314
第二項 特種發酵法	321
第三項 上面發酵	324
第六節 麥酒病害之發生與其處理法	329
第一項 麥酒之酒濁	329
第一段 麥酒酒濁之原因	329
第二段 麥酒酒濁之檢定法	331
第二項 黏性發酵	332
第三項 臭味之產生	334
第四項 防腐劑之應用	334
第五項 澄清劑之應用	335
第七節 裝瓶	336
第一項 裝瓶之方法	336
第一段 天然法	337
第二段 碳酸氣加入法	338
第三段 冷卻法	339
第二項 製品之鑑定	341

第八節	副產品 .....	342
第三章	葡萄酒 .....	346
第一節	葡萄之種類 .....	346
第二節	葡萄酒之分類 .....	349
第三節	葡萄發酵原理 .....	352
第四節	葡萄酒之釀製 .....	358
第一項	葡萄汁之成分 .....	358
第二項	葡萄汁及葡萄酒改良法 .....	360
第三項	紅葡萄酒 .....	362
第四項	白葡萄酒 .....	373
第五項	葡萄酒之缺點 .....	375
第六項	葡萄酒之病害 .....	376
第五節	香檳酒 .....	378
第六節	蘋果酒 .....	383
第四章	紹興酒 .....	386
第一節	原料 .....	386
第二節	預備工程 .....	389
第三節	釀造紹酒法 .....	392
第四節	紹興酒之性狀及成分 .....	395
第五節	紹酒副產物 .....	400
第六節	蒸餾燒酒法 .....	401
第五章	高粱酒釀造法 .....	404
第一節	原料 .....	404

第二節	磨房及其工作	406
第三節	製麴	410
第四節	發酵	418
第一項	設備	418
第二項	釀造用水	423
第三項	釀造操作	423
第四項	入窖之順序	428
第五項	入窖後之操作	428
第六項	發酵之經過	429
第七項	創業之始之入窖法	431
第八項	窖子之數	431
第五節	酒槽	431
第六節	高粱酒之蒸出量與理論產額之比較	432
第七節	燒酒之鑑定法	433
第八節	貯酒器	435
第九節	高粱酒麴製造之化學成分變化	437
第十節	高粱酒醪發酵中主要成分之變化	448
第六章	蒸餾酒	451
第一節	威士忌	451
第一項	概說	451
第二項	威士忌之製法	453
第一段	概說	453
第二段	蘇格蘭或愛爾蘭壺式蒸酒機之威士忌	454
第三段	英格蘭專利蒸餾機之威士忌	459
第四段	美國威士忌	464

第三項	變陳	467
第	人工變陳	468
第二節	白蘭地	473
第三節	蘭姆酒	477
第四節	杜松子酒	480
第五節	蘋果汁酒	483
第六節	窩卡酒	483
第七節	利口酒	483
<b>第七章</b>	<b>醬油</b>	<b>490</b>
<b>第一節</b>	<b>舊式醬油製造法</b>	<b>490</b>
<b>第一項</b>	<b>京滬法</b>	<b>490</b>
<b>第二項</b>	<b>福建瑄頭法</b>	<b>494</b>
<b>第二節</b>	<b>日本醬油釀造法</b>	<b>496</b>
<b>第一項</b>	<b>概說</b>	<b>496</b>
<b>第二項</b>	<b>原料</b>	<b>497</b>
<b>第三項</b>	<b>麴之製造</b>	<b>500</b>
<b>第四項</b>	<b>混合及攪拌</b>	<b>511</b>
<b>第五項</b>	<b>醬油醱之壓酵及熟成</b>	<b>513</b>
<b>第六項</b>	<b>醬油釀造之微生物</b>	<b>517</b>
<b>第七項</b>	<b>醬油醱之壓榨</b>	<b>521</b>
<b>第八項</b>	<b>醬油之加溫</b>	<b>522</b>
<b>第九項</b>	<b>醬油之成分</b>	<b>525</b>
<b>第十項</b>	<b>日本法與中國法之比較</b>	<b>530</b>
<b>第三節</b>	<b>醬油之速釀</b>	<b>531</b>
<b>第一項</b>	<b>醬油速釀法之分類</b>	<b>531</b>

第二項 戊醱類式醬油速釀法	538
第三項 榑野式醬油速釀法	542
第四節 應用廉價原料釀造醬油法	551
第一項 引言	551
第二項 米糠大豆釀造醬油	551
第三項 麩皮大豆釀造醬油	558
第四項 豆餅高粱釀造醬油	564
<b>第八章 醋</b>	<b>573</b>
第一節 釀造原理	573
第一項 醋酸發酵之理論	573
第二項 醋酸發酵之化學作用	577
第一段 氧化作用	577
第二段 最新理論	579
第三段 副作用之產品	580
第四段 醋酸之氧化	581
第二節 醋酸菌	581
第一項 醋酸菌之特徵	581
第一段 皮膜之生成	581
第二段 溫度之影響	583
第三段 光線之影響	585
第二項 醋酸菌之培養	585
第一段 培養基之選擇	585
第二段 純粹培養之應用	586
第三節 東方釀醋法	586
第一項 中國醋	586
第一段 鎮江醋	586
第二段 山西醋	589

第三段 腐敗酒製醋法.....	598
第二項 日本醋.....	594
第一段 酒糟製醋法.....	594
第二段 米醋.....	597
第三段 酒醋.....	599
第四段 酒精醋.....	600
第五段 合成醋.....	601
第四節 西方製醋法 .....	602
第一項 葡萄酒醋.....	602
第二項 英國麥酒醋.....	605
第五節 速釀法 .....	611
第一項 器械.....	611
第二項 原料.....	618
第三項 發酵液之調製.....	618
第四項 操作及管理.....	619
第五項 病害.....	621
第六節 醋之精製 .....	624
第一項 過濾.....	624
第二項 澄清.....	625
第三項 滅菌.....	625
第九章 豆腐乳 .....	628
第十章 壓榨釀母及乾燥釀母 .....	635
第一節 釀母製造之歷史 .....	635
第二節 維也納未法撈法 .....	636
第三節 通氣法 .....	638



第一項 原料	638
第二項 製法	639
第三項 製造原理	644
第四節 製品	645
第五節 副產品	645
第六節 釀母之用途	645
第七節 乾燥釀母	646
<b>第十一章 特殊發酵法</b>	<b>650</b>
第一節 丁醇及丙酮之發酵	650
第二節 丁醇及異丙醇	655
第三節 甘油	657
第四節 乳酸	661
第五節 檸檬酸	669
第六節 葡萄糖酸	671
第七節 沒食子酸	676
第八節 燃料氣體	678
第九節 數種有興趣之發酵法	680
第一項 應用絲菌由葡萄糖生成脂肪方法	680
第二項 植物油之流化	681
第三項 革代用品	682
<b>第十二章 與發酵有關之工業</b>	<b>684</b>
第一節 製麻工業	684

第二節	煙草工業	.....	685
第三節	製糖工業	.....	686
第一項	微生物之分類	.....	686
第二項	蔗汁中微生物數目之變遷要素	.....	687
第三項	蔗汁發酵性質與溫度之關係	.....	688
第四項	製造粗糖各項工程中之微生物數目	.....	688
第五項	甘蔗產物之他種發酵	.....	689
第四節	染料工業	.....	689
第五節	製革工業	.....	690
第六節	飲食物工業	.....	691
〔附〕	紅麴	.....	693
補錄	釀造工業最近研究成績摘要	.....	695

參攷書

# 釀造學分論

## 第一章 酒精

### 第一節 引言

酒精學名乙醇 (ethyl alcohol)，分子式為  $C_2H_5OH$ ，乃易燃燒而具一種特殊香氣之液體，沸點  $78.3^{\circ}C$ ，比重  $0.7939$  (在  $15.56^{\circ}C$  時)。

酒精為有機化學工業之基本原料，可與酸鹼並重，故國家工業愈發達，酒精之消耗量亦愈多。邇來我國實業漸呈勃興之象，酒精輸入量，每年曾達二千萬公升。民國十九年冬中央工業試驗所所以中國酒精工業之發展刻不容緩，設立酒精試驗工場，從事實地之製造及學理之探討，成效至為卓著，各省派員來所實習者踵相接，各地酒精工廠亦相繼成立，近年酒精輸入日漸減少 (民國 25 年為  $719,077$ 公升)，未始非該所指導與提倡之功也。

### 第二節 製造原理

酒精之製造可分為發酵法及合成法。發酵法又依原料之不同，而手

續各異。如用澱粉質或纖維質原料，則先變為糖再變為酒精；如用糖質原料，則可直接變為酒精。茲分述此等化學變化如下：—

### 第一項 澱粉變糖之化學變化

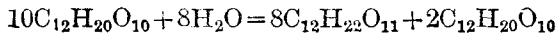
澱粉之結構，當含有兩個基本物質，即  $\alpha$ -hexaamylose 及  $\alpha\beta$ -hexaamylose；此兩者之疊化程度依澱粉之種類而異，結果成為  $\alpha$ -膠溶澱粉 ( $\alpha$ -amylose) 及膠凝澱粉 (amylopectin)。除此兩者外，某種澱粉（如穀類澱粉）含有第三種物質名曰 amylo-hemicellulose。茲述澱粉受澱粉水解酵素之變化如下：—

1811年佛開林 (Vauquelin) 發見澱粉加熱後，變為一種完全溶解於水而具有膠的物理性之物質。同年刻赫荷夫 (Kirchhoff) 在聖彼忒斯堡 (St. Petersburg) 學院公布澱粉與淡硫酸共熱，可變為糖之發見。1815年該氏發見薯澱粉以小麥之膠性成分處理時，亦可生糖。1833年俾俄 (Biot) 及柏索斯 (Persoz) 試驗當澱粉在上法處理時生成之糖，附帶之膠性物質，名之曰糊精 (dextrin)，因其具強力之右旋性也。嗣培恩 (Payen) 及柏索斯謂發芽穀類浸出液對澱粉之作用，乃因含有特別轉變劑，名之曰澱粉水解酵素 (diastase)。1860年馬斯庫洛斯 (Musculus) 更進一步，說明澱粉被麥芽浸出汁所作用時，同時生成糖及糊精。

1819年索緒爾 (De Saussure) 說明麥芽浸出汁與澱粉相作用，生成之糖，與從前所認為葡萄糖者不相同。1847年此糖經丟布隆 (Dubrunfaut) 試驗，名之曰麥芽糖 (maltose)。該氏對麥芽糖之記載雖詳，但注意之者甚少。薩利凡 (O' Sullivan) 在研究澱粉之時，

曾製成麥芽糖，並加以較詳細之攷查，故該氏實為發見麥芽糖之第二者。其論文在 1872 及 1879 年之間發表，對學術界貢獻宏大。該氏謂糊精為不還原物質，但未曾分離不具還原力之糊精。又謂所有澱粉由澱粉水解酵素所水化之產物，均可以麥芽糖及不還原糊精之比旋光 (specific rotatory) 及高銅還原力 (cupric reducing power) 解釋之。該氏曾指示溫度對於所生麥芽糖及糊精之比量，對製酒工業之實際操作關係至巨。

1879年布朗 (Horace T. Brown) 及其同人發表名貴論文，震動一時。是年布朗及希隆 (Heron) 發表澱粉及其轉變之歷史。該氏等並依薩利凡之試驗方法，試驗在各種溫度及鹼性之存在與否，麥芽浸出汁對薯澱粉之作用。其結果曾擬八種公式，以示各種糊精之生成；並有一種以示麥芽糖之生成。此八種公式可以表示反應衰弱之界限，如易以現今術語，即與 $[\alpha]_D^{150}$ ；R(無水麥芽糖之百分率對全固形物而言)80相當。越此界限，則反應之進行極慢。其反應可以下式表之：—



麥芽糖      安定糊精

1885年布朗及摩里斯 (Morris) 繼布朗及希隆之工作。該氏等說明澱粉受麥芽所含澱粉水解酵素之變化，其任何階級之生產物之比旋光與高銅還原力兩者常有一定關係；而與麥芽糖及不還原糊精之混合物相當。由此可證薩利凡及布朗與希隆從前試驗結果之精確。

該氏等以澱粉受澱粉水解酵素之有限制的作用，得一種物質為赫茲腓爾德 (Herzfeld) 從前所分離者，而名之曰麥芽糊精 (malto-

dextrin)。此物質可由澱粉水解酵素完全變為麥芽糖，而不能用酒精沉澱之。滲析之後亦無變化，不受 (*Saccharomyces cerevisiae*) 之發酵，其成分可以  $C_{26}H_{62}O_{31}$  分子式表示之，其常數為

$$[\alpha]_D^{180^\circ}; R34.5.$$

1891年林特納 (C. J. Lintner) 及其同人由澱粉受澱粉水解酵素作用之生產物，分出一種糖，與麥芽糖為異性變化，其常數為  $[\alpha]_D^{138^\circ}$  及 R80。此糖之存在與否，曾經多數學者之否認或證實。1895年林格 (Ling) 及培刻 (Baker) 加以試驗，謂此物質乃含有麥芽糖及一簡單糊精  $C_{12}H_{20}O_{10} + H_2O$ 。

1900—1902年西紐斯刻 (V. Syniewski) 謂有異性麥芽糖 (isomaltose) 之存在，而改其名曰糊精糖 (dextrinose)。

格林及南基 (Nanji) 於 1923—25 年再證明異性麥芽糖之存在，而視為麥芽糖之  $\beta$  型。亞林格 (R. Ling) 用特別抽出法可使異性麥芽糖分爲麥芽糖及不還原糊精  $C_{12}H_{20}O_{10}$ ，其比旋光力與麥芽糖同。

布朗及摩利斯 (1895) 使用尋常方法 (即用各種濃度之酒精使其分離)，不能使異性麥芽糖之組成分離，而僅能表示麥芽糖之存在，而不還原糊精則不能分出。可知異性麥芽糖或爲麥芽糖及不還原糊精之固形溶液 (solid solution) 或同等化合物 (co-ordination compound)。

1897年林格及培刻將澱粉在  $65.5^\circ C$  糖化分出下述各物質：一

麥芽糊精  $\alpha$  (malto-dextrin  $\alpha$ )  $C_{36}H_{62}O_{31}$  或與布朗及摩利斯之麥芽糊精相同，常數為  $[\alpha]_D^{+180^\circ}; R32.8$ 。

麥芽糊精  $\beta$  (malto-dextrin  $\beta$ )  $C_{24}H_{42}O_{21}$  常數爲

$$[\alpha]_D + 171.6^\circ; R 43.$$

上述分子式乃由原素分析及分子量測定而求得者也。

雖然，林格及培刻所得之麥芽糊精之常數與布朗等所述比旋光與還原力有一定關係之定律不符，但或受各組成分之影響也。

所有澱粉變化時之中間生成物，在麥芽糖及糊精之間者爲麥芽糊精 (malto-dextrins)，已經摩里斯 (G. H. Morris) 及韋爾斯 (J. G. Wells) 於 1892 年證明，毫無疑問。此物可由第二釀母漸漸發酵，乃與麥酒後熟大有關係。

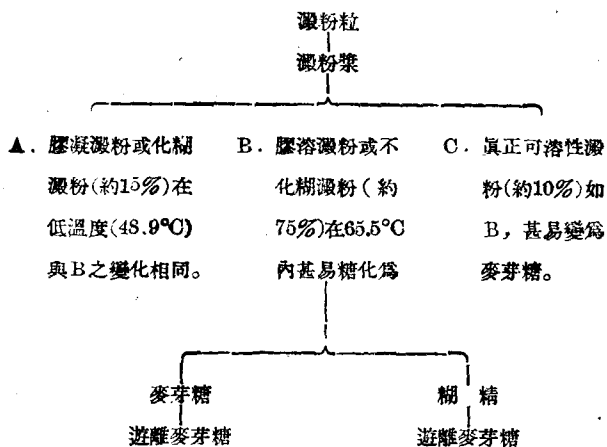
1902年林格及達維斯 (Davis) 謂澱粉水解酵素之作用，以  $55^\circ C$  爲最適，可使澱粉漿完全變爲麥芽糖。而布朗所發表之公式，實未違反應之終點，不過反應較緩耳；如溫度昇至  $60^\circ C$  則反應變弱。

1903年布朗及密拉 (Millar) 云：所謂安定糊精者，乃澱粉被澱粉水解酵素所作用之水化物，可以再受澱粉水解酵素之作用，變爲約同量之右旋葡萄糖及麥芽糖。

1904年馬開利 (Maquenne) 及盧 (Roux) 等因澱粉粒構造理論之確定，又因斐巴克 (Fernback) 及佛爾夫 (Wolff) 有 amylocoagulase 酵素之發現，遂共同主張麥芽糖乃因澱粉組成中所謂膠溶澱粉 (amylose) 者生成；而其餘難於糖化的糊精，乃由膠凝澱粉 (amylopectin) 所生成。

1911年馬太 (Matthews) 及羅提 (Lott) 經多次試驗，贊同馬開利之學說。並謂糊精爲澱粉變化時之中間生成物，所謂安定糊精者，乃

由膠凝澱粉得來。一部分之澱粉在糖化之先，必須液化，如液化受阻礙者，則生成難於變化之糊精。茲述該氏等所示之變化如次：一



1924年叩因(R. Kuhn)謂：澱粉受麥芽之澱粉水解酵素之作用，生成 $\beta$ 型之麥芽糖，唾液唾液及麴之澱粉水解酵素則得 $\alpha$ 型之麥芽糖。故將前者之酵素名曰 $\beta$ 澱粉水解酵素，而後三者名曰 $\alpha$ 型酵素。

近時多數學者，謂麥芽含有二種澱粉水解酵素，一種與大麥原有者相同，一種則因發芽時所生成。

澱粉之受麥芽糖化，當麥芽糖量達80%時，糖化停止或甚慢。1923年普林克斯海姆(Pringsheim)及其同事云：如加入補體(amylose complement)如釀母汁，則糖化大約可以完全。但此補體可以促進安定糊精之糖化，而不能促進澱粉之初步糖化。將蛋白及血清蛋白質受Pepsin 酵素之作用，所成之補體，可使澱粉變為100%之麥芽糖；此說於1930年又經淮頓哈根(Weidenhagen)等之證實或否認。



## 第二項 纖維素變糖之化學變化

纖維素在植物細胞中，與半纖維素木質纖維素、粘膠纖維素，多戊醣 (pentosan) 等共同結合而存在。纖維素約占木材全量 50%。其化學構造式與澱粉均未明瞭，普通以  $(C_6H_{10}O_5)_n$  表示之。

纖維素或為葡萄糖之脫水物，由若干個葡萄糖集合而成。加酸分解後，最後生成葡萄糖；同時亦有蒟蒻糖及木質醛糖之生成。

纖維素在常溫浸於強硫酸，其性狀與澱粉相似，可得所謂類澱粉體 (amyloid) 者。作用時間加長完全變為糊精，更用高溫，則分解為葡萄糖。纖維素當無水醋酸存在之時，可與強硫酸作用，生成所謂纖維素糖 (cellose) 或纖維式糖 (cellobiose) 者。此糖之分子式雖與麥芽糖同為  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ，但與麥芽糖相差甚多；如不受釀母之發酵作用，難溶於水，旋光度較低等，均與麥芽糖不同也。

薩美克 (Samec) 氏以硫酸或磷酸分解纖維素，得五種糊精，表解於下：—

纖維素

- (1) 用硫酸分解
- 糊精 I: 纖維素二分, 55% 硫酸 50 份, 在 20°C 作用 45 分鐘, 所生之糊精不溶於水, 不受澱粉水解酵素顯著之糖化。
- 糊精 II: 依上述方法所得, 但為水溶性易受澱粉水解酵素之糖化, 二小時後得發酵性糖分。但其性質不定。
- 糊精 III: 纖維素二分 55% 硫酸 5 分相作用, 其溫度及時間, 與前者同, 所得之糊精溶解於水, 不溶於酒精, 對澱粉水解酵素之性質與糊精 II 相似。

- 〔2)用磷酸分解 糊精IV:纖維素一份85%磷酸20份,在50°C作用一小時,所得之糊精,不受澱粉水解素之作用。
- 糊精V:纖維素一份,80%磷酸25份在50°C相作用24小時,所得之糊精,雖受澱粉水解酵素之作用。

關於纖維素之分解中間生成物之研究,極為繁雜,由纖維變為糖分,所經之化學變化的程序,尚無一致之結論;但其間曾變為糊精,則為確知之事實也。

### 第三項 酒精發酵之化學

在未有歷史記錄以前,酒精發酵早已為人所利用,但能明瞭其化學及生物上之知識,尚為近世紀之事也。什凡 (Schwann), 該律薩克 (Gay-Lussac), 利俾喜 (Liebig), 弗勒 (Wöhler), 巴斯特 (Pasteur) 對此研究殊多功績,今將其工作摘要述之如下: 發酵乃為一種生活微生物(即釀母細胞)之作用,可使糖變為酒精及二氧化碳,此外尚有微量之其他產物。彼等研究釀母中何物能使其發酵,甚感困難。吾人今已知其為酵素,為生物上化學反應之觸媒,可用水由其細胞中抽出之。

#### (1)無細胞發酵劑之發明

1897年彪赫納 (Buchner) 發現釀母細胞中之發酵劑,可用特別方法由活細胞取出之。此種發現使酒精發酵理論放一光彩。此發酵劑正和其他之酵素,乃為較複雜之化學物質,而與生物不同。活細胞皆有生此酵素之功能;但此酵素生成後雖脫離母體亦有同樣效力,故純為一種化學物質也。

彪赫納氏之方法，係將釀母細胞和以砂及砂藻土研磨之，使其細胞完全破壞，然後用水壓機壓榨之。壓出之汁雖然混濁，但甚均勻，有使糖發酵之能力。此汁並無活的細胞，惟若加滅菌劑（如甲笨）則發酵停止。此外尚有雷培丁（Lebedew）氏製備另一種活性抽出液，此為現在最常用之方法。法將釀母於 25°C 乾燥數日，于研磨機磨成極細之粉，將此粉懸浮於水中，保持溫度 27°C 兩小時，用離心機分離其液體，所得之液體為混濁溶液，有發酵之功能。若加入丙酮，則發生沉澱，乾燥之，可得持久之製劑。此液初時非常活潑，漸次衰弱，大概因其中之蛋白質分解酵素能分解發酵劑所致。

無細胞發酵劑之發現，使發酵學說得一更深之見解。所有化學反應之發生，皆在活釀母細胞中進行；糖液滲入細胞膜而入於細胞中，其發酵產物，再行滲出。此與無細胞發酵劑之發酵不同。糖變酒精之過程中，尚有中間物之生成。今根據其進行之步驟而敘述之。

## （2）糖與磷酸之化合

所最可驚異者，即其第一化學步驟為綜合的，而非分解的。糖與磷酸化合成多種之六碳糖磷酸酯（hexose phosphate esters），若無磷酸之存在，則不能發酵。哈爾頓（Harden）及楊格（Young）發現當第一時期發酵時，無機磷酸鹽逐漸減少，而有有機磷酸化合物逐漸生成，認為係六碳糖之磷酸酯。此等磷酸酯已經發現者頗多。據該氏等云：其第一個所發現為六碳糖二磷酸鹽（hexose diphosphate），惟據吾人最近所知，其第一個碳原子與第六個碳原子，各有一分子之磷酸與其結合。此酯之六碳糖，顯為果糖，但由此析出之糖仍為純粹之葡萄糖。此

外六碳糖一磷酸鹽酯 (hexose monophosphate ester) 亦經分出。羅畢孫酯 (Robison ester) 爲僅含一個磷酸分子於第六個碳原子之化合物。此製劑爲一個葡萄糖酯 (glucose ester) 與一個果糖酯 (fructose ester) 之混合物。其他六碳糖一磷酸酯如那堡酯 (Neuberg ester) 可由哈爾頓二磷酸酯一部分水解而得，此酯似與羅畢孫酯之果糖部分相似。關於此酯之種類，至今尙未能完全明瞭。結晶狀之酯甚不易得。兩種六碳糖一磷酸酯爲利文 (Levene) 及累蒙德 (Raymond) 用綜合法製成之；一種大概與羅畢孫酯相似，但未能將其結晶。最近發堡 (Warburg) 將羅畢孫酯製成鈣鹽，爲細微之結晶；此鹽已在羅開朋勒 (Rockefeller) 大學化驗室製成完全之結晶。

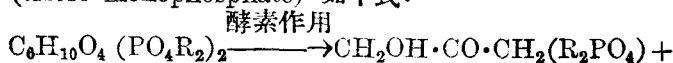
理論上磷酸酯爲發酵之中間物。將此酯代糖和以釀母汁，則其發酵之進行當較糖更速。據較確之理論，一磷酸酯生成後，變爲二磷酸酯，再進行其他之步驟。若此說爲確，則二磷酸酯當更易發酵，但事實上二磷酸酯發酵甚緩，一磷酸酯反較二磷酸酯之發酵爲速。結晶性一磷酸酯發酵之速度，與葡萄糖大約相等，惟僅限於初期之時耳。磷酸酯之功用，可以下例實驗說明之。當釀母汁與葡萄糖混和後，發酵之開始，須先經過一靜止時期，此謂之誘導時期。若加入少量之六碳糖磷酸酯於糖液中，則發酵立刻開始。故磷酸酯不但爲中間產物，且與遊離糖亦有作用。一磷酸酯最爲活潑，當發酵時因二磷酸酯之逐漸生成，反有阻礙之作用；大概二磷酸鹽乃備以再變爲活性之一磷酸酯，此問題至今尙未確定。

### (3) 六碳鏈 (6-carbon chain) 之分裂

其第二步驟卽葡萄糖或六碳糖磷酸酯之六碳鏈之分裂，變爲兩個

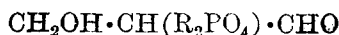
分子，各含有三碳鍵。此型之分裂雖已久知，但最近始能由實驗上證明之。此三碳磷酸酯再行發酵之情形與步驟之研究，乃埃姆頓 (Embden) 氏將死前之最後成功，以後邁厄荷夫 (Meyerhof) 及羅黑曼 (Lohmann) 更將其發揚而光大之。據最近之發展，其分裂之步驟如下：

六碳醣磷酸酯被一種酵素所分裂，而生成兩分子三碳醣一磷酸酯 (triose monophosphate) 如下式：—



六碳醣二磷酸酯

二氧酮磷酸酯



甘油醛磷酸酯

三碳醣有兩種：二氧酮 (Dioxyacetone  $\text{CH}_2\text{OH} \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_2\text{OH}$ ) 及甘油醛 (glycerol aldehyde  $\text{CH}_2\text{OH} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{CHO}$ )，一為酮醣類 (ketose) 一為醛醣類 (aldose)。邁厄荷夫 及 羅黑曼 謂三碳醣磷酸酯 (triose phosphate) 變為二氧酮酯 (ester of dioxyacetone)。六碳醣之分裂為兩種三碳醣，其作用並不完全，而卒至平衡之狀態。六碳醣二磷酸酯一部分為酵素所分解，他方面三碳醣磷酸酯 (triose esters) 又為同一酵素所綜合，變為六碳醣二磷酸酯。無論從何方面為起點，而結果所達到之平衡狀態則一。達到平衡所需之時間不及一分鐘。其平衡之狀態與溫度大有關係。可驚異者，即溫度增加，反有利於綜合。

現在吾人須聲明最近智識之弱點，即六碳鍵分裂之說明，僅限於六碳醣二磷酸酯而非一磷酸酯。與前述六碳醣一磷酸酯較二磷酸酯似為更快作用之中間產物，不相符合。究竟如何，則有待乎將來之發現耳。如





用活釀母，則各種磷酸酯 (phosphate esters) 及其他之中間產物，將無法檢驗，因各物皆在細胞中也。六碳糖磷酸酯加入釀母，不能發酵，雖在最好情形，亦不過些微之發酵而已。蓋此酯不能透過細胞膜，故不能為細胞中酵素所作用。雖然，欲得無細胞抽出汁之中間產物亦非易事。六碳糖之製備，可於適宜之時期阻止其發酵，用三氯乙酸 (trichloroacetic acid) 固定其狀況，加醋酸鉛於其濾液中，由此沉澱，用複雜之方法，分出磷酸酯，使成為鉍鹽或鈣鹽。某種毒物對於其他中間產物之取得，甚有功用。氟化鈉對於分裂磷甘油酸之酵素，有特別之阻止作用。當三碳糖磷酸 (triose phosphoric acid) 加入含有氟化鈉之酵素，僅能變為甘油磷酸及磷甘油酸，而以下之步驟，不能進行。邁厄荷夫利用此法以收集此兩種為時極暫之中間產物。前述加入亞硫酸鈉，則乙醛與之化合，而不進行其他化學變化，此亦可用為檢驗方法。丙酮酸雖能生成次亞硫酸鹽物，但不能用同一方法而得之。該化合物與丙酮酸同樣能發酵，不若乙醛次亞硫酸鹽 (acetaldehyde-bisulfite) 之不受釀母之作用也。丙酮酸為發酵之中間產物之最好證據，厥為那堡氏之發現，該氏證明丙酮酸為釀母所發酵之速度至少與葡萄糖相同。

六碳鏈之分裂為兩個三碳鏈，曾為挨姆登，邁厄荷夫及羅黑曼用肌肉抽出汁，作實驗上之嚴格證明。由關係上之類似，吾人可將此意義應用於釀母發酵。以後吾人當可證明肌肉之新陳代謝與釀母相同之不誤。

#### (6) 酵素

前述化學作用之進行，皆因酵素所致。釀母中之酵素，知之甚多，惟均未能製成純品，但其中大多數酵素可各個分離之，故可證明其中有多



種不同之酵素也。各種不同之酵素有各種不同之功用，且從未有一酵素在各種不同情形之下，發生不同之功用。尚有甚多之酵素與發酵方面，毫無關係，如能分裂多縮氨基酸 (polypeptides) 之酵素是也。其他酵素對於發酵有連帶關係者，如轉化酵素 (invertase) 水解蔗糖，麥芽糖酵素 (maltase) 水解麥芽糖，變為簡單而可發酵之六碳醣。雖然雙醣類 (disaccharides) 無此預先水解，亦能相當發酵。磷酸酯酵素 (phosphatase) 能水解各種磷酸酯。此外有一種酵素使磷甘油酸分裂為磷酸及丙酮酸。另一酵素 (那堡氏 carboxylase) 分裂丙酮酸為二氧化碳及乙醛。達金 (Dakin) 及那堡又發現一種酵素使 methylglyoxal ( $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{CHO}$ ) 變為乳酸。因此酵素之發現，故使人聯想 methylglyoxal 亦為發酵之中間產物，雖然乳酸固非釀母發酵之最後產物也。從前以為 methylglyoxal 乃由六碳醣分裂為兩半之三碳化合物。此說現在已經放棄，而採取前述之步驟。methylglyoxalase 之存在，其功用何在，殊難想像，將來或能知其究竟也。

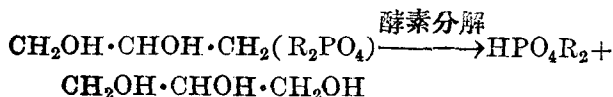
有幾種釀母不需輔酵素助其作用，較為簡單，如 carboxylase 即其一例。其他酵素需要補助劑以顯其功能，如 methylglyoxalase，據羅黑曼云：須有 glutathione 之存在。與初期發酵有關之酵素，更為複雜。當釀母汁用滲析器滲析 (dialyze) 後，其分出之汁，與剩下之汁，皆不能發酵。若混合之，則發生效力。故酵素乃含有兩種成分：一為膠狀物，不能滲析者；一為較小分子量之物，而能滲析者。故名前者為酵素，後者為輔酵素。酵素對於熱之影響，甚為靈敏；輔酵素則對於熱之抵抗力頗大，可熱至將沸時亦無礙。據羅黑曼云，除此兩成分外，酵素尚需

微量之鎂鹽，不可缺少。至今酵素之提淨，尙未成功。瓦勒 (Euler) 曾製備較純之輔酵素，但其純度，尙不足以鑑定為何種之化合物也。carboxylase 易由他種酵素分出。瓦勒尋出另一種之副物質稱之曰 Z-factor。此種抗熱性極強 (較輔酵素尤甚)，當釀母發酵時，增加甚多，但對於釀母汁之發酵無作用。尙有多數其他帶有酵素性質之物，如釀母之維他命，與碳水化合物之發酵無關，不在本節範圍之內。

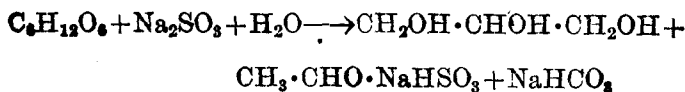
### (7) 其他最後產物之來源

發酵之正當產物應為酒精及二氧化碳，但有時生出其他少量之最後產物，有時此物竟超過酒精之產量。

甘油常有微量存在於發酵之最後產物中。大概因甘油磷酸逃出其循環圈，而為一種酵素名磷酸酯酵素者所水解，生成甘油及磷酸，如下式：—



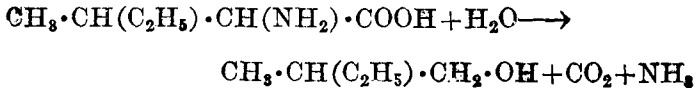
在特別情形之下，可用人工方法，使甘油為發酵之主要產物。當發酵時如有亞硫酸鈉之存在，乙醛為其吸收，不能還原為酒精，故產出大量甘油如下式：—



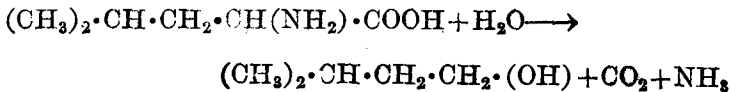
三碳醋當發酵之進行，在鹼性溶液中，雖無亞硫酸鈉之存在，亦有甘油生出，因三碳醋與乙醛發生同樣作用，亦為甘油磷酸所還原。那優發現在鹼性中發酵，甘油及醋酸為最後產物，而非酒精及二氧化碳。

其他之重要副產物為雜醇油及高級醇如異戊醇 (isoamyl alcohol)

及*d*-戊醇(*d*-amyl alcohol)。埃爾利赫 (Ehrlich) 發現雜醇油之來源，知其母體並非碳水化合物而為氨基酸 (amino acids)，蓋釀母對之亦有作用也。氨基酸之來源為發酵物中蛋白質分解而成。氨基酸先變為酮酸 (keto acid)，此酮酸正如丙酮酸失去二氧化碳，剩下之物為一種醛。此醛乃還原為其同級之醇，如乙醛之還原為乙醇然。由 isoleucin 生成 *d*-戊醇如下式：—



由 Leucin 則生成異戊醇如下式：—



假若氨基酸為二元酸 (dicarboxylic acid) 如天冬酸 (aspartic acid)，則先變為酮酸。此酸失去一分子之二氧化碳，其剩下之醛—羧酸 (aldehyde-carbonic acid) 不還原為羧酸 (hydroxy acid)，而氧化為二元酸，較原來氨基酸類少去一原子之碳。由天冬酸生成琥珀酸，此酸亦久知為酒精發酵之次要副產物。其他氨基酸亦有類似變化，有一部分生成香味，此即酒香之來源也。

釀母分裂碳水化合物之作用，初視之，似與其他較高等生物細胞利用碳水化合物之方法不同。高等生物細胞之新陳代謝在有空氣時，其最後產物為二氧化碳及水；在無空氣時，其主要產物為乳酸。乳酸之生成可與釀母發酵生成酒精相比較。一公分糖由呼吸發出之能，較發酵所生之能，約大二十倍。現在有兩二問題發生：一、高等細胞生成乳酸與釀母生

成酒精，其相關之點何在？二、高等細胞在有空氣與無空氣中，其新陳代謝不同之點如何？釀母之代謝，亦有此不同否？尙待解釋。

### (8) 乳酸與酒精之相互關係

大概發酵之中間產物，高等生物及釀母皆頗類似，不過酵素系統稍有不同，致生成各異之最後產物。兩者皆使糖先行“磷酸酯化”(phosphorylation)作用。在肌肉之新陳代謝，不但碳水化物如是，即 creatinine 及 adenylic acid 亦然。尙有其他相同之點，殊可驚異者，即丙酮酸之生成。在釀母發酵，此酸所以能變成酒精，皆因 carboxylase 之作用，使分出二氧化碳。在高等生物不發生此變化，但丙酮酸由簡單之還原而變為乳酸。據邁厄荷夫氏之發現，謂有氧氣之存在，則約五分之一乳酸氧化為水及二氧化碳，剩下乳酸再綜合為一種碳水化物，即獸臟粉 (glycogen)，用為再行發酵及呼吸之物。此小部分乳酸燃燒所發生之能，不但已足維持細胞之生命，且可用以綜合剩餘乳酸為獸臟粉。釀母在有氧與無氧時，其新陳代謝變化之比較，成爲一個問題。此問題巴士特已明白說明之。發酵是 “vie sans air” 意謂在無空氣中發酵所生出之能，乃為細胞之能的來源，同理，由呼吸所生出之能，乃為呼吸細胞之能的來源。

### (9) 空氣對於發酵之影響

巴士特認為釀母細胞只能在無空氣中使糖發酵，若在空氣中則碳水化物燃燒為二氧化碳及水。但對於此假說，巴士特未能用實驗上證明之。蓋釀母不論有無空氣，均能使糖發酵也。有空氣存在時，除發酵外，亦可燃燒為二氧化碳及水；換言之，即為呼吸作用。當進行此呼吸作用，

則發酵之程度，稍有減少。此對於其假說，頗為接近，但尚未能證明在有氧時，呼吸作用能完全代替無氧時之發酵。

以後邁厄荷夫用實驗方法，證明巴士特所言不謬。其實驗不用普通釀造釀母，改用自然存在之野生釀母。該氏尋出一種名 *Torula utilis* 特別適宜。此類釀母甚符合巴士特假說，僅能在無氧時發酵，在有氧時幾乎完全停止發酵，而代以呼吸作用。此種狀態對於高級生物頗相類似。如無氧時生成乳酸；有氧時，進行呼吸，不生乳酸，縱有之，亦極微量。發堡稱此種現象為巴士特邁厄荷夫作用，以表示此現象為巴士特所預言，又為邁厄荷夫實驗上所證明。有時一個細胞之酵素系統不能將無空氣時之發酵，完全轉變為有空氣時之呼吸，此可視為生物之化學結構有缺點之故，所以雖當有空氣時，發酵多少亦能進行，尤以工業用釀母為然。蓋此種釀母曾經特別培養，使有空氣時之呼吸作用，不能勝過發酵作用，發酵產量因而可以增加。發堡氏以後又發表某種高等動物亦有此不完全之巴士特反應。即在氧中呼吸亦能生成乳酸，但較在無氧時為少，尤以胚胎之細胞為顯著。最有趣者，惡瘤之細胞，如普通之釀母，因發酵強盛之故，致呼吸作用不能完全燃燒發酵之產物。

無論由科學上或工業上之觀點，釀母之新陳代謝，殊屬有趣。釀母發酵化學智識之進步，可用以增進他種生物新陳代謝作用之智識；反之，由他種生物所得之智識，亦可以解釋釀母之作用也。

### 第三節 原料

製造酒精之原料，以1.價格低廉；2.產量豐富；3.易於製造為三大要

點。最普通者爲糖蜜及穀類原料。茲分述如次：一

(A)糖蜜 糖蜜爲製糖工廠之副產品，適合於上述三要點，爲世界各國製造酒精之主要原料。吾國製糖工廠尙未發達，故暫時不得不仰給於舶來。每年製造酒精 30,000,000 公升，需用糖蜜 100,000 噸。但應用糖蜜爲原料之酒精工廠，以近海之區爲宜；否則運輸費不免稍昂。

山東山西河南等省適於甜菜之栽培，浙江福建廣東江西四川等省適於甘蔗之栽培。廣東新式糖廠勃興，每廠每年糖蜜產量，當有一萬五千噸之多，加以土法製糖之糖蜜，均可用以製酒精。四川土法糖蜜年約二萬五千噸，亦足供該省製造酒精之用，惟糖房散處各地收集較爲困難耳。廣西之省立糖廠，山東之博益糖廠，糖蜜產量較微，山西河南則尙無糖廠之設立。倘能通盤計劃，使各省糖廠次第成立，則酒精製造之原料必有自給之一日，故糖業之復興，殊有積極勵進之必要也。

(B)澱粉質原料 米麥爲主要食品，價值高昂，不宜用爲原料。高粱含澱粉較少，平均爲62%，產酒較少，亦非製造酒精之經濟原料。我國農產品之最適於酒精製造者，厥惟甘薯。甘薯之平均澱粉含量爲20%。生長初期需較多之雨量，其後以晴天爲宜。雖旱燥之處，可免灌溉之勞。土質輕鬆而排水良好者，均能生長肥盛，故吾國各地皆產之。且甘薯每單位面積之產量甚高，若以中等地爲標準，每畝平均可產一千五百斤至二千斤，得乾薯四五百斤，所產澱粉 300—380 斤左右。設以同面積計算，甘薯所產澱粉量幾爲小麥之二倍，故甘薯爲目前惟一廉價製造酒精之原料，殊屬明顯。茲將中央農業實驗所所調查吾國各地糧食產量列下：一

甘薯既爲酒精之最優良原料，故欲解決酒精原料問題，不可不先謀甘薯耕作之普及；欲謀甘薯耕作之普及，則下列數端須加注意焉。

1. 利用荒曠之地栽培甘薯 查吾國各地荒地甚廣，尤以西北爲多，故可移殖饑民，從事大規模之耕種，設每畝可產生甘薯一噸，每噸可產酒精 100 公升，則有三十萬畝之耕地，可得 30,000,000 公升之酒精。設每人耕種五畝，則六萬人可無饑寒之虞。

2. 設立甘薯試驗機關 我國甘薯因品種之混雜，栽培之失宜，致品質變劣，所含澱粉成分低少，水分與纖維量增多；又形狀不整，烘乾時殊感不便，故有改良之必要。改良之法，不外(1)育種(2)新法栽培。此專關係農業甚巨，須專設試驗機關以司其職。

3. 甘薯切乾工場 新鮮甘薯不易貯藏及運輸，各地農民多用手工切片晒乾，此法甚爲笨拙，大規模工場須設立烘乾工場，集中鄰近各地之甘薯，用新法烘乾之。

製造酒精之原料，倘能應用本國各地糖廠副產之糖蜜及乾薯，則不但與民食無關，而農村經濟，必因而繁榮也。

#### 第四節 應用的菌類

製造酒精應用之菌類，以糖化用絲菌，乳酸發酵用乳酸菌及酒精發酵用釀母爲最主要。茲略述如次：一

##### 第一項 糖化用絲菌

絲菌 (mould) 之應用於酒精製造者，如日本酒麴之 *Aspergillus oryzae*，中國酒麴及阿明露 (Amylo) 法之 *Rhizopus* (如 *Rhizopus*

japonicus, Rhizopus tonkinensis, Rhizopus Delemar 等) 及阿明露法之 Mucor (如 Mucor Rouxii) 等是也。

此等麴菌之性狀，均詳載釀造學總論。茲將簡明檢查表列下：

種名	菌叢色	分生芽胞柄	頂囊	梗子	分生芽胞	盤子器菌核	最適溫度	所在
A. oryzae	黃綠	1—2公厘× 19—39 $\mu$	球狀或瓶子狀 50—80 $\mu$	12—20 ×5—7 $\mu$	球形滑面 或細粒性 6—7 $\mu$	菌核	37	日本麴

種名	菌叢及芽胞囊柄	芽胞囊	中軸	芽胞	接合芽胞	芽子	最適溫度	所在
Rh. oryzae (Rh. Delemar 之類 似菌)	灰黑色	100—160 $\mu$ (普通150 $\mu$ )		5—8 $\mu$		+	37	爪哇 釀母
Rh. japonicus	灰色乃至 褐黑色芽 胞囊柄 3—6公厘	種種變化 160—216 $\mu$		卵圓形多 角有條面 4×5 $\mu$ —8 ×12 $\mu$ (大 抵6×9 $\mu$ )		+	30	米麴及 中國酒 藥
Rh. tonkinensis	灰色乃至 黑褐色	種種變化 75—100 $\mu$		8×5.65— 6.5 $\mu$		+	36—38	
Mucor Rouxii	菌叢黃色 芽胞囊柄 短小 1公厘× 7—14 $\mu$ 少 分枝	無色乃至黃 色球形或延 長長軸形 50 $\mu$ 滑面	球形稍扁 平 20×23 $\mu$ —28—32 $\mu$	長形 5× 2.8 $\mu$ 圓形 者少		+	30—40	中國酒 藥及酒 麴

上述各絲菌以麴菌中之 Aspergillus oryzae 最為常用。茲述其特性如下：—

(1) 形態 麴菌乃屬於高等菌族 (Mycomycetes) 囊菌綱 (Ascomycetes) 麴菌屬 (Aspergillus micheli) 之絲菌。其種類極多，除特殊者外，其大部分為 Aspergillus oryzae。又托姆 (Thom) 及徹赤



(Church) 二氏以學名 *Aspergillus flavus-oryzae* series (黃綠色乃至褐色之絲菌)總括之。

麴菌(圖1.2.3.)以白色細條狀之菌絲(hyphae)及菌組織(mycelium)。爲司營養之機關。此菌絲擴布培養基之表面，並向空中生成分枝，名曰分生芽胞柄 (conidiophore) 其頂端膨大，成球狀或瓶狀。其棒狀部分，名曰莖柄 (stalk)；膨大部分名曰頂囊 (vesicle)。頂囊之表面，生成無數之短小梗子 (sterigma)，其上附着分生芽胞(conidia)。芽胞乃司蕃殖之機關，不規則球形，表面多粗糙，亦有平滑者。梗子頂端，亦有分枝而生二個小梗子，然後再附着芽胞者。

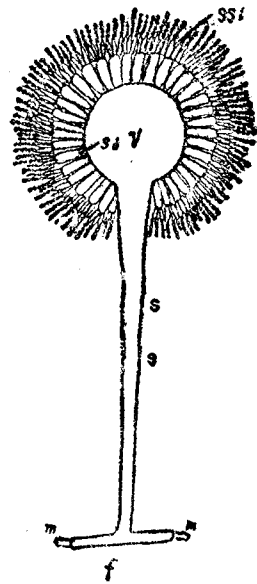


圖 1. 麴菌  
S=莖柄  
V=頂囊  
St=第一梗子  
SSt=第二梗子

芽胞之色，依培養條件而有差異，普通爲黃色以至帶綠之褐色。如培養基中多含蛋白質，且呈鹼性者，則呈黃色；又多含碳水化合物，且呈酸性者，則呈綠色。溫度及乾濕度對於芽胞之色，亦有關係。

麴菌依其種類，其大小不同。茲述其代表者之大小如次：一

菌絲之闊

3—9 $\mu$

莖柄之長

—3公厘

頭之直徑	50—120 $\mu$
頂囊	30—50 $\mu$
葉柄之直徑	5—20 $\mu$
葉柄膜之厚	0.2—1 $\mu$
梗子之長	12—20 $\mu$
梗子之闊	4—5 $\mu$
分生芽胞之直徑	6—7 $\mu$

(2) 生育溫度 麴菌在 33.5—34.5°C 發育最為旺盛，其適溫依菌之種類而不同，普通則為 30—37°C；37—38°C 以上，發育太速而結果不良；45—49°C 發育停止。

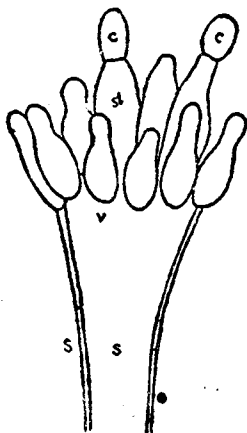


圖 2. 麴菌

S = 葉柄

St = 梗子

C = 分生芽胞

V = 頂囊部分

(3) 酵素作用 麴菌分泌各種酵素，而以澱粉水解酵素及蛋白質

分解酵素為最主要。



圖 3. 麴菌

(4)糖化作用 麴菌之澱粉分解作用極強，其糖化力與麥芽相似，而液化力則較強。糖化作用之最適溫度在 $60^{\circ}\text{C}$ 左右，若溫度昇至 $80^{\circ}\text{C}$ 則此作用消滅。茲述溫度與糖化作用之關係如次：—

溫 度	$0^{\circ}$	$10^{\circ}$	$20^{\circ}$	$30^{\circ}$	$40^{\circ}$
糖化作用 %	7	20	38	60	98

麴之糖化作用，因鹼性而破壞，而因酸性而促進。糖化之最適 $\text{pH}$ 為 $4.8-5.2$ 。但酸量過多者，糖化作用不免阻礙；其阻礙之程度，因酸之

種類而異。

(5) 蛋白質分解作用 麴菌之蛋白質分解力。對醬油之製造，極關重要。其分解力依芽胞之生成而激增。茲述每 100 公分蒸米培育之麴菌，其氨基酸生產量如次：—

Aspergillus oryzae 變種	繁殖狀態	氨基酸生產量
G	僅有菌絲	0.098公分
G	生成芽胞	0.209公分
O	僅有菌絲	0.069公分
O	生成芽胞	0.222公分

(6) 其他作用 麴菌當發育之際，將糖分解為有機酸，如醋酸，檸檬酸、草酸，丁烯二酸(fumaric acid)，琥珀酸，左旋蘋果酸，乳酸，葡萄糖酸等。

麴菌在麴汁培養基中，可生 1—3% 之酒精。

麴菌之變種甚多，供酒精製造之糖化用者，以選擇富有糖化力者為要。

## 第二項 乳酸菌

製造酒精之時，將供酒母用之甘醪種以乳酸菌，使生足量之乳酸，藉防有害菌之繁殖，俾釀母之發酵，不至發生障礙。實用之乳酸菌為 *Bacillus Delbrücki*。

此菌係由酒精醪、生穀、麥芽等分離而得。此菌(圖4)為長直細胞。大多數長  $2.5-7\mu$  闊  $0.5-1.05\mu$ ，單一或數個連續而成直線狀或曲線狀。老細胞作連鎖狀，其長達  $100-913\mu$ 。

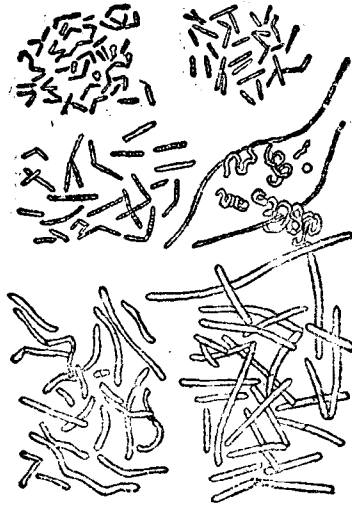


圖 4. 乳酸菌

發育溫度最高為  $50^{\circ}\text{C}$ ，最低為  $18^{\circ}\text{C}$ ，最適為  $45^{\circ}\text{C}$ （在麥芽汁瓊脂上）。生酸溫度，最高  $54^{\circ}\text{C}$ ，最適  $46-47^{\circ}\text{C}$ ， $26^{\circ}\text{C}$  以下殆不生酸。乾熱  $93-96^{\circ}\text{C}$  一分鐘死滅。液體中，加熱至  $68-72.5^{\circ}\text{C}$  一分鐘，或至  $65^{\circ}\text{C}$  五分鐘，均可死滅。

生酸量依培養基之種類及其他情形而不一定。據試驗結果：麥芽瓊麥醱（ $24^{\circ}$  勃立克司）在  $32^{\circ}\text{C}$  19 小時後，可得 1.4% 之乳酸； $12^{\circ}$  勃立克司則可得 1.7% 之乳酸。實際工場之生酸量為 1.3—2%。2.0% 者與釀母之繁殖無礙；而在 2.0% 以上者，則不然。此菌可使果糖、葡萄糖、麥芽糖等生酸；而糊精、蔗糖、分解乳糖等略可生酸；澱粉、乳糖等則不生酸。

培養基以麥芽汁瓊脂加 1% 碳酸鈣者為宜。移植後培養 2 日，藏於

15—18°C之冷室，在3—4個月內可以生活。乳酸菌之死滅期早，培養及貯存之時，不可不注意也。

### 第三項 釀母

糖分受釀母之作用變為酒精及碳酸氣。釀母在植物學上屬於子囊菌屬之一種菌類，依芽生而增殖焉。

亨內堡 (Henneberg) 氏云：釀母菌分為（一）產生芽胞釀母菌；（二）不產生芽胞釀母菌；（三）裂殖釀母菌三種。酒精製造所應用者，乃為第（一）種之產生芽胞菌中之培養釀母。

培養釀母更依發酵之形式，分為下面發酵釀母及上面發酵釀母；又依工業上之分途，有酒精釀母及增殖釀母之別。前者供酒精製造用，後者為壓榨釀母之製造用。

據亨內堡云：釀母之大為0.004—0.008公厘，培養釀母（圖5.6.7.）概為卵狀乃至橢圓狀。野生釀母形長，*Torula* 為球形。但釀母之形狀亦因營養及其他外界狀況，而有變化。

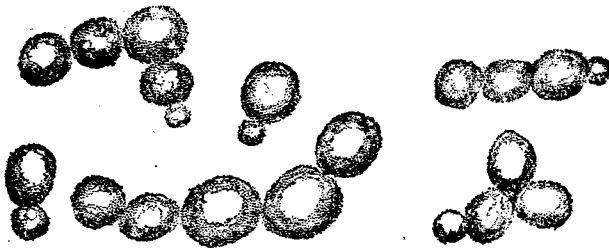


圖 5. a. *Saccharomyces cerevisiae*

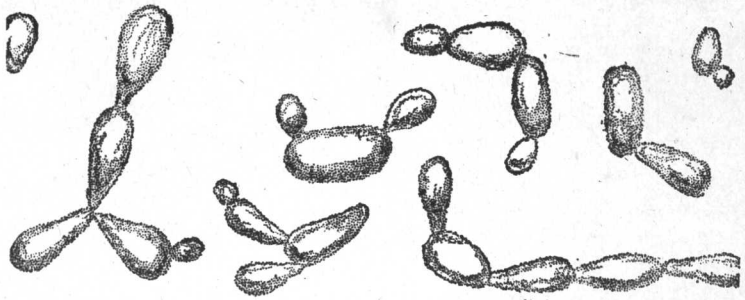


圖 5. b. *S. ellipsoideus*

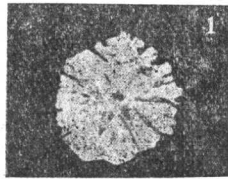
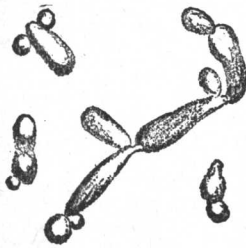


圖 5. c. *S. Pastorianus* 圖 6. 酒精酵母 12 號 圖 7. 酒精酵母 2 號  
巨大菌集(麥芽汁膠上) 菌集(麥芽汁膠上)

溫度對釀母之發酵及增殖,均有影響。據亨內堡氏之研究,酒精釀母之發酵適溫為 28—30°C,最高溫度為 40°C,最低溫度為 5—14°C,死滅溫度為 68—70°C。

增殖之最適及最低溫度,均較發酵時為略低。

釀母之化學的組成,依營養之狀態,而有多少之差異。據海恩最爾曼 (Heinzelmann) 氏之分析結果如下:—

水分	73.7—76.7%
固形物	23.3—26.3%

固形物中之組成如下：—

含氮物	43.34—50.28%
無氮物	41.59—46.76%
灰分	8.13— 9.90%

(其中磷酸佔54.41—57.12%)

又據亨內堡氏之研究，固形物中之蛋白質含量如下：—

Rasse II. 36.5—33.0%    Rasse XII 33.5—34.5%

釀母之營養料為碳素物、氮素物等有機物，及少量無機物，就中以鉀、鎂、磷酸為不可缺，少量之鈣，亦屬必要。

碳素之給源，除各種糖類、糊精之外，尚有甘油、甘露蜜醇等多元醇，及各種有機酸、醃胺類 (amides) 等。

對於氮素物之同化，有機物以醃胺類為最，無機氮素則以銨鹽為最。

某種物質對釀母增殖及發酵有害，但用量極少者，反呈刺激作用，如各種有機酸無機酸及其鹽類是也。亞硫酸、硫酸、鹽酸、氟氫酸等，對釀母均屬有毒，但於培養液中先加少量，漸漸增多，使釀母次第馴養，增其抵抗性，則屬有益。

pH 值與發酵，關係甚巨，其最適之pH，據瓦勒云，為4.5，什勒得 (M. Schröder) 云，為4.2—4.5。pH 在8.0以上時，對發酵有礙。

糖類受釀母作用分解為酒精及碳酸氣之際，發生熱量；據莫兒 (Mohr) 氏云：一分子之葡萄糖分解之時，發生熱量為26卡。

酒精製造工場實際使用之釀母為上面發酵之純粹釀母。茲述最常用者如下：—



## (A) 澱粉質原料用

Rassell	} 德國釀造大學
Rasse XII	

## (B) 糖蜜發酵用

F.396 (台灣釀造試驗所)

Saccharomyces Magne

## 第五節 麥芽

麥芽之製造詳麥酒製造法章中。茲述酒精製造用麥芽，應注意之要點如次：—

酒精製造用麥芽，以澱粉可變為最多量之糖分，以增酒精之收量為目的。換言之，即以能得強力之澱粉水解酵素為最主要；其他性質，均屬次要。常用之麥芽為大麥之芽，此外如小麥、燕麥、裸麥、玉蜀黍等用者甚少。茲將此等穀類之綠芽的澱粉水解酵素之力，比較如次：—

大麥麥芽	1.00	裸麥麥芽	0.63
小麥麥芽	1.08	燕麥麥芽	0.20
玉蜀黍芽	0.28		

大麥麥芽富於蛋白質，故澱粉水解酵素之生成較多。麥芽之幼芽長者，名曰長麥芽，其澱粉水解酵素較短麥芽為多。茲比較如下：—

	賦之蛋白質之大麥麥芽之澱粉水解酵素力(蛋白質含量9.31%)	富於蛋白質之大麥麥芽之澱粉水解酵素力(蛋白質含量11.62%)
長麥芽	128.5	160.5
短麥芽	100	100

長麥芽之物質溶解，雖較短麥芽為多；但同量之大麥生產之麥芽，

其糖化力之比較，仍以長麥芽爲優。茲示之如下：—

含有同量乾燥物之麥芽之糖化力比較：

長麥芽	100	短麥芽	63
-----	-----	-----	----

同量之大麥所生之麥芽之糖化力比較：

長麥芽	90	短麥芽	63
-----	----	-----	----

如將麥芽加熱使其乾燥，則糖化力減少。酒精製造用麥芽以具強力之澱粉水解酵素者爲宜，與製造麥酒所用者不同。普通應用搗碎之綠麥芽；如須貯存者，則可以低溫度乾燥之，最高溫度爲 $50^{\circ}\text{C}$ 左右，如用風乾更妙。

茲將澱粉水解酵素力與乾燥溫度之關係，示之如下：—

	澱粉水解酵素力
綠麥芽	100
炒乾麥芽 ( $50^{\circ}\text{C}$ )	88.2
炒乾麥芽 ( $60^{\circ}\text{C}$ )	78.3
炒乾麥芽 ( $70^{\circ}\text{C}$ )	52.9

酒精工廠製造麥芽所用大麥，以粒大而較重者爲宜，因其多含蛋白質，可生強力之澱粉水解酵素也。

製造麥芽之方法已詳麥酒章，小規模可採用地板式法。大規模者可採用通風式法。後法以薩拉丁 (Saladin) 法最爲簡便，且建築費亦較廉。

## 第六節 麴

將麴菌繁殖於穀類、麩、糠及其他材料，名曰麴。供酒精製造用者，

以利用其澱粉水解酵素使澱粉變為糖為主要目的。故製成之麴，以富於澱粉水解酵素者為主要。酒精工廠之製麴材料，以麴為常用，取其廉價也。麴麴製造，每因水分散發較易而致失敗，可混以米糠或玉蜀黍粉，則可免此困難。

米麴因太昂貴，故不常用。但碎米或劣米，價廉者，亦可應用；如用以備製酒母膠尤妙。茲分述米麴及麴麴之製法如次：一

#### 第一項 米麴

1. 洗滌 製造酒精之米麴用米，無須精白，即行洗滌。洗滌機小規模者如圖 8，鐵製或木製之圓筒，內設攪拌具；此具係螺旋裝置，使米粒在水流之下，互相磨擦；如圖 9 為連續洗米機。

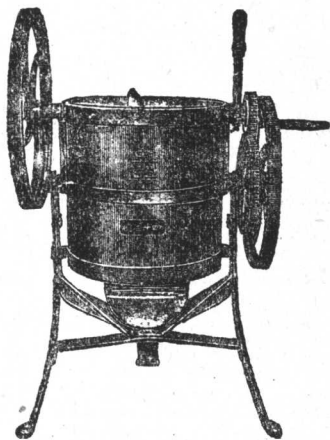


圖 8. 洗米機

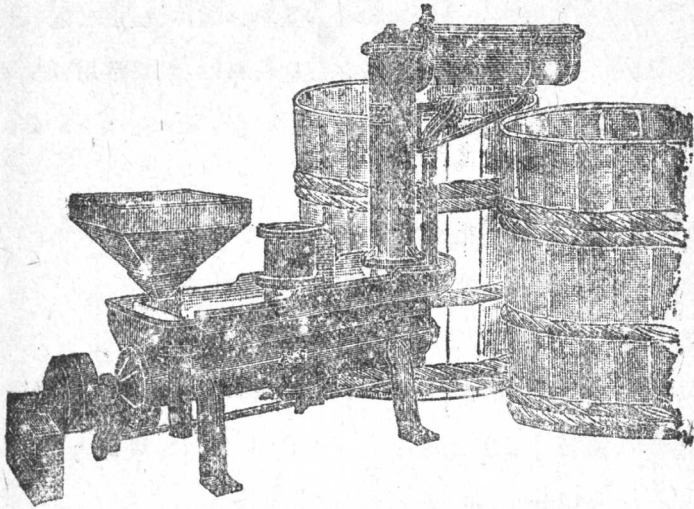


圖9. 連續洗米機

2. 浸漬 洗淨之米，盛於籬內，以水沖洗。俟水淋乾時置於浸漬槽。槽係二重底，排水口設於槽底（係多孔底為竹所編或金屬網所組）之下。米既入槽，灌水達米面之約一寸。為防細菌之蕃殖起見，每隔4—5小時換水一次。其法乃開排水口之栓，俟水流盡，再加以清水即可。

浸漬時間，依水溫及水之硬度等而有加減。水溫高且硬度低者，浸漬時間短；反之則長。茲述浸漬標準時間如次：—

水 溫	浸 漬 時 間	換 水 次 數
10°C以下	15—24小時	1—2次
15°C附近	10—12小時	1次
17—18°C	6—8 小時	—
20—23°C	3—5 小時	—
23°C以上	3 小時	—

白米浸水，其水分之增加為13—15%。同時可溶性物質亦不免溶出；其溶出量依水溫水質及浸漬時間而異。水溫高溶出量多，軟水較硬水為多。茲述日本釀造試驗所所述水溫及溶出物之關係加次：—

(注意) 供試之米為150公分

浸 漬 溫 度	6.5°C	10.0°C	15.0°C
浸 漬 時 間	4小時	4小時	4小時
溶 出 全 量	1.2800公分	1.4320公分	1.6320公分
含 水 碳 素	0.3104公分	0.3424公分	0.4064公分
總 氮 素		0.0521公分	0.0616公分
灰 分	0.2880公分	0.3120公分	0.3306公分
磷 酸	0.0756公分	0.0848公分	0.1109公分

可知溶出全量乃依水溫而增加。

次述溶出物與時間之關係如次：

浸 漬 時 間	4小時	8小時	16小時	24小時
浸 漬 溫 度	15°C	15°C	15°C	15°C
溶 出 全 量	2.0864公分	3.0952	3.7650	5.9328
含 水 碳 素	0.5392公分	0.7772	1.1072	1.9056
總 氮 素	0.1824公分	0.2592	0.3968	0.5084
灰 分	0.4268公分	0.6112	0.6112	1.0368
磷 酸	0.0916公分	0.1291	0.1687	0.1029

可知溶出全量乃依時間而增加。

再次述溶出物與水之硬度之關係如次：—

水 質	蒸 餾 水	硬度10°之水(因含硫酸鈣)
浸 漬 溫 度	15°C	15°C
浸 漬 時 間	4小時	4小時

溶出全量	3.1352	2.9168
含水碳素	0.8272	0.8640
總氮素	0.0806	0.0834
磷酸	—	0.1305
灰分	0.7704	0.5304

3. 蒸熟 浸漬之水，淋乾，放入蒸甑。大規模者用蒸汽，小規模者用煤火。蒸熟時間約一小時。檢查蒸熟程度時，將蒸米放於兩指間壓之，如無生粒者，為蒸熟之證。但蒸熟太過，則米粒膨脹過甚，而呈柔軟之狀，不適製麴之用。蒸熟之米，澱粉糊化，含水量較蒸熟前增加4—8%。蒸熟之米鋪於蓆上，以耙打鬆，俟冷至適當溫度，運入麴室內。

#### 4. 製麴

a. 麴室 麴室(圖10)之構造。以室內溫度及濕度可以保持，且能自

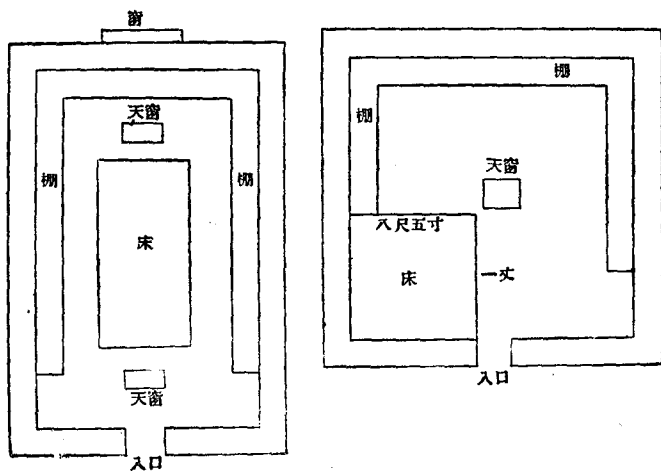


圖 10. 麴室平面圖

由調節，以便麴菌之繁殖爲必要條件。麴室有地上室、地下室、半地下室、二樓室數種。地下室保溫較易，而換氣不良，故濕氣高，不宜於操作，現今採用之者日少。

麴室之廣，依麴量而定。普通使用原料蒸米 100 公升，須佔 100 平方尺之面積。室太大者，溫度不易保持；室太小者，溫度升高太速，均難得優良製品。室形或爲正方形，或爲矩形。

地面以三合土爲佳，木板者易受潮濕及鼠害。三合土之上，可舖草蓆及蓆。

室之四壁二重，外壁爲土、磚或石所築。土壁雖富保溫力，但乏耐久力，易受潮濕。磚及石耐久，而前者吸收蒸汽，外面宜塗以水泥；後者保溫力最弱，厚度宜增。土壁厚 0.6—1 尺，磚壁用一塊或一塊半築成；石壁之厚須在 1 尺以上。內壁則先設木架，再蓋以木板或草蓆。

內外壁之間隔爲 1.5—3 尺，其間實以草薦、礮糠、鋸屑或砂。草薦保溫力最良，其他依序次之。

房頂架以橫樑，舖以木板，其中埋實三尺厚之保溫材料，如草薦、礮糠等，更覆 7—8 寸厚之土。

室之內部沿壁四周，設 1—2 尺高 1.7—1.8 尺闊之木架，以便放置麴盤。中央或一隅，設高 1—2 尺面積 36—72 平方尺（對蒸米用量 70—100 公升須用 20 平方尺左右之面積）之麴床。床下約舖一尺草薦，蒸米置於其上，與種麴相混合。

室之入口高 4—5 尺，闊 2.5—3.5 尺，二重。又室之側壁玻窗，亦爲二重，以便保溫。

天窗爲方形筒狀，口徑1—1.5尺方。下部設活門，可以自由開閉。一室內設二個，一高一低，以便換氣。

室外之前面留一空場，其大與室同，以便蒸米之冷卻。

麴盤如圖11，係杉木所製之淺箱，闊0.98—1尺，長1.43—1.45尺，深1.7寸，底板厚2分，側板厚5分，供裝盛蒸米及覆於麴盤之用。

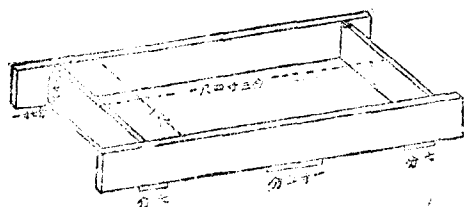


圖 11. 麴 盤

麴室內常備溫度計及乾濕球溫度計(圖12)最高最低溫度計，如備自動記載之溫度計更妙。

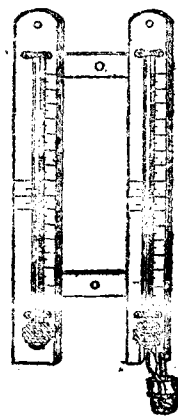


圖 12. 乾濕球溫度計

### b, 製麴法

製麴之先，須將製麴一切用具，密閉室內，將福馬林加水數倍；用噴霧器全部噴，一晝夜後，開窗通氣，使福馬林氣體消失即可。每250—290平方尺面積約用一磅之福馬林。嗣開暖汽管，使室溫達25—26°C，又噴出蒸汽，使濕度計乾濕球之差，在0.5—1.0°C之間，即可開始製麴矣。

(1)堆積 米蒸熟後，置於通風之處，使濕氣散去，同時將米之團塊者搓碎之。俟蒸米冷至33—35°C時，運入麴室內之床上，堆成約1尺5寸之丘狀，蓋以草蓆，使蒸米之溫度平均，名曰堆積。



初次製造米麴，蒸米入室之溫度，可以較高。或以少量蒸米撒於床  
上，增加室內之溫度及濕度。

(2) 添加種麴 堆積約 5 小時，用木鏟攪拌，撒以純粹培養之種麴  
(普通 100 公升米，約用種麴二市兩)，充分搓揉，使麴菌平均附着於蒸米  
之上。種麴添加後，堆積如前，米溫以  $30-32^{\circ}\text{C}$  為適當。

(3) 翻拌 添加種麴後，經過 12—14 小時，麴菌稍見發育，米粒失  
其光澤，此時溫度較高  $2-3^{\circ}\text{C}$  即  $32-35^{\circ}\text{C}$ ，麴菌之發育漸盛，米堆內  
部蓄積碳酸氣。為發育均一起見，十分翻拌，仍舊堆積，米溫因而略低。

(4) 裝盛 翻拌後經過 3—5 時，米粒表面略顯白斑，此時菌之發  
育旺盛，溫度較翻拌後上昇  $2-3^{\circ}\text{C}$ ，碳酸氣之發生甚盛。可將丘狀堆  
積，用木鏟翻拌，裝於麴盤中。每盤盛米二公升，堆成丘狀，中穿一穴，使  
白斑之發育平均，裝盛之意，乃使溫度不至昇高過速，麴菌可以徐徐發  
育，故為製麴最重要之時期。

普通裝盛時間，乃依翻拌時間之遲早，米之精白程度種類及其他條  
件而異。要以米粒表面略見白斑，且米溫在  $32-33^{\circ}\text{C}$  時為適當時期。但  
精白程度低者， $30^{\circ}\text{C}$  內外，即行裝盛，亦可得良麴。

裝盛時，數個麴盤相疊，置於數個層積空盤上，並列架上(如圖 13a)。  
兩列之間，須留適當之間隙，或包以草蓆，藉以保溫。

(5) 調換 裝盛後 4—6 小時，菌絲發育，米粒白斑約占十分三四。  
米溫昇至  $33-35^{\circ}\text{C}$ ，碳酸氣發生頗盛。但因空氣缺乏，麴之發育不均。  
此時須攪拌一次，供給空氣，堆積如前。每盤各蓋一個空盤，層積架上  
(圖 13b)，圍以草蓆；必要時，可將上下各盤調換之。

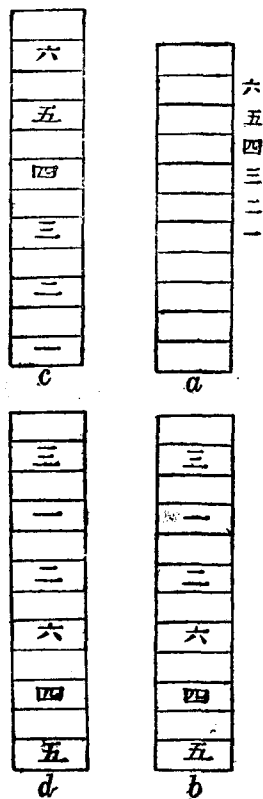


圖 13. 麴盤層積情形 a. b. c. d.

(6)平鋪 通常調換後,經過 5-7 小時,白斑約占 7-8 份,溫度昇至 37-39°C,菌之發育益旺盛,碳酸氣之發生及水份之蒸散亦激烈。按法翻拌後,將米平鋪,再劃二、三行之縱溝,藉以增進空氣之接觸,使麴菌更易發育,復層積如圖 13c。兩列之間隙約 1 寸 5 分,並圍以草蓆。平鋪後米溫為 35-36°C。

(7)疊積 平鋪後,經過 3-7 小時,麴菌之發育達於最盛時期。米溫之上昇,碳酸氣之發生,水分之蒸散,均極激烈。此時

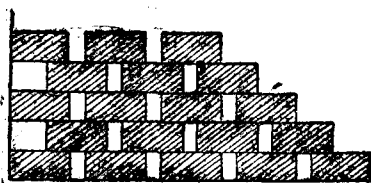


圖 14. 麴盤疊積情形

開放窗門,並去草蓆及空蓋,將麴盤疊成如圖 14 之狀,藉使米溫不至上昇太高,且發育可以平均,稱曰疊積。此期溫度最高,澱粉水解酵素之生量亦最多。米之最高溫度,依其硬軟與精白程度,水質之硬軟及麴之使用目的而定,普通為 38-42°C。

(8)出麴 疊積後,經過數小時,麴菌十分發育,結成塊狀,去蓋,移於室外,廣布蓆上,而冷卻之,稱曰出麴。自平鋪以至出麴之時間,依

麴之種類，及原料米之關係而不同。普通以糖化爲目的者，軟質米自9—12小時，硬質米自13—14小時。

出麴時麴之溫度無關重要，惟麴之表面以遍布白色菌絲者爲佳，因其含澱粉水解酵素較多也。

茲將清酒用酒母麴之製麴經過表列下：—

原料米之精白度 1.5—2 成，室內乾濕球溫度之差 1—1.5°C。

製麴經過表

操 作	日 次	時 刻	品 溫	室 溫
堆 積	第 一 日	午前6.00	34.0	24.0
滴 加 種 麴	第 一 日	11.00	29.5	25.0
翻 拌	第 二 日	午前1.00	32.5	26.0
裝 盛	第 二 日	5.00	33.0	24.0
調 換	第 二 日	11.00	36.0	25.0
平 舖	第 二 日	午後5.00	39.0	25.0
疊 積	第 二 日	9.00	42.0	26.0
出 麴	第 三 日	午前5.00	40.0	25.0

### 第二項 麩麴

麩麴爲日本製造酒精最通用之糖化劑，且爲他卡澱粉水解酵素 (Taka-diastrase) 之製造原料。茲將麩麴之原料及製法如次：—

麩爲小麥之表皮，乃製造麥粉之副產物，生產量甚富，價格亦低，其成分如次：—

	水 分	灰 分	粗蛋白質	粗 纖 維	可溶性無氮素物	脂 油
細 末	13.1	5.4	14.0	8.7	55.0	3.8
粗 末	12.9	6.6	15.0	10.1	52.0	3.2

供製麴用之麩，以多含澱粉而作粗大之片狀者為佳。

麩可與礮糠、米糠、碎米、玉蜀黍粉混合而製麴。礮糠之用量，普通一成左右。此混合物粗鬆而適於絲菌之繁殖；但礮糠中含枯草菌之芽胞，故細菌有侵入麴中之虞。米糠可以補充營養分，使絲菌之發育較佳，其用量為一、二成。碎米洗滌浸水後，可以二、三成與麩混合；但碎米與麩對製麴上之條件不同，故往往失敗。現今最通用之法，為七成麩二成玉米粉及一成礮糠。著者製造麩麴時，不加其他原料，結果亦佳；但管理時須十分謹慎耳。茲述其法如下：—

先將麩噴水（每百斤麩用水六十斤），十分揉搓，放於蒸甑，約蒸一小時取出，冷至 $35^{\circ}\text{C}$ ，加以種麴（100斤麩用種麴3.5—5兩），十分拌和。此時溫度降至 $32-34^{\circ}\text{C}$ ，堆積於室內之麴床上。上蓋草蓆；經過12—15小時，溫度昇至 $33-35^{\circ}\text{C}$ 加以翻拌。翻拌後，溫度降至 $30^{\circ}\text{C}$ 再經4—5小時，溫度復上昇至 $33^{\circ}\text{C}$ ，更加翻拌。翻拌後，溫度復降至 $30^{\circ}\text{C}$ ，即可盛於麴盤。裝盛之後，依溫度上昇之程度，而定翻拌之次數。每隔六小時將麴盤上下調換一次，並將盤與盤之間隙，逐漸增大。如有乾燥現象，可以濕蓆蓋之。前後兩日可以出麴。製麴中須注意者，乃室內溫度不可太低，麩之溫度不可上昇太速，否則麩麴乾燥，麴菌不能發育。又如麩皮太濕，致絲菌如 *Mucor*, *Rhizopus* 等十分繁殖，麴菌之生育，亦因而大受阻礙，故溫度及濕度，須慎為調節也。

### 第七節 澱粉質原料製造酒精法

澱粉質原料以甘薯、玉蜀黍、高粱及米為最常用，茲述原料成分並

製造方法如下：—

### 第一項 原料成分

原 料	高 粱	米	玉 蜀 黍
水 分	10.72—11.58	10.10—11.90	13.32
蛋 白 質	11.60—12.50	7.30—9.60	9.50
脂 肪	1.79—2.80	0.2—0.4	5.00
可溶性無氮物 (以澱粉爲主)	58.53—63.21	78.70—79.60	67.98
纖 維	7.21—7.93	0.20—0.70	2.65
灰 分	3.44—4.22	0.50—1.00	1.47

	甘 薯	乾 甘 薯	馬 鈴 薯	馬 鈴 薯 (乾)
水 分	64.24—74.87	4.96—13.32	68.03—84.90	12.0
蛋 白 質	1.48—1.94	1.41—1.71	0.69—3.67	7.4
脂 肪	1.03—1.30	0.78—1.33	0.04—0.96	0.4
可溶性無氮物 (以澱粉爲主)	17.03—31.82	47.79—82.62	19.45—22.56	74.0
纖 維	0.97—1.75	7.65—27.00	0.25—1.57	2.3
灰 分	0.63—3.11	2.50—8.00	0.53—1.87	3.9

吾國薯類以甘薯爲主，其品質與馬鈴薯略有不同。甘薯含糖較多，煮成之液黏性較大，故濃度不能太高，否則發酵不能完全；而馬鈴薯則反是，此德國所以常採用濃醪也。

### 第二項 蒸餾

(1) 蒸餾目的 蒸餾之目的乃使澱粉粒之外皮破壞，而細胞之內容物，得以完全糊化，或呈部分的溶化狀態，以利澱粉水解酵素之作用。

(2) 蒸餾用具 舊時應用常壓蒸餾法，需時既久，澱粉又不能溶

解。現今多用高壓之蒸汽，所用器具名曰高壓蒸餾機 (high pressure autoclave)。原料在此機中蒸餾，澱粉溶解可以充分受澱粉水解酵素之作用。

蒸餾機以亨茲蒸餾機 (Henze steamer) 最為適用，此機構造簡單，或為完全圓錐形，或上部為圓筒形，下部為圓錐形。完全圓錐形者，對於蒸汽之分配較佳；然欲製同容量之蒸餾機，圓錐形者較半部圓筒形者為高，因安裝頗為不便，故採用者較少。如圖 15 乃圓錐形蒸餾機，圖 16 乃上部圓筒形下部圓錐形內部附有攪拌器之蒸餾機。

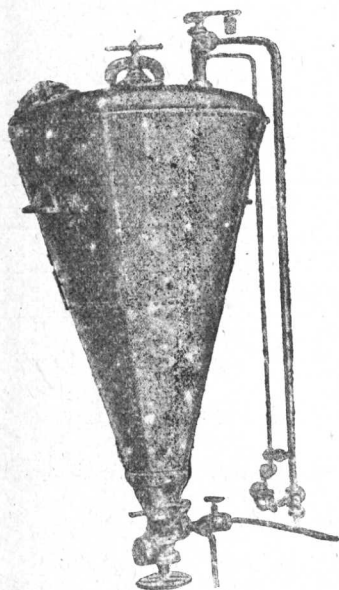


圖 15. 圓錐形蒸餾機

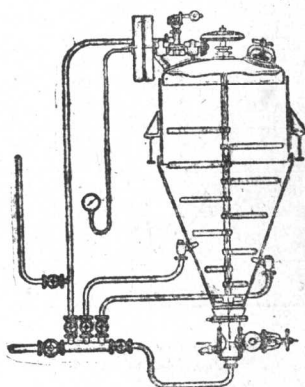


圖 16. 錐形蒸餾機  
(內附攪拌器)

蒸餾機之上部及下部，均設蒸汽送入管，當蒸餾時，由下部蒸汽送入管送入蒸汽，使內容物蒸餾；當吹出時，由上部蒸汽送入管送入蒸汽，

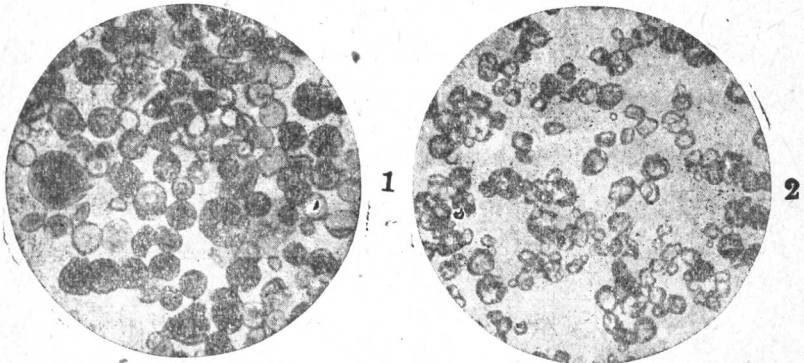
使內容物吹出。機之上部設原料投入口、及安全瓣、壓力表、空氣瓣等。機之下部設吹出管，內安一銳邊之鐵格或其他特別裝置，使內容物吹出時，經過此管，變為細碎。又於機之下部設排除凝結水（即蒸汽凝成之水）或天然水（即薯中之水）之排水口，以便蒸煮時排出水分。又設出口，以便石子及其他雜物之排除。

蒸煮機之容量自6,000—18,200公升，容量太大者，不易製造。故大規模之工廠，多用數個連結之蒸煮機。

(3) 蒸煮時之變化 穀及薯等原料，外包以薄皮，中間為澱粉粒，澱粉粒大小不一，各種原料之澱粉粒形狀亦不同，可以顯鏡觀察之。澱粉粒之大小約如下：—

	公 厘
大麥(大粒)	0. 203
小麥(大粒)	0.0282
裸麥(大粒)	0.0369
甘薯(大粒)	0.0700
燕麥	0.0310
玉蜀黍	0.0470

各種澱粉粒之形狀如下列各(圖17)：—



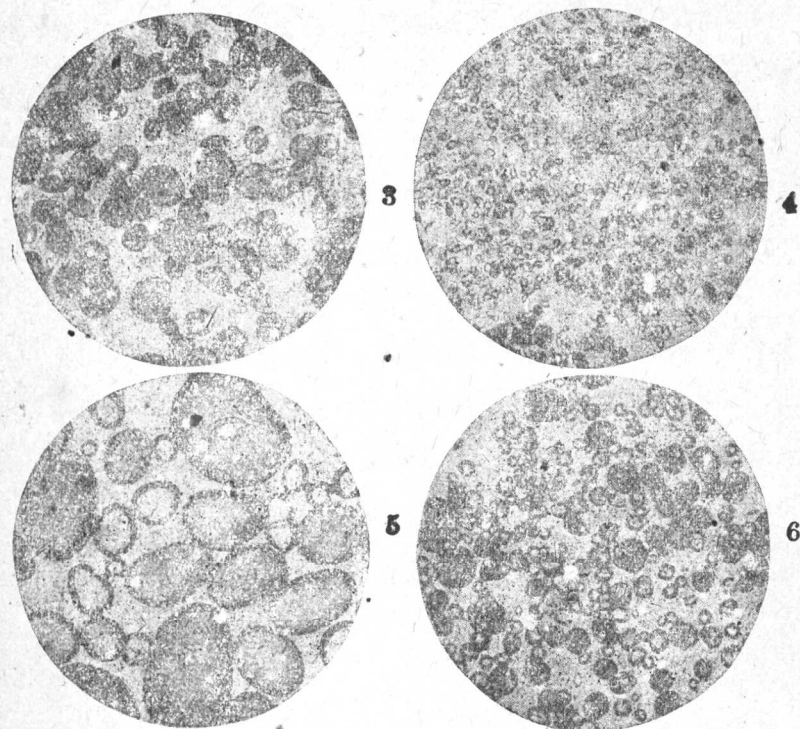


圖 17. 各種澱粉粒之形狀

1. 小麥 2. 玉蜀黍 3. 大麥  
4. 米 5. 馬鈴薯 6. 甘藷

澱粉質能吸收水分，其吸水依澱粉種類而不同，以甘藷最大。冷水不能使澱粉質有所變化，但熱水則可使澱粉細胞粒分裂，一部分溶解，而呈糊狀，是為糊化。各種原料之糊化之開始時間，及完全時間，所需之溫度不同，使之完全糊化溫度亦不同，茲列表如下：

	開始膨脹溫度(°C)	開始糊化溫度(°C)	完全糊化溫度(°C)
裸麥	45.00	50.00	55.00



玉蜀黍	50.00	55.00	62.50
大麥	37.50	67.50	62.50
甘薯	46.25	58.75	62.50
米	53.75	58.75	61.25
小麥	50.00	65.00	67.50

以上所述，係在普通大氣壓力之下，澱粉細胞中之液體，一部分滲透細胞膜，同時細胞中之澱粉粒吸收液體而膨脹，細胞中間體僅一部分可以溶解，各個細胞不能完全分離，大部分細胞膜依然存在，不過內容物略為滲出耳。

若應用高壓力蒸煮，使之糊化，則因壓力之增加，細胞中間體之溶解度增進，各細胞澱粉之膨脹非常擴大，遂壓細胞膜而出，而通於周圍之液體中；故用常壓蒸煮時，其濾液遇碘不呈藍色，而用高壓蒸煮時，其濾液渾濁，遇碘呈藍色，因澱粉不但糊化，而且液化也。高壓蒸煮時，細胞中間體完全溶解，各個細胞相分離，細胞膜亦起部分之變化，易受澱粉水解酵素之作用。

(4) 蒸煮方法 蒸煮時應用之水量、壓力及時間，依原料而不同。大約新鮮薯類應用之壓力小，時間短，水量少；乾燥之薯類應用之壓力較大，水量較多，時間亦較長；穀類應用之壓力最大，時間最長，水量則與乾薯略同。蒸煮時如加入適量之酸，則糊化較易，實際上惟蒸煮高粱時尚有採用之耳。茲述各種原料之蒸煮方法如下：—

(a) 生薯之蒸煮 蒸煮機盛薯既滿(每100公升之容量可放140斤之薯，如蒸煮機全為圓錐形者，則可放124斤)加蓋，開空氣瓣及排水口，

由上部之蒸汽送入管送入蒸汽，至蒸汽由空氣瓣逸出時，閉空氣瓣。此時排水口流出之水，尚繼續不停。當機底之薯熟時，則機中之蒸汽，及餘剩之空氣，亦由此口逸出，此時可閉排水口。然欲製濃膠或薯之澱粉含量太低時，宜常開排水口，以便排除凝結水及天然水（即薯中所含之水）。排水口既閉之後，汽壓升至 1—1.5 氣壓時，將上部汽門緊閉，蒸汽由下部通入，至 3 氣壓為度。維持此氣壓 10—15 分鐘，閉下部蒸汽送入管，開上部蒸汽送入管，將內容物吹出。吹出時須在 3—4 氣壓，如是薯塊方能細碎。吹出之時間，約 45—50 分鐘。蒸煮及吹出共需約二小時。當蒸煮時，安全瓣須時常逸出少量之蒸汽，使薯在機中，時時震動，而成潰爛之漿水，如蒸煮機設有攪拌裝置者，則無須時時噴出蒸汽矣。

冰凍或腐爛之薯，欲得完全潰爛之漿，殊屬不易；因此等薯當蒸煮時軟化而團結，致不能充分受蒸汽之作用。汽壓愈高，則團結愈速，而分離亦愈難。故蒸煮之初，須漸漸通入蒸汽，約一小時（此時須開空氣瓣，使蒸汽逸出），然後升至 3 氣壓，約半小時，即可吹出矣。

(b) 乾薯之蒸煮 蒸煮乾薯時，先將蒸煮機盛水，通汽，至沸騰時，投入原料，在常壓力之下，蒸煮一小時，然後將氣壓升至 45 磅，約歷 30 分鐘即可。

(c) 穀類原料之蒸煮 穀類原料如高粱、玉蜀黍、米等含水較少，有時先加以 1—2 倍之水（水中可以預加對原料重量之 0.2% 鹽酸或硫酸），浸漬十餘小時；高粱玉蜀黍等硬質原料於浸漬前，有時可磨碎之。當蒸煮時，將蒸煮機盛水，通蒸汽至沸騰，閉汽門，加入原料，如水量不足，可續添之，加蓋，開汽門及空氣瓣，約歷半小時後，壓力升至 45—50

磅，閉蒸汽門，經一小時三十分吹出之。

蒸餾時壓力不能超過四氣壓，否則玉蜀黍之糖因高壓力而成焦糖，且玉蜀黍脂肪分解為脂肪酸，而脂肪酸在高溫度之分解物，能使製成之酒精，具不良之味。

### 第三項 糖化

(1) 糖化目的 澱粉質原料在高壓蒸餾後，所得之液，冷至適當溫度，添加適量糖化劑，使澱粉變為可以直接發酵之糖，名曰糖化。常用之糖化劑，在西方為麥芽，在日本為麴。吾國製酒精或用麴，或用麥芽。麴

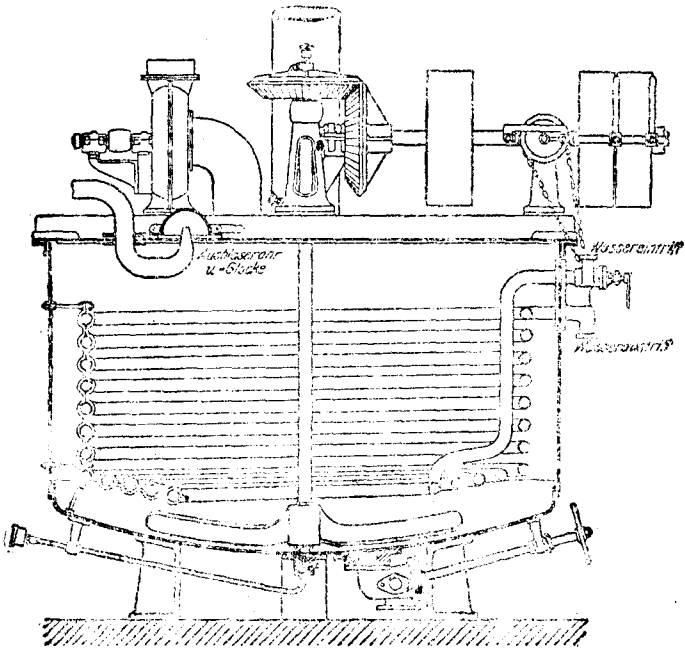


圖 18. 糖化機內部設冷却管及攪拌具

及麥芽含有澱粉水解酵素，可使澱粉變為麥芽糖及不能直接發酵之糊精等。故欲使糖化完全，即須生成最少量之糖，及極少量之糊精也。

(2) 糖化用具 蒸餾機蒸就之物料，吹入糖化槽，冷至適當溫度，加入糖化劑。糖化槽為鐵製之圓形槽，底部略帶圓錐形，其中央流出糖化醪。內部設置冷却管及攪拌裝置。如圖 18 內部設冷却管及攪拌具，又 圖 19 備二重冷却管及槲形攪拌器。

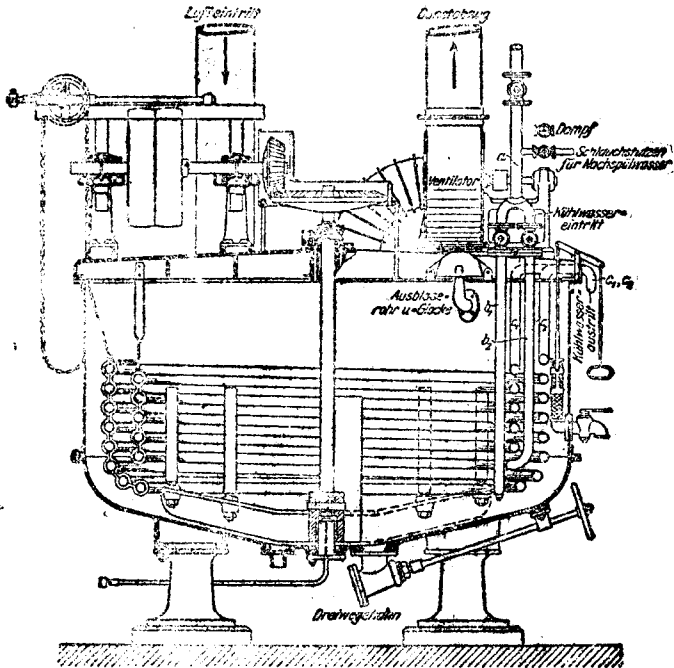


圖 19. 糖化機備二重冷却管及槲形攪拌器

糖化槽之大，依工場之能力而定，普通容量為 1800—3600 公升，或 1500—5000 公升。

(3) 糖化劑之作用 大麥當發芽之時，生成多量澱粉水解酵素；澱粉水解酵素之作用係先使澱粉液化再行糖化。其液化力大於糖化力約 1.7 倍。加熱 70°C 20 分鐘糖化力完全失去，液化力不受影響。

澱粉水解酵素對於澱粉之作用，液體愈稀，作用愈佳，生成麥芽糖愈多。如下例所示：—

### 糖化與用水關係

(麥芽 100 份 溫度 60°C 時間 2 小時)

麥 芽	加 水 量	麥 芽 糖	糊 精	全 糖 分
100	1000	53.56	11.39	65.95
100	500	49.99	12.92	65.91
100	200	49.00	13.88	62.88
100	100	46.80	15.08	61.88

作用時間愈長，生成麥芽糖愈多，舉例如下：

### 糖化與時間

(麥芽 100 水 1000 溫度 62°C)

時 間 (小時)	麥 芽 糖	糊 精	全 糖 分
1/2	48.60	14.61	63.21
1	52.33	12.26	64.61
2	53.56	11.39	64.95
3	54.60	11.05	64.65
7	61.47	3.53	65.00

溫度不可太高，否則生成麥芽糖較少，示之如下：—

糖化與溫度

溫度	麥芽	水	麥芽糖	糊精	全糖分
60°C	100	1000	53.56	11.39	64.95
65°C	100	1000	47.46	10.70	58.16
70°C	100	1000	43.50	13.42	56.92
75°C	100	1000	32.17	17.61	49.78

雖然澱粉水解酵素在 50—55°C，作用最佳，生成糖量最多；然以溫度較低，菌類難免繁殖，有礙糖化，亦礙發酵，故實際先在 55°C 使其糖化，俟醪液含足量之糖時，再將溫度昇至 65—66°C 以上，因澱粉水解酵素之抵抗高溫度，在富於糖分之液體中較在含糖少者中為強也。

糖化時間愈久，生成糖量雖愈多；但至相當程度，作用速度即銳減，（除非除去作用生成之糖類），故糖化時生成一部糊精，此糊精不能直接發酵，但在營酒精發酵時，麥芽糖變為酒精，而糊精遂又受澱粉水解酵素作用變為麥芽糖而發酵，謂之後發酵。是以糖化後仍須保護澱粉水解酵素，以使營後糖化作用也。

在鹼性液中，糖化作用遲緩，但若有微量遊離無機酸質，則作用即停止，其適宜 pH 約為 4.3—4.5，即對於甲基橙黃 (methyl orange) 現中性。而液中  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  根已中和為  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  根，此根可以調節液中酸鹼度，以使糖化作用得進行無礙也。糖化時須保持清潔，勿使雜菌繁殖，生成多量酸質，而影響其作用。

$\text{NaCl}$ ， $\text{KCNS}$  等鹽類及氨基酸等，有使澱粉水解酵素作用增強之力，而氟化物、氯、碘、汞、銅之化合物，對於酵素有阻止之作用。

純粹培養之麴菌，繁殖於米或麩之上，生成多量澱粉水解酵素，與

澱粉相作用後，不獨生成麥芽糖，且生成葡萄糖。麴澱粉水解酵素之液化力較糖化力為強；其適宜 pH，為 4.8—5.2，其餘如溫度、濃度、時間等等關係與麥芽澱粉水解酵素略同。

(4)糖化方法 蒸餾機內之物料，噴入糖化機後，可加以適量水，藉以調節醪之濃度，並達到冷卻之目的。加水量依醪之濃度而定。日本多用稀醪，即為 12—16 度勃立克司。同時將冷水通於冷卻管，並開動攪拌具，俟溫度降至 65°C 左右，可以漸加糖化劑。

糖化劑之量，依醪中澱粉量而定，糖化時間，則因糖化劑之強弱而大有差異。

#### (a)用麴糖化方法

麴麴用量，普通對原料量為 8—12%。用量愈少，則生產費愈低，而酒精製品之品質亦愈佳。

糖化之最適溫度為 50—55°C，實際上則以 55°C 為宜；如當 65°C 時，添加麴麴並繼續攪拌，溫度可減至 55°C，維持此溫度，俟糖化完了為度。據最近研究，pH 與糖化大有關係，故可加以調節，但實際應用尚未普遍耳。

糖化時以碘液試驗，如不呈色者，即為糖化完全之證。但實際上常微帶紅色，乃因殘存糊精之故也。

糖化時間，依澱粉之種類及麴力之強弱而定。甘薯澱粉甚易糖化，而高粱則較難。普通為 1—3 小時，如在 3 小時以上者，必因糖化劑能力太弱或用量太少之故。

糖化既畢，不必加熱滅菌，因殘存之澱粉水解酵素，可使糊精漸變

爲糖分。如加熱，則此後作用消滅也。糖化醪之溫度約爲  $55^{\circ}\text{C}$ ，可在槽中用冷却管冷至發酵適當之溫度，或用特別冷却管（後詳）冷却之更妙，因在槽中冷却需時較長，有害菌或有侵入之虞。

### (b) 用麥芽糖化方法

十九世紀之末葉，英國糖化醪之製備法，乃將穀類粉碎蒸煮；次以適量溫水加於炒乾麥芽，所得浸出液爲糖化劑。此法須用多量之麥芽。1885年以來，英國及法國使用綠色麥芽，同量之綠色麥芽及炒乾麥芽，其糖化力相同，故麥芽量可省 40% 云。

現今英國所用之浸出法，其麥芽用量，合原料量 10—25%。先將麥芽加以  $52-54^{\circ}\text{C}$  之水，保持  $40^{\circ}\text{C}$  30 分鐘。次將蒸煮的穀類依攪拌器及調節器之作用，漸漸加入其中，保持  $57-59^{\circ}\text{C}$  之溫度。此時澱粉之糖化甚速，一小時半糖化可以完全。

糖化既畢，溫醪由糖化槽之下部流出時，可熱至  $65-66^{\circ}\text{C}$ 。此溫度對澱粉水解酵素之作用無影響，而有害菌則可殺滅。

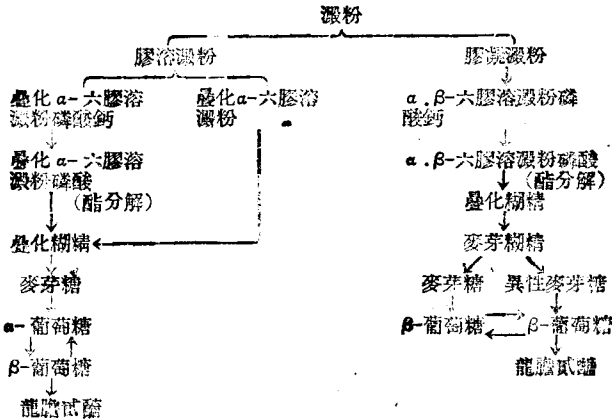
糖化完畢，糖化液由槽之多孔假底流出，而底上滯留之殘渣，更用溫水洗滌 2—3 次，此法可得完全發酵性之浸出液；但液太稀，蒸餾時所費蒸汽亦多。據著者經驗，此法適於玉蜀黍之應用，吾國甘薯太黏，清液之通過多孔假底，需時太久，故不能應用之也。

德國之酒精廠依醪之容積而課稅，常用玉蜀黍及馬鈴薯爲原料，糖化劑亦用麥芽，但製成之醪濃厚，故宜用除殼器，以除去皮殼，方適於發酵。

### (c) 其他糖化法



(1) 加酸糖化法 澱粉因無機酸類之作用可水化分解為糖類，其變化如下：—



(gentiobiose = glucose-β-glucoside)

應用硫酸或鹽酸水化澱粉，以製飴糖、葡萄糖、糊精等，行之已久；而應用於酒精製造，則不多睹。蓋糖分每因酸類作用而焦化，不能發酵，故於酸之用量及蒸餾時間等等，必得其宜方可。茲舉用硫酸水化乾薯，所得還原糖數量之例如下：—

硫酸濃度	壓力(磅數)	分解時間(分)	稀硫酸對乾薯之比			
			1	2	3	4
2%	40	10	49.75	78.76	87.32	88.82
2%	40	20	52.77	80.39	84.82	88.16
2%	40	30	54.18	81.29	81.78	85.78
2%	30	30	54.53	60.59	74.62	78.84
1%	30	30	29.45	55.33	77.47	83.77

觀上表可知壓力、時間、硫酸濃度、酸與甘薯之比，必須適當，以壓

力 40 磅，用 2% 硫酸 4 倍，蒸餾 10 分鐘，所得結果最好；而壓力較低，硫酸較少，雖時間較長結果亦不佳。

酸類糖化後，必須中和，冷卻，始可發酵。此法於不宜製造麥芽或麴時尚可用之。

(II) 應用細菌法 柏亦挺 (Boidin) 及 挨福郎 兩氏，最近曾擬利用細菌酵素使澱粉受初步之液化。某種 *Bacillus mesentericus* 培養於含氮培養基，分泌一種酵素，可變澱粉為無色糊精，即可使澱粉水化至遇碘不呈藍色。所生之麥芽糖，約合尋常澱粉水解酵素之糖化法所得者之一半以內。此酵素定名曰白色糊精酵素 (achroodextrinase)，其最適溫度為 40°C，培養液之反應以對甲基橙 (methyl orange) 呈微鹼性或中性者為宜，如溶液含 0.01% 鹽酸，則酵素之生活力，完全停止。澱粉既溶化之後，再用 1—2% 之麥芽(對原料重量言)使其糖化，然後按常法行發酵手續。此法之利點有二：(1) 澱粉在高壓蒸汽者，需多量之燃料，而用細菌之酵素，使澱粉得以液化，則可省去此費用；(2) 應用高壓蒸餾者，含氮物大部分溶化(較釀母所需要者為多)，此溶化之含氮物，留存殘液之中，致殘渣之飼料價值，大為減少；而應用細菌方法者，則可免此弊。一公升醪液之溶化氮質含量，用高壓蒸餾者為 1 公分以上，而用細菌方法者則減至 0.1—0.3 公分。

(5) 糖化醪之冷卻 日本法當糖化終了時，通冷水於槽內冷卻管。使糖化醪仍在槽內冷卻。而歐美則使用特製之冷卻管，如圖 20 為麥酒釀造工場應用之併列冷卻管；又圖 21 為水平併列冷卻管。

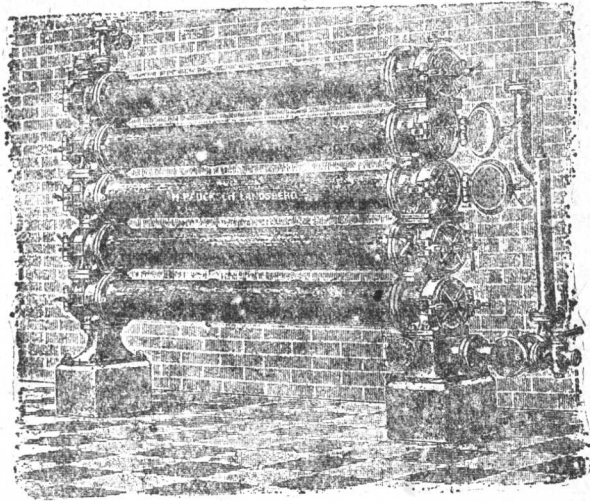


圖 20. 併列冷却管

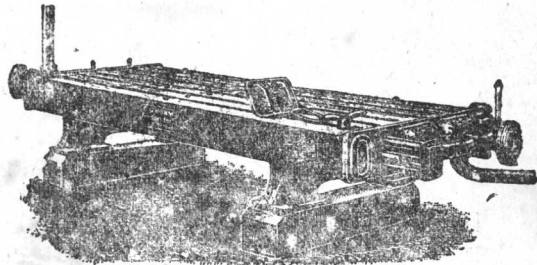


圖 21. 水平併列冷却管

(6) 糖化醪之除殼 日本法 麩麴之皮殼及歐美法之麥芽殼，對蒸餾機之操作，均有妨礙，現今通用之除渣器，如圖22 a. b. 乃一種螺旋壓榨器，糖化器通出之糖化醪由 G 至 St，再進至螺旋壓榨器，液體自篩(K)穴外逸，而由 St<sup>1</sup> 用唧筒吸去，固形物滯留壓榨器中，而因螺旋

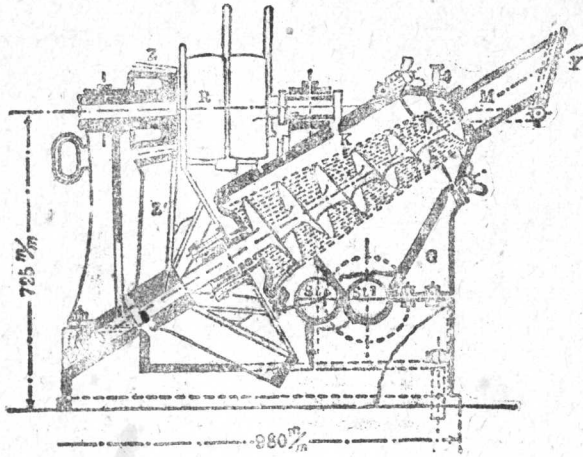


圖 22. a. 除渣器

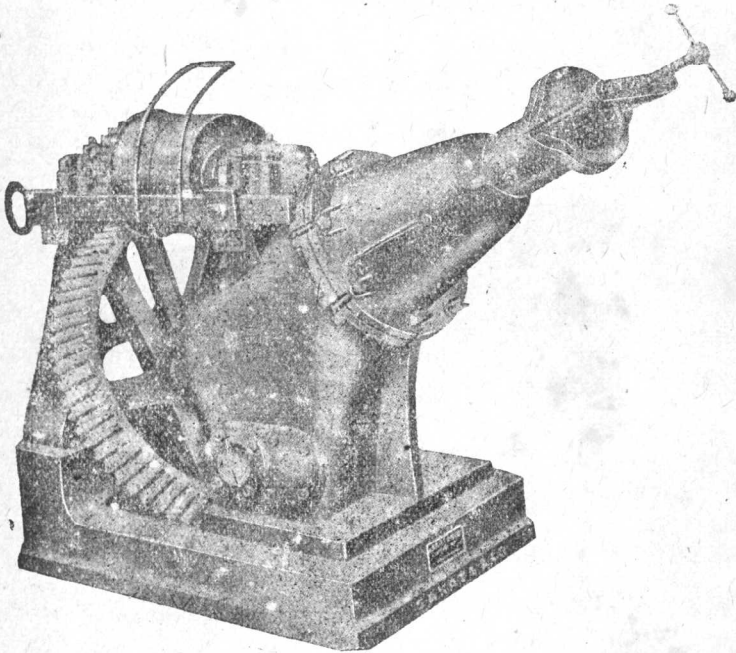


圖 22 b. 除渣器

之方向，由上部運出。故G恰如吸風管之作用，同一速度繼續吸收糖化膠，而固形物則徐徐由上方運去，經頭部M而出。由M排出之殘渣，壓成塊狀，頗為乾燥，故膠液之損失較少。此器需要之地位長約3英尺，闊約

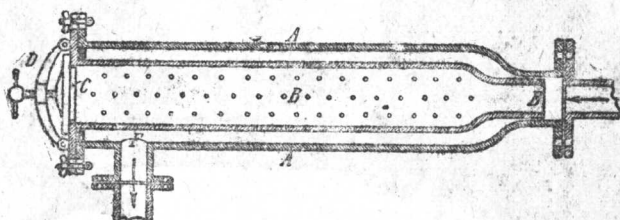


圖 23. 除 渣 器

1英尺半分。器內之篩，其眼之大小，可以隨時更換，故膠中含渣之多少，亦易於調節也。又圖23之除渣器，乃二重圓筒，內部圓筒多孔，糖化膠經過多孔圓筒之時，殘渣即滯留於多孔圓筒之內。

(7)糖化膠之輸送唧筒  
糖化膠之輸送唧筒如圖24為普通之活塞唧筒；如圖25為渥丁登(Worthington)式唧筒，圖26為離心式唧筒。

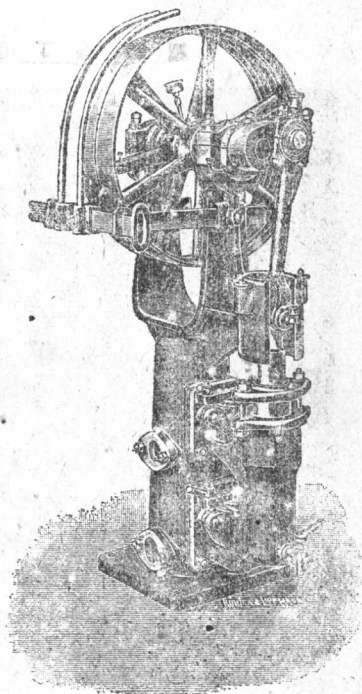


圖 24. 活 塞 唧 筒

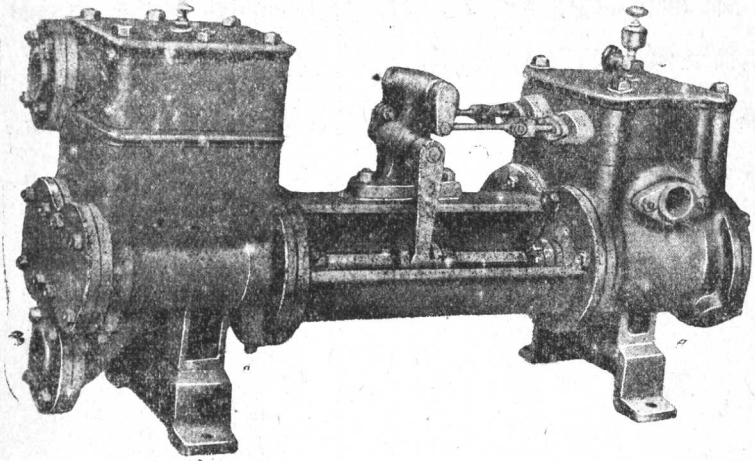


圖 25. 溫丁登唧筒

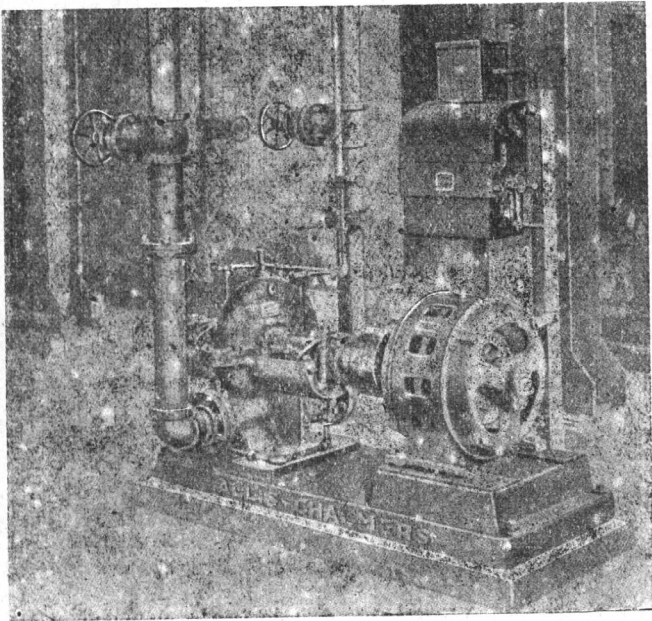


圖 26. 離心式唧筒左唧筒右電動機

## (8) 糖化法之管理

(a) 濃度測定 糖化液之濃度，普通用勃立克司檢糖計測定之。此種檢糖計之度數，乃表示液中所含固形物之成分，其標準溫度為 $17.5^{\circ}\text{C}$ 。溫度高於此或低於此者，須按表改正之。因液體熱則膨脹，冷則收縮，故比重因溫度之高低而不同也。例如液之濃度為20度，溫度為 $13^{\circ}\text{C}$ 時，則20度應減去0.22度，即為19.78度，又如濃度為20度，溫度為 $80^{\circ}\text{C}$ 時，則20度應加6.54度，即為26.54度。精密之檢糖計，常附有溫度表，此溫度表之刻度，另註低溫度應減之數，與高溫度應加之數。

膠中含殘粒及皮殼者，須先濾過，方能測定。濾過時，須預防液之蒸發，故不可在露空行之。德蒲樂之濾過器，頗為適用。此器之金屬圓筒中，掛以布裝，如圖27所示之虛線。膠之濾過液，集於圓筒之下部，當

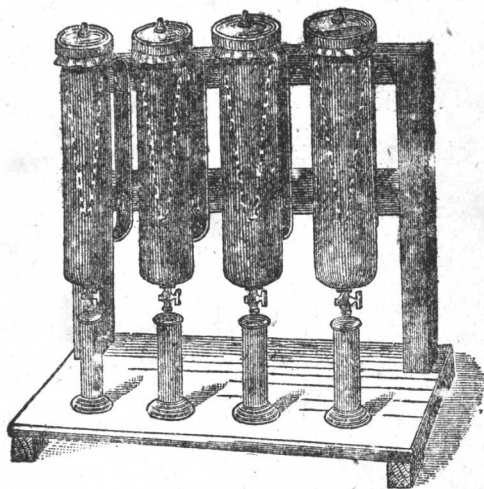


圖 27. 膠液濾過裝置

測定時，可由底部之龍頭流入玻璃筒，以備應用。糖化醪一次濾過之液，雖微有混濁，但可供濃度之測定。混濁液之濃度，雖較清澄濾液為高，但結果反見精確，因液中含有未溶化之澱粉，當發酵時由澱粉酵素之後作用變為糖也。

醪中除含糖外，尚含其他物質（如蛋白質），故檢糖計度數，不能代表糖之成分。普通富於澱粉之薯，所製之醪，每百分固形物，含 95 分之糖。此種固形物中之可發酵成分，當發酵時，漸漸消滅，故檢糖計可以比較發酵前後之濃度也。

(b) 碘液試驗 糖化醪中糖化進行程度，是否適當，可以碘液試之。醪已完全糖化者，試以碘液，應不變色，當澱粉水解酵素與澱粉生作用時，澱粉遇碘液生青紫紅各色，此等色乃溶化澱粉或糊精與碘液所生者。如醪液表現此等色之一種，即糖化未完全之證。

將醪液用清淨之棉袋濾過，使生清淨之濾過液，冷卻後，加蒸餾水，沖淡之。碘液加水沖淡後，加入數滴於沖淡濾過液中，試其呈色反應。澱粉因澱粉水解酵素之作用，生成第一中間物，即藍糊精（amylo-dextrin），遇碘生藍色；此作用完全時，遇碘變為純紫色；當藍糊精一部份變為第二中間物即紅糊精（erythro-dextrin）時；遇碘液變為紅色；當澱粉變化之進行至僅含第三中間物即無色糊精（achroo-dextrin）、麥芽糊精（malto-dextrin）及麥芽糖時，遇碘則不生變化。故糖之生成，尚未完全，而遇碘已不顯反應矣。然此種試驗之價值，並不因此而稍減，因澱粉既變為白糊精後，可以速變為麥芽糊精及麥芽糖，故遇碘不變色，即可表示糖化之完全也。



(c) 酸度測定 測定醪液之酸度，可用 20 公撮之濾過醪液，及苛性鈉之當量溶液。應用之儀器，計有(1)容量一公升之玻璃瓶，瓶口置一自動裝置之滴管（刻以公撮及十分一公撮之度數），用時將橡皮球壓之，則苛性鈉溶液自動昇至 0 度；(2)燒杯；(3)容量 20 公撮之吸管；(4)玻璃棒等種。由吸管出 20 公撮濾液，盛燒杯中，再由滴管之出口，漸漸滴下苛性鈉當量溶液於杯中，濾液加二滴酚酞試藥 (phenolphthalein) 以為指示藥。時用玻璃棒攪動，至液體稍呈紅色時，密閉滴管之口。然後檢視用去苛性鈉當量液若干公撮，即知醪液之酸度。如用 0.1 公撮者，則酸度為 0.1；又如用 2.5 公撮者則酸度為 2.5，餘類推。

#### 第四項 發酵

##### I. 酒母醪或人工醪之製備法

酒母醪之製備，與發酵醪之發酵良否，大有關係。其用量約合發酵醪十分之一。如酒母醪之釀母十分健全者，則發酵醪添加酒母醪後，發酵作用亦必順利，酒精產量必因而增高。

製備酒母醪之要件：以(一)使用純粹培養之優良釀母；(二)將釀母馴養於酸醪，俾有害菌不得繁殖。第一條件，最初須應用絕對純粹之優良釀母，其出發點，為單一細胞。此後順次連釀之後，亦無不純之傾向為要。第二條件，最通用之法，乃將糖化液添加乳酸菌，使其繁殖生酸；或不用乳酸發酵，而加適量酸類如鹽酸，然後移種純粹之釀母亦可。

酒精產量與釀母之種類，關係甚巨。要以(一)發酵力強；(二)對酒精抵抗力強；(三)對高溫度之抵抗力強；及(四)耐酸力高為最主要。因釀母發酵力強者，則發酵時間短，普通於 48 小時以內可生 7% 以上之

酒精者爲佳。對酒精抵抗力強者，則發酵醪之酒精含量可達 10% 以上，普通則祇達 7—8%。對溫度之抵抗強力者，則發酵時溫度可昇至 41°C，可不至妨礙其發酵力，尤以熱帶酒精工廠爲然。耐酸力高者，則醪中含足量之酸，使細菌不至繁殖，而釀母之發酵亦不至受其阻礙，然後方可得純粹之發酵。各工場應用之釀母，多曾經馴養者，故酒精之產額高。但因營業競爭，故多祕而不宣耳。茲述通用之酒母醪製備法如下：—

(a) 乳酸發酵法 酒母醪之物料，必須富於營養分，且易於發生乳酸發酵。日本法常用碎米爲原料。法將米按常法煮熟，添加米麴(如用麴麴則用量較多)，在 55°C 糖化 2 小時，糖化後濃度以 16 度勃立克司爲標準，因濃度高可以防止有害菌之繁殖也。糖化完畢，冷至 50—51°C，添加乳酸菌(對 300 公升之醪用 100 公撮之乳酸菌種醪)，或聽其自然酸化。如用純粹培養法，在 16—24 小時，酸度可達 1.2—1.5% 之乳酸；如用自然酸化法，則須移種數次，方可得到適當酸度。酸醪達到一定酸度時，取出一部分，以爲菌種，留備下次之用。其餘之酸醪，加熱至 75—80°C，保持 10 分鐘，殺滅乳酸菌，急速冷至 20—25°C 左右(當冷却至 40°C 左右，有害菌甚易侵入，不可不愼)，加入釀母(開始時用菌類培養室所培養之釀母，以後使用前一日所製之酒母，其量約合酒母醪之十分一至十分一)。二、三小時後，酒母液之表面，發生小泡，漸漸活動，約 16 小時後，濃度降至 5 度勃立克司，發酵仍未衰敗，可取其十分九加入發酵醪，而其餘十分一，則移種滅菌冷却方畢之第二次酸醪。以後按法進行，大約一個月更換新釀母(即由培養室培養之純粹新釀母)一次。但夏期工作稍不小心，有害菌不免侵入，故新釀母之培養次數，須較勤也。

使用麥芽爲糖化劑之酒精工廠，可以綠麥芽製備釀母醪，將新鮮綠麥芽壓碎之後，放於酒母槽加適量溫水（ $66^{\circ}\text{C}$ ），十分攪拌，作成漿狀，再加熱水（ $80^{\circ}\text{C}$ ），並行攪拌，溫度維持  $65.5^{\circ}\text{C}$ ，使其糖化。此時醪液較稀，濃度 16—17 度，冷至  $50-52^{\circ}\text{C}$ ，加入乳酸菌或酸醪，歷十小時，使其變酸。當酸度達 1.6—1.8 時，加熱至  $75^{\circ}\text{C}$ ，再行冷卻至  $15-17^{\circ}\text{C}$ ，即可加入釀母。

釀母醪由麥芽製成，含有足量之含氮物質及其他營養料，適於釀母之繁殖；但釀母醪以濃爲妙，故普通可以加薯糖化液，使其濃度達 22—24 度。

(b) 應用酸類法 若遇乳酸發酵發生障礙時，可以應用酸類，此法可備臨時補救之用。

應用此法之醪，可用薯及麩麴製備，並加以適量之藥品；而乳酸發酵法，則須用米及麴，或薯及麥芽，否則不能生足量之酸也。

酸之添加量，每 100 升之醪約加 75% 乳酸 0.55—1.1 升，或 10% 稀鹽酸 600—900 公撮。添加時間在滅菌之際爲宜，因可免冷卻之時有害菌之侵入。

夏期氣溫較高，爲避免釀母之不純起見，多兼用乳酸發酵法及酸類添加法，使醪中含足量之酸，以防有害菌之繁殖。

## II. 發酵設備

(I) 發酵槽 發酵槽舊時用開放式木製槽，易受細菌之侵染，且難消毒。現時有用鐵製者，有用鐵筋洋灰製者（外邊塗以土瀝青以防酸之侵蝕）。

發酵槽分爲開放式及密閉式二種，近時以密閉式者爲通用。密閉式之利點：如(一)有害菌不易侵入；(二)可免酒精之蒸發損失；(三)碳酸氣可以收集以製乾冰 (dry ice) 及液體碳酸氣 (liquid carbon dioxide)。如圖28係上海化學藥品廠所製之密閉式發酵槽。

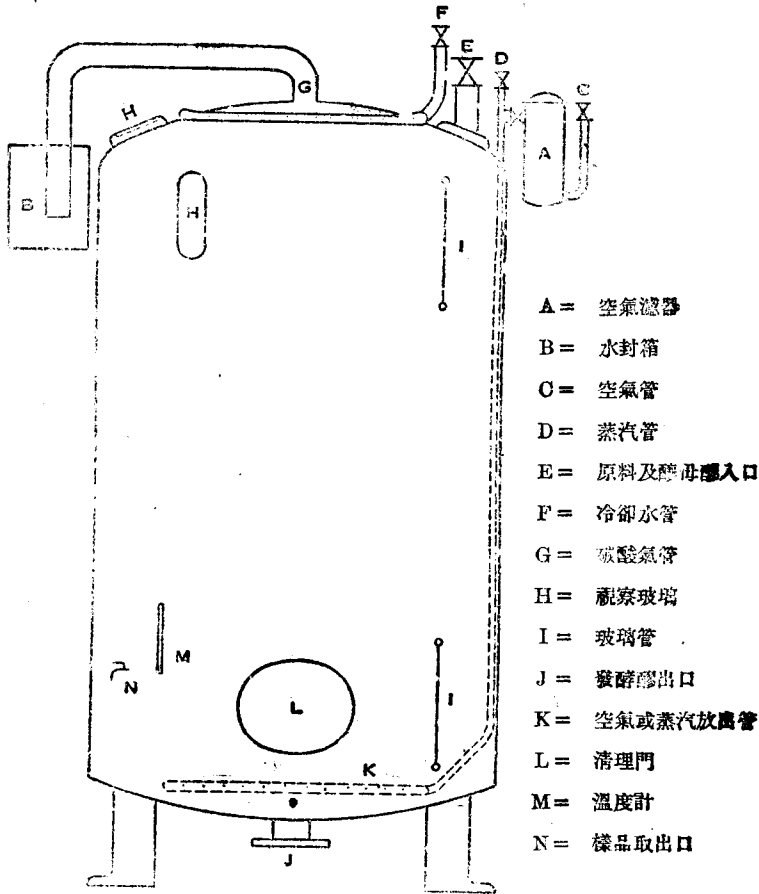


圖 28. 密閉式發酵槽

(2) 冷却器 開放式發酵槽應用可移動的冷却器如圖29。密閉式發酵槽可於槽之外面上緣安設一圈多孔鐵管，冷水沿桶壁下流，可使發酵醪冷却；或於內部設冷却蛇管，但費用較昂耳。

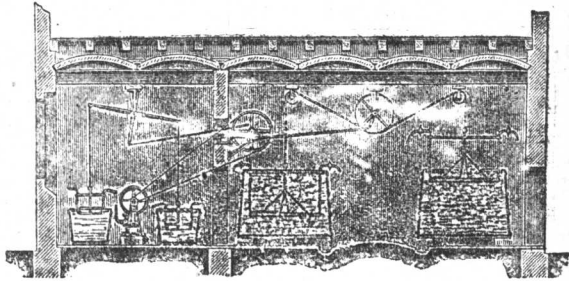


圖 29. 可移動的冷却管

### III. 發酵現象

(1) 發酵各時間 糖化醪既滅菌後，冷至適當溫度，加入釀母醪，使其發酵。其發酵現象可分為三時期，即前發酵、主發酵及後發酵是也。

**前發酵** 前發酵乃釀母繁殖之時期，糖質分解發生碳酸氣，此時溫度維持  $20-30^{\circ}\text{C}$ ，使釀母自由繁殖。如入槽溫度太低（如  $15^{\circ}\text{C}$ ），釀母之繁殖極緩，尤以使用濃醪者為著，普通十小時後進入主發酵時期。

**主發酵** 主發酵時發生多量之碳酸氣，糖分漸低，溫度漸高，泡沫盛起，迴旋運動，且發生音響。如溫度昇高  $33^{\circ}\text{C}$  以上，須用人工冷却法，否則細菌必大繁殖，而醪之酸度亦因大增。主發酵之時期約 12 小時，然亦視醪液之濃淡以為斷耳。

**後發酵** 當後發酵時，溫度低降，氣泡亦少。醪中糊精徐徐由澱粉水解酵素之作用，變為麥芽糖。後發酵之完全與否，乃視乎澱粉水解酵

素之效用存在與否。如澱粉水解酵素已失其效力，則殘存糊精不受作用；因糊精本為不發酵之物質也。

後發酵時生酸之量激增，如夏季氣溫太高，且釀母不健全者，酸量常增多 0.7—1.1%，損失至為重大。當發酵終了時，溫度降至約 23°C，液呈靜止狀態。甘薯醪發酵前濃度為 16 度者，發酵終了時，可低至 2—3 度。如用馬鈴薯，則為 1—2 度。

稀醪之全部發酵時間共約 36—48 小時，然濃醪則約須 72—96 小時。若加足量之含氮物，則發酵時間可以減少。

(2) 發酵狀態 發酵之狀態，因原料之種類及醪液之性質、溫度、濃度等而不同。穀醪或薯醪中含有渣滓，當發酵時，醪中渣滓，因碳酸氣之發生，浮於表面，作成被蓋，名曰被蓋發酵。若發酵期中被蓋不能破壞，名曰蓋下發酵（成績不良）。若由被蓋衝出氣泡，且湧上稀液者，名曰氣泡發酵（成績稍良）。又發酵劇烈時，液面泡沫由槽之一側向他側轉動，恰如狂大之風浪，名曰怒濤發酵。又有渣滓因碳酸氣發生而上，俟碳酸氣逃散後，又復下沉，或醪液之泡沫忽起忽沉，名曰潮汐發酵（成績良好）。此現象以濃厚醪液加燕麥粉者為常見。

#### IV. 發酵管理

(1) 釀母醪試驗 釀母醪發酵前後之濃度，可將醪之過濾液，用勃立克司檢糖計測定之。發酵前之濃度如為 20 度以上，成熟時之濃度應為 4—5 度，即發酵前後濃度之差為 15—16 度。

釀母醪之原始酸度，應為 2.5—3 度，成熟釀母醪之酸度，較原始酸度最多增加 0.1—0.2 度。如酸度太高，係混入細菌之證，須換用新培養

之釀母。

### (2) 發酵醪試驗

**濃度** 將醪液十分攪拌，取其平均試品，用過濾器濾過，其濾液用檢糖計測定之。檢糖計不但表示糖分，亦可表示其他溶化固形物。且過濾液含低比重物質，如醪液發酵所生之酒精者，足以減少檢糖計之度數。故檢定已發酵醪之濃度，當先蒸去酒精，然後再加水對成原容量，方可得真實之結果也。

發酵醪之濃度(溫度 17.5°C 時之檢糖計度數)，依其酒精含量之多少，應加入下列之檢糖計度數，方為發酵醪之真正濃度。

酒精含量以容量百分率計	檢糖計度數
7	2.45
8	2.75
9	3.05
10	3.35
11	3.65
12	3.95
13	4.20
14	4.48

此表係指示檢糖計度數，被醪中酒精含量所影響者。例如發酵醪發酵後濃度為 1.5 度，醪之酒精含量為 12%，則發酵後濃度 1.5 度應加 3.95 度，共為 5.45 度，乃真正之發酵後濃度也。

**酸度** 發酵醪發酵後，酸度之增加，最良成績為 0.1—0.2，中等之成績為 0.2—0.3，如在 0.3 以上者，則為不良發酵矣。酸度增加至 0.3 以上時，須採用新製乳酸菌，對於釀母醪及醪之製造手續，亦須謹慎施

行。

**酒精%** 取100公撮發酵醪，用碳酸鈉中和後，加100公撮蒸餾水，盛入容量1公升之瓶中蒸餾之。至蒸溜液適為100公撮時。用低度標準酒精計或比重瓶檢視酒精之含量。惟檢視時，蒸餾液之溫度以 $15^{\circ}\text{C}$ 為妥，否則須按溫度改正表改正其容量百分率。

殘液亦可用同一方法試驗，法將500公撮殘液，蒸出100公撮之蒸餾液，用酒精計檢定酒精之含量，所得之數，以五除之即可。

尚有用酒分測量器 (ebullioscope) 檢定醪液中之酒精含量，係銅所製，外面鍍鎳，如圖30。其法將蒸餾水約50公撮左右，加入圓筒

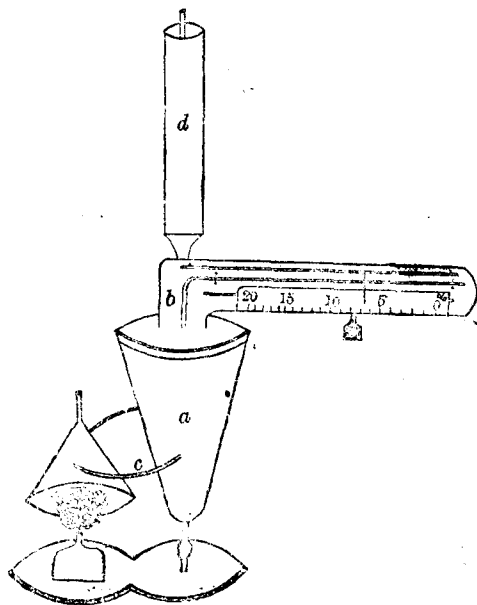


圖 30. 酒分測量器



形部 a 內，並有一部流入圓圈管 c，旋上附有水銀表之 b，水銀表旁有活動銅板，刻有酒精容量%，自 0—20%，每 1% 中分 5 格，即每格為 0.2%，裝上冷卻管 d（管內盛滿冷水，管之中央有一小管，以供出氣），用酒精燈燃燒漏斗形部所穿過之圓圈管，a，c 內之水加熱至沸，b 部表之水銀柱，因熱而上昇至某處停留不動，即將活動銅板移動，使 0% 確對停留之水銀柱處，因眼力不易準確，可用其旁附設之三角片，則可檢視準確，將板後之螺絲旋緊。然後棄去 a，c 之水，將發酵醪液如上法檢定之。如其水銀柱停在 7.5% 處不動，其酒精成分即為容量 7.5%。但每日使用之先，須用水校正 0% 處後方可應用。

〔注意〕關於阿明露法 (Amylo process) 可參拙著酒精，本館出版。

## 第八節 糖蜜製造酒精法

### 第一項 糖蜜成分及酒精產量

糖蜜為糖廠煮糖後所餘殘留物，含有不能結晶之蔗糖及還原糖，而鹽類亦不少。得自甜菜製糖廠者曰甜菜糖蜜；得自甘蔗糖廠者曰甘蔗糖蜜；得自以粗糖精製糖廠者曰精糖糖蜜。來源既殊，成分亦異。茲舉數例如下：—

#### (1) 甜菜糖蜜成分

	(1)	(2)	(3)
水分	22.5	22.5	22.5
全糖分	49.7	47.6	48.9

非氮質	10.3	13.0	21.5
含氮質(氮 $\times 6.25$ )	10.3	9.7	3.0
灰分	7.2	7.2	4.1

## (2) 甘蔗糖蜜成分

	爪哇粗糖糖蜜			各地糖蜜
	最少	最多	平均	平均值
蔗糖(轉化後計算者)	5.7	44.3	35.3	26.34
還原物(假定爲葡萄糖)	13.8	39.4	27.6	28.13
右旋糖	8.2	22.9	14.2	—
左旋糖	5.6	16.5	13.4	—
全灰分	4.38	9.04	8.08	8.28
水分	17.1	42.3	19.1	26.60
有機雜質	—	—	11.23	10.67
比重	1.315	1.481	1.481	—
酸分(以醋酸計)	—	0.50	0.19	—
純度(以蔗糖計)	9.8	53.7	43.6	—
含氮物	—	—	—	2.21

糖蜜之成分雖如上述,但發酵後所能出產之酒精量。必須於試驗室中以標準方法決定之,不能完全按照糖分多寡以定其高低。一般成績約如下表:—

## 糖蜜製酒精產量一般

糖蜜(100公斤)

純酒精量(公升)

	糖 分	最 高	最 優	優 良	普 通
精糖	100	64.00	62.00	60.00	58.00

甜萊糖蜜	46	29.44	28.52	27.60	26.68
„ „	48	30.72	29.76	28.86	27.84
„ „	50	32.00	31.00	30.00	29.00
甘蔗糖蜜	55	35.20	34.10	33.00	31.90

巴培 (Barbet) 氏曾以兩種埃及產糖蜜製造酒精，比較其產量，所得結果如次：—

(1) 糖蜜分析

	第一種糖蜜	第二種糖蜜
可結晶糖 (克拉該特 (Clerget) 法測定者)	39.10	39.60
還原糖	19.33	16.90
全糖分 (按葡萄糖計)	60.48	58.53
全糖分 (直接轉化測定者)	59.96	58.53

(2) 試驗室中發酵結果：

糖蜜100公分酒精產量(公分)	27.59	31.03
發酵後殘液比重(15°C)	1.034	1.020
旋光度	0.0	0.0
酸度(每公升)	1.93	2.10
未發酵糖量(每公升)	9.55	4.64
糖蜜100公分中未發酵糖量	3.72	1.82

第一種糖蜜糖分雖多，但因一部分不能發酵，故酒精產量反較低也。

第二項 糖蜜之處理法

糖蜜含糖在50%以上，必先沖淡至適當濃度，方適釀母之發酵。普通則以含糖分在13—15%之間為最妥，但就工場經濟方面着想，發酵液

愈濃，則費用愈省，其利點如次：—

(1) 動力經濟：用水較少則省抽水之力；容量較少則省抽送之力；酒精蒸餾時所需蒸汽亦省。

(2) 設備經濟：如用濃液則所需發酵槽既可減少，而工廠能力復能增加。

(3) 發酵優良：發酵液較濃者不易受雜菌之侵入；但有時因濃度調節不適，致發酵不完全，殘餘糖分較多，不可不注意也。

(4) 收回廢液，成本較省，因所須蒸濃設備及蒸汽等均較少也。

茲將糖蜜沖淡程度與發酵時間及效率之關係試驗結果，列表如下：—

糖蜜濃度	發酵時間	發酵效率
20° 勃立克司	36小時	90
25° „	48小時	88.59
30° „	72小時	88.25
35° „	96小時	86.43

糖蜜經沖淡後，其中雜菌甚多，發酵不純粹，生成酸類，酒精產量較少，故尚須滅菌或加酸，以免雜菌之繁殖。

以蒸汽或其他方法滅菌，小量糖蜜尚屬易舉，若大量行之，則在經濟上及技術上皆有困難，因需要蒸汽甚多，冷卻時用水亦多，故現今多避免之。

加酸則為糖蜜製造酒精普通採用之方法，雖亦有加酸反不利者，但其利點有如下述：—

(1) 防止雜菌發酵：鹼性液不適釀母之發酵，酸性液則不適細菌之繁殖。然酸度亦必須善為調節，如用量過多對釀母亦有妨礙。

(2) 除去有害有機酸類：甘蔗糖蜜多為酸性，含有妨礙發酵之有機酸或其酯類，若加以無機酸則可除去，普通則於加酸後通空氣攪拌之，或通蒸汽熱之，有害酸類即可散發。

(3) 除去他種有害物質：甜菜糖蜜含有妨礙發酵之物質，故必經特別處理，始能發酵。依著者之經驗，將甜菜糖蜜沖成 40 度勃立克司，加適量濃硫酸在高壓釜內，通蒸汽至壓力 30 磅蒸煮半小時，以除去亞硝酸鹽及脂肪酸鹽類等妨礙發酵物質，結果甚佳。詳見拙著酒精第 151 頁。

(4) 一部蔗糖可變為轉化糖。

通常所用酸多為硫酸，但鹽酸亦有用之者；更有應用氫氟酸或併用硫酸及氟化鈉以生成氫氟酸者。茲將硫酸添加，對於酒精產量之設驗列表如下：—

精蜜之處理法	發酵效率
NO.1 每公升加硫酸銨 1 公分	87.25
NO.2 每公升加硫酸銨 1 公分及硫酸 0.3 公撮	87.55
NO.3 每公升加硫酸銨 1 公分及硫酸 0.5 公撮	87.48
NO.4 每公升加硫酸銨 1 公分及硫酸 0.75 公撮	87.75
NO.5 每公升加硫酸銨 1 公分及硫酸 1.00 公撮	88.29

上述發酵時間同為 28 小時，而不加硫酸者之發酵效率，較加 1 公撮者低 1% 以上，可知加酸較不加酸為有利也。

### 第三項 糖蜜發酵之促進劑

(1) 釀母之營養物 糖蜜所含成分中有時缺乏釀母所需要之某營養物，故欲得優良結果，須補充適宜之營養物，普通以硫酸銨為主要，磷

酸銨磷酸鉀等用者尙少。茲將各種營養物對於酒精產量關係之試驗結果，列表如下：—

糖蜜處理法	發酵時間	發酵效率
NO.1 每公升含1公分硫酸銨及1公撮硫酸	48小時	84.27
NO.2 每公升含1公分硫酸銨及1公撮鹽酸	48小時	73.94
NO.3 每公升含1公撮硫酸	48小時	56.90
NO.4 每公升含1公分硫酸銨	48小時	68.96
NO.5 不加任何藥品	48小時	34.39

(2) 活性炭之利用 美國奧文 (W. L. Owen) 氏對於應用活性炭爲糖蜜發酵之促進劑，有深刻之研究。茲將該氏研究結果，敘述如下：—

(一) 少量植物炭，可以促進糖蜜之酒精發酵。

(二) 此種促進效力，對普通應用之濃度(即 20° 度勃立克司)已能顯著，而對於較高之濃度，效用尤大。

(三) 此促進劑用量極少，故與接觸劑相同。

(四) 植物炭促進六炭糖發酵之效力，較他種糖類爲強，可知六炭糖與促進劑，或有某種作用也。

(五) 植物炭經糖蜜濾過之後，若用以爲進促劑，則功用較小。

(六) 糖蜜之 pH，較糖蜜發酵適當 pH 爲低者，炭之促進效力較大。

(七) 炭之促進作用，一部分因其對釀母本身有利，因釀母在不可發酵糖分之液中，如加以植物炭者，其細胞之繁殖速度，與在富於糖分之液中相同也。

(八)釀母如用植物炭在乾燥狀態貯存數月，仍可維持其發酵力，故炭對釀母之有利，更多一證明矣。

(九)由甘蔗渣(榨去糖汁後之蔗渣)可以製成最有效力之炭，供促進發酵之用。

(十)如用蔗渣為炭之原料，又用此炭以為糖蜜發酵之促進劑，則就因發酵效率增高，所得之利計算，每噸蔗渣之價值，等於美金五六十元。

著者曾將 30° 勃立克司之糖蜜，用添加及不添加活性炭二法，試其發酵效率如何。

法將 90 公撮之 20 度糖蜜，種以 10 公撮釀母液(30度)，24 小時之後，以 40 度糖蜜 100 公撮，傾入其中，使其發酵72小時，其結果如下：一

糖蜜處理法	發酵效率
NO.1 每公升含1公撮硫酸1公分磷酸 及0.9公分活性炭	88.94
NO.2 同上，但含0.8公分活性炭	88.99
NO.3 同上，但含0.7公分活性炭	89.33
NO.4 同上，但不含活性炭	84.49

觀上表可知添加活性炭者其發酵效率，可以較高4%左右也。

又將 40 度糖蜜，試其對活性炭之關係，其結果如下：一

糖蜜處理法	發酵效率
NO.1 40度糖蜜每公升含1.5公撮鹽酸0.35公分氫化鈉1公分硫酸	77.46
NO.2 同上，但含1公分活性炭	81.61

可知活性炭可以促進濃糖蜜之發酵，但發酵時間，必須延長至96小時耳。

(3)蔗渣之利用 甘蔗榨糖後所餘渣滓，現今最大用途為製厚紙

板,但仍含有少量糖分,可以發酵收回之。若將糖蜜加少量蔗渣共同發酵,則糖蜜發酵較速,但酒精產量並不加多。茲將與文所得結果,略述如下:—

1. 較淡糖蜜液之發酵——17°勃立克司糖蜜 200 公撮

	24小時		48小時		72小時	
	失去重量	酒精%	失去重量	酒精%	失去重量	酒精%
未加蔗渣	7.55	8.68	11.25	12.42	11.8	12.64
加2公分新蔗渣	9.25	12.61				
加2公分浸過蔗渣	9.00	12.49				

觀上表可知蔗渣可增進發酵速度,或因其能助碳酸氣之外逸之故,又蔗渣所含氮質甚多,故糖蜜雖不加硫酸銨,發酵情形亦佳。

2. 較濃糖蜜液之發酵——26°及36°勃立克司之糖蜜,每公升加硫酸銨1公分,硫酸1公撮,試樣共200公撮。

	65小時		96小時		130小時	
	失去重量	酒精%	失去重量	酒精%	失去重量	酒精%
36°勃立克司未加蔗渣	11.75	10.70			16.5	15.62
36°勃立克司蔗渣5公分	17.95	19.14	19.7	19.87		
26°勃立克司蔗渣5公分	14.25	17.43	15.7	17.43		

該氏試驗多次,所得結論如下:—

1. 較濃糖蜜液加蔗渣發酵時,不須更改其培養釀母之法。
2. 蔗渣粗細與發酵速度關係甚小。
3. 蔗渣一噸可增加酒精產量120公升。



4. 若加蔗渣於釀母醪中放置若干時，然後沖以糖蜜，令其發酵，則酒精產量可以增加，時間可縮短 $\frac{1}{3}$ 。

5. 若加蔗渣發酵盛旺後，再將蔗渣除去，則結果更佳。可知蔗渣之作用為促進發酵之開始。

6. 所用蔗渣不須滅菌。

7. 用過蔗渣，附着少量酒精，可使其營醋酸發酵，則蔗渣中因含少量醋酸，可經久不腐。

#### 第四項 製造工程

##### 1. 糖蜜之儲藏及運輸

南洋羣島之糖廠所產糖蜜，由糖蜜運輸公司特備大船，內設廣槽，以貯糖蜜，運送至歐洲、中國等處。船抵岸時，由船中特設之唧筒，抽送至岸上之貯藏槽。

更有將糖蜜再熬濃，使其流入模形中，作成固體塊，直接運輸，但此法不甚通用耳。

酒精廠接受液狀糖蜜，則存於大儲存槽中，此槽無須特別構造，但須使其不受水之侵襲，以免沖淡而自行發酵。槽內不必設蒸汽管，以供加熱，因糖蜜傳熱較難，如通汽加熱，則一部分不免過熱而焦化，變成焦糖 (caramel)，損失至大。槽中糖蜜儲存重量，可用特製糖蜜測量器 (pneumacater)，直接測定。糖蜜儲存槽如圖 31A 及糖蜜測量器如圖 31B。

輸運糖蜜可用唧筒，但糖蜜甚濃厚，冬季寒冷，糖蜜溫度低，流動甚慢，唧筒之選擇，須極慎重，否則工作必感困難。

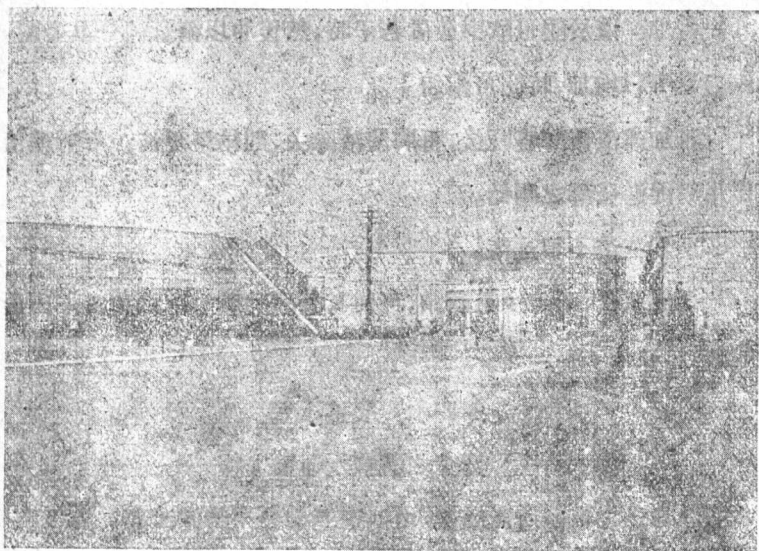


圖 31. A 糖蜜貯存槽(中國酒精廠)

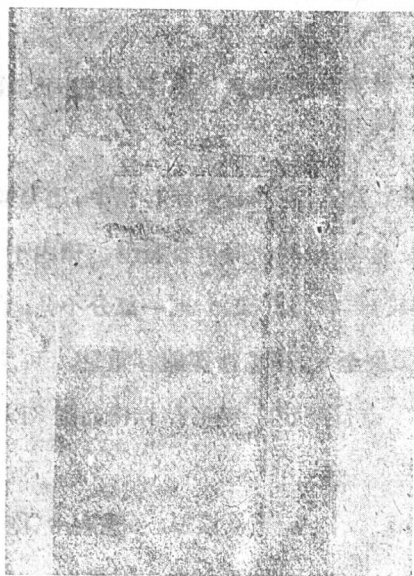


圖 31. B 糖蜜測量器

## 2. 糖蜜之冲淡加酸及殺菌

糖蜜與水不易混合，故須加以熱水，十分攪拌，方能混合均勻。普通多先將濃糖冲成  $50^{\circ}$  勃立克司，用高速度離心唧筒抽送至樓上；行第二次之冲淡，此時如用威爾 (Weir) 計量器(圖32)調節糖蜜及水之數量，

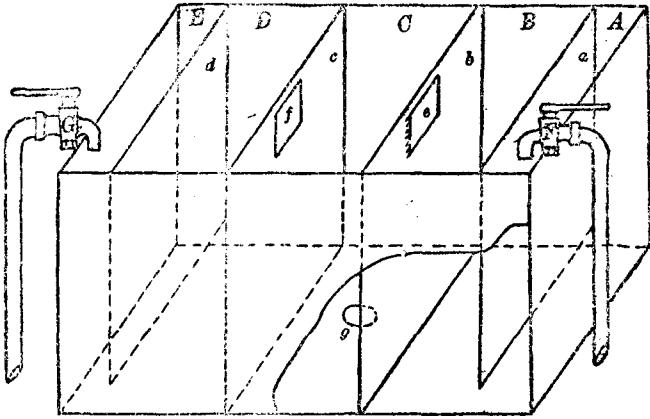


圖 32. 威爾計量器

則所得冲淡糖蜜濃度一定，是為連續冲淡法。威爾計量器為長方形之箱，中有 a. b. c. d. 四塊隔板，a. d 兩塊，分隔左右兩端成 A, E 兩小室，隔板並不及底。c. b 兩板分隔成 B. D 較大之兩室，分隔及底，而與中央 C 室完全隔斷。在板之上部中央，開相等大小之方孔 e. f，而在孔邊劃刻度數，以視液面之高度。C 室箱底開一 g 孔。糖蜜可由活門 F 放入 A 室，由底部流入 B 室，如此液面穩定，而由 e 口入 C 室。在另一面水由 G 活門流入，由 f 孔入 C 室，兩者同時由 g 孔流出。流量之多少，可視 e 及 f 之刻度而定，用 G 及 F 之活門調節之。

糖蜜如欲滅菌，則亦可通於滅菌槽以蒸汽熱之，再通過冷卻器，冷

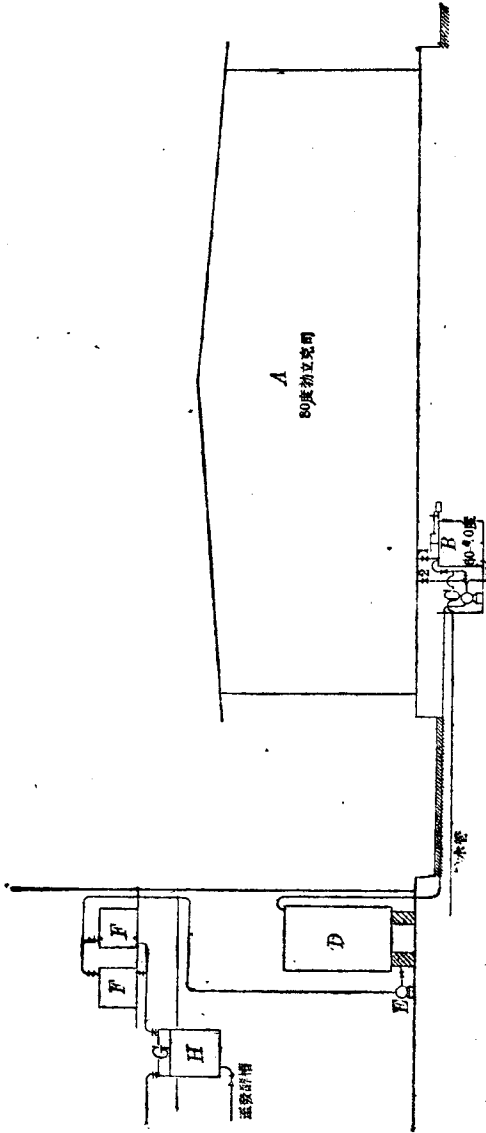


圖 88. 連續沖淡設計圖

至適當溫度，其他藥品可於第一次沖淡時加入。沖淡室之機械設計及方法，各廠略有不同，圖 33 乃連續沖淡法之一例。A 為原糖蜜儲槽，有 1、2 兩個放出口。1 口放出至 B 沖淡槽，槽有攪拌器及冷熱水管，沖淡至  $60^{\circ}$ — $70^{\circ}$  勃立克司，用 C 旋轉唧筒打入工場中 D 儲槽儲存。另一路由 2 口放出，在灣管處沖入熱水，直接用 C 唧筒打至 D 槽。D 槽之糖蜜，用 E 唧筒陸續打入 F 槽，對成一定濃度，F 槽備有冷熱水管，空氣管、水蒸汽管。一定濃度之糖蜜陸續放入 G 威爾計量器沖淡至一定濃度後，放入 H 儲存槽，以備放入發酵槽。

淡糖蜜用以製配釀母膠者，必須滅菌。此種加熱滅菌之設備，並無特別構造，普通有常壓及高壓兩種。常壓者可用鐵板製成圓桶，底部安裝蒸汽多孔管，通蒸汽以熱之，至適宜溫度為止，普通為  $80^{\circ}\text{C}$ ，桶有兩個，輪流使用。高壓者為密閉式圓桶，中有蒸汽管，冷卻管，空氣管，上有出氣管，並裝有溫度計壓力表等。普通常加酸蒸餾，故此器最好用耐酸金屬製之，或嵌以耐酸金屬亦可。

淡糖蜜加熱滅菌後，必須冷卻，小規模者即將冷水通入滅菌槽內所設之冷卻蛇管，並以空氣攪拌即可。大規模者則可用密閉冷卻器或直立式冷卻器(圖 34)均可。前者乃一橫量圓筒，內設多數直管，熱糖蜜由各

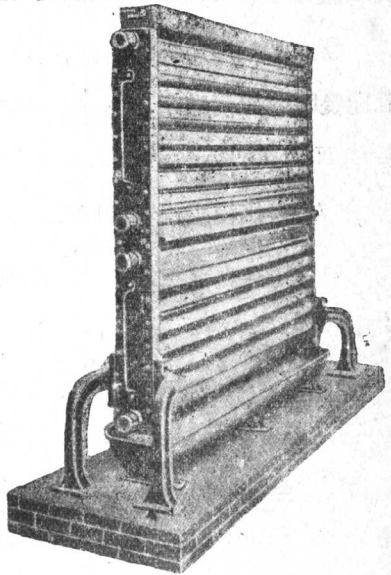


圖 34. 直立式冷卻器

管之內部經過，與各管外部之冷水面相接觸即可冷卻矣；後者乃將熱糖蜜由上部流下，一面與空氣接觸，一面與冷卻管面接觸，溫度因而降低。前法較後法為佳，因可避免外面有害菌之侵襲也。

### 3. 釀母之培養

糖蜜發酵所用釀母之培養，除特殊情形，應用澱粉質原料所製成之釀母膠，普通則以無菌糖蜜培養之。舊式工廠缺乏特別設備，故釀母之培養乃用普通之圓桶。圓桶中裝設蒸汽管、水管、冷卻管及空氣管。操作方法乃先用水洗淨，將水放去，通蒸汽滅菌，約半小時後，放入沖淡糖蜜，或較濃糖蜜，即在此槽中沖淡並滅菌，並設法調節其濃度、溫度及酸度，或另加釀母營養物如硫酸銨等，即可冷至適溫，將試驗室中特別培養之釀母種放入，令其繁殖矣。

新式工廠多用純粹培養器，培養之釀母不獨發酵強盛，釀母純粹，且能長時間連續應用，如麥格利純粹培養器 (Magne's yeast apparatus, New Orleans, U. S. A.)，即其一例。茲述其構造及用法如下：—

(A) 大規模應用者(圖35.) A.B.

(一) 構造 麥格利純粹培養器，係由厚銅板製成，內部鍍錫。具有下述各部分：—

(1) 小罐 A 內盛釀母膠，每日移種於大罐 B 內之培養液中。

(2) 大罐 B 每日生產足量之釀母膠，供製造酒精之用。

(3) 空氣濾過器 F，滿盛無菌棉花，供由壓縮機通來之空氣壓淨之用。

(4) 空氣洗滌裝置內，盛以硫酸銅溶液，空氣經棉花濾過之後，再

通入此裝置,使其完全清淨。

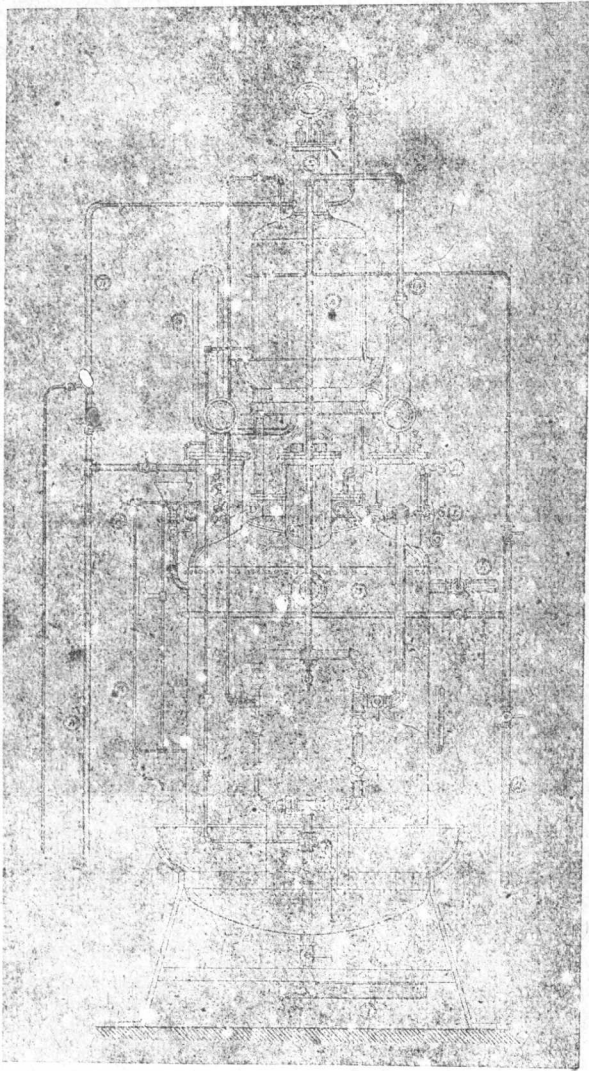


圖 85. A 大規模應用的麥格利純粹塔養器

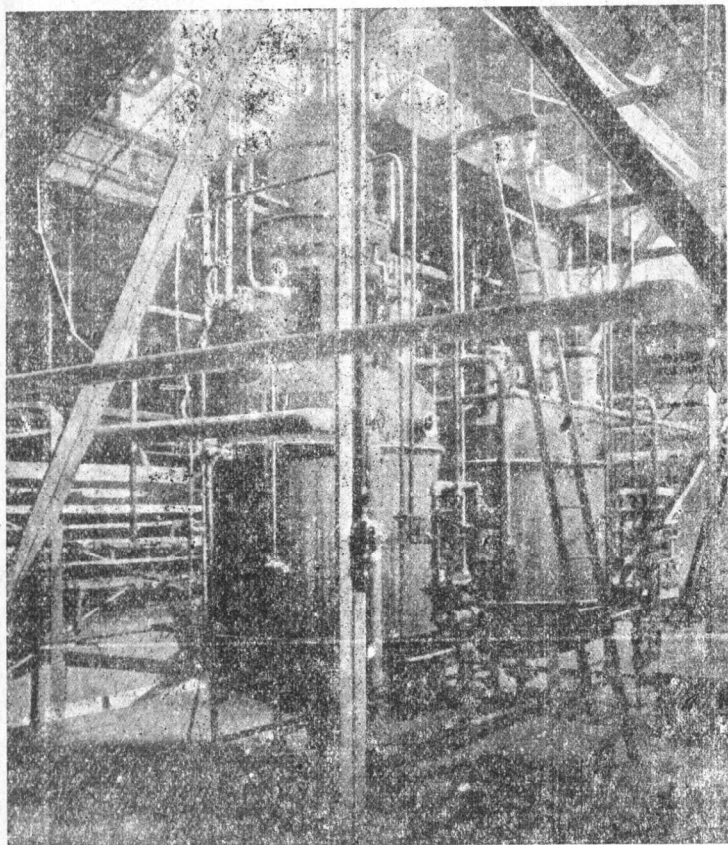


圖 35. B 麥格利純粹培養器外觀

(5)圓筒D與大罐B相連,設有二個活瓣d及d',此二活瓣經虹吸S,與小罐A相連。

(6)每罐除設有罐頂(dome)E及E'外,尚備二個安全瓣,一個供壓力用,另一個供真空用。

此外尚有下列各種之管:一



(g)水管,供此器滅菌後冷卻之用。

(h)碳酸氣排出管,碳酸氣由此管通過滿盛消毒液之槽而外逸。

(j)純粹釀母醪通入管,供最初通入釀母醪之用。

(k)醪液通入管,供B罐裝盛醪液之用。

(l)釀母醪放出管,供釀母醪通至工廠之用。

(m)空氣管,供製造時釀母醪通氣之用,

(n)普通蒸汽管與各罐之蛇管相連。

(p)管可使空氣及蒸汽由多孔蛇管,通至大罐B內。

此器尚備三個壓力表,一個在A罐,一個在D圓筒處,檢視B罐內之壓力,又一個在C槽,檢視壓縮空氣之壓力。

此外尚備玻璃製示量管,溫度表等等。

(二)用法 A罐既盛滅菌冷卻培養液後,純粹培養之釀母醪,由j活瓣通入。當發酵十分旺盛時,由虹吸S通入盛有滅菌冷卻培養液之B罐中。B罐之內容物,更用壓縮空氣十分混合後,再將一小部分回至A罐,使其恢復以前滿盛醪液之狀態。如是A及B罐之醪液同時發酵。次日B罐內容物可供工廠之用;而A罐之內容物復可為B罐之種子。故此後每日可得與B罐容量相同之純粹釀母醪。

使用此種培養器,十分小心操作,雜菌絕不至侵入。故開工之始,預備一瓶純粹釀母,此後可以繼續使用矣。美國大規模酒精廠使用此法,繼續兩年之久,而釀母之新鮮及活潑則如初也。

(B)小規模應用者(圖36)。

(一)構造 小規模應用之麥格利粹純培養器有兩種,如下述:一

此器具有二罐，大者放於三腳架上、小者懸於二繩及平衡錘。大罐

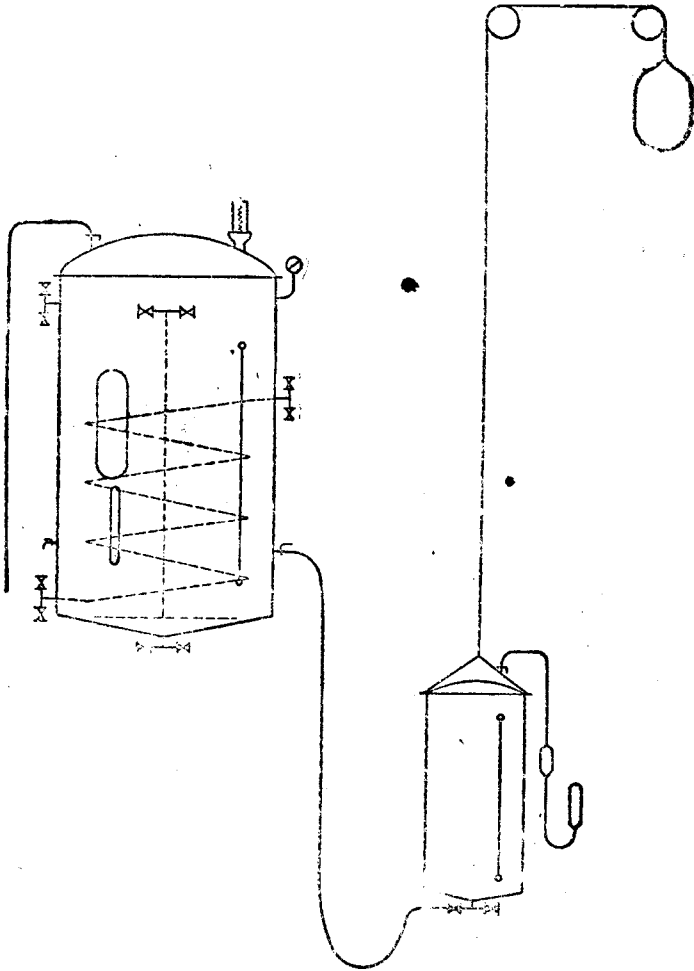


圖 33. 小規模應用的麥格利純粹培養器

具有蒸汽通入管、空氣通入管、二個棉花過濾器(供空氣過濾用)及一個冷卻蛇管等等。小罐用可移動之橡皮管與大管相連，亦具一個棉花過濾器及溫度表插入管，此罐可以上下移動，使大罐之液，可以流入小罐中；或小罐之液，流入大罐之中。

此二罐完全用銅片製成，內部鍍錫。

(二)用法 懸於繩上之小罐，種以小瓶之釀母醪液。普通二十四小時之後，發酵旺盛，其內容物移於大罐，使用吹風機之壓縮空氣，十分攪拌之後，移其小部分於小罐。施行此工作時，將小罐移下，使大罐內之醪液可以因重力而流入小罐為度。次日大罐內之釀母，可供工廠之用。全部工作，可以按法繼續施行，因小罐存有釀母醪也。此種工作情況，與大規模所用者，甚為類似。

此器所製之純粹釀母醪之用法，與大規模應用純粹培養器所述者相同。

#### 4. 發酵方法

發酵方法可分兩種：一

(1)預發酵法——純粹培養之少量醪，先放入較多糖蜜之預發酵槽，候容量增大時，可放入大量糖蜜中以營主發酵。茲舉一例如下：一

##### 純粹培養器

釀母液	100公升	7.5°勃立克司	
加 糖蜜液	1000公升	15°勃立克司	酸度 1.5°
共 (發酵後)	1100公升	7.5°勃立克司	
減	100公升	為下次之用	
尚餘	1000公升	為預發酵之用	

## 預發酵槽

釀母液	1000公升	7.5°勃立克司
加 糖蜜液	9000公升	15°勃立克司 酸度1.2°
共 (發酵後)	10000公升	7.5°勃立克司

## 主發酵槽

預發酵液	10000公升	7.5°勃立克司
加 糖蜜液	40000公升	27°勃立克司 酸度0.5—0.1°
共	50000公升	發酵後約6.7—7.5°勃立克司

此法之主要點為(1)糖蜜數量漸次增加十倍；(2)糖蜜中糖分有一半消失，即放入較多量之液中；(3)糖蜜濃度漸漸增加，酸度漸漸減少；(4)糖蜜溫度漸漸減低，如純粹培養器為30°C，預發酵槽為28°C，主發酵槽為25°C是；(5)小量糖蜜液培養釀母者用無菌糖蜜，大量糖蜜不須滅菌。

(2)連續發酵法——此法乃將發酵未完之糖蜜分出一部，加以新糖蜜令其發酵。故可以一次培養之釀母，長時間繼續應用之。操作方法有多種，如(a)發酵槽有四具，第一槽裝滿發酵若干時後，分一部至第二槽，各加新糖蜜；若干時後，由第二槽分至第三槽；再經若干時後，由第三槽至第四槽，如此循環不已；而最初裝滿之槽，當發酵終了時，即可蒸溜矣。(b)一個預發酵醪盛滿糖蜜先加以純粹培養酵母，當發酵旺盛時，分出約四分之三，以為某發酵醪之酒母，所餘四分之一之發酵液再裝滿糖蜜，使其發酵，以備第二次主發酵醪之用。(c)一個預發酵醪裝滿糖蜜，先種以純粹培養釀母，發酵旺盛後，漸加糖蜜，使其溢入主發酵槽中，一個主發酵槽裝滿，再裝他個發酵槽。主發酵醪糖蜜發酵完畢，即可蒸餾。但預發酵槽之濃度及發酵程度，須維持同一之狀況方可得優

良之結果。

### 5. 發酵管理

發酵管理約有數端：一

(1) 濃度——濃度可以比重計測定。每二小時或三小時，測定濃度一次，註入報告表內。此表最好以方格紙爲之，直軸爲濃度、溫度或酸度，橫軸爲時間，則發酵進行狀況，可一目了然。

(2) 溫度——以溫度計測之，或發酵槽上裝固定溫度計，每二、三小時觀測一次，註入報告表中。

(3) 酸度——每 2—3 小時，按常法檢視一次。

(4) 糖分——發酵前及發酵後之糖分皆須測定之。

(5) 酒精含量——當發酵終了時按常法測定之。

(6) 發酵效率——由釀母培養器、釀母槽、預發酵槽、主發酵槽各處所用糖蜜液之濃度及容量，(如應用連續發酵法則濃度一定)即可知所用糖蜜之總量。糖蜜中糖分既經測定，即可知所應得酒精量，是爲理論上酒精產額。此理論產額與發酵後實際產額相比較，即得發酵效率。如試驗室中試驗所得結果精確者當與蒸餾室中蒸得結果相吻合。

(7) pH 測定——發酵前後皆宜測其 pH 值。

(8) 釀母檢驗——釀母之數量及純粹與否皆應檢驗，尤以釀母純粹培養器及釀母槽爲重要。

(9) 氮之測定——含氮量應以克打爾 (Kjadal) 氏法測定之，如發見氮質太少者，須補充之。

### 第五項 酒精產量之計算

糖或澱粉完全變為酒精及碳酸氣時，其理論產額如下：—

由 $C_6H_{12}O_6$ 糖（如右旋糖等）者	51.1%
由 $C_{12}H_{22}O_{11}$ 糖（如麥芽糖蔗糖等）者	53.8%
由澱粉 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 者	56.8%

據巴士特之學說：酒精最高產額為理論上之 94.83%，其餘為副產物以甘油、琥珀酸為主要。

尋常產量約合理論產額七分六。如以澱粉為原料，普通總損失自 12—20%，因澱粉及糊精未發酵者約 6—10%，因生成甘油者 2—3%，其他如用充酵母之營養料及酒精揮發等損失。如受分裂菌之侵襲者損失更大。操作不良之工作，產量祇合澱粉原含量之 72% 以下。每 100 磅澱粉生成 28.5 公升者，（即損失 11.3%），為最優成績；27 公升者，（即損失 16.2%）為優良成績；26 公升者，為中等成績；24.8 公升者，為不良成績。

英國使用麩乾麥芽及穀類為原料，每噸原料可得 298 公升之無水酒精者，為尋常優良成績。

現今，吾國酒精工廠普通成績，大約如下！—

- (1) 甘薯含澱粉 65—72% 以上者，每噸可得 96% 酒精 340—380 公升。
- (2) 糖蜜含全糖分（假設為葡萄糖）55—58%，每噸糖蜜可產 96% 酒精 310—325 公升。

本書所述發酵效率（fermentation efficiency）乃以巴士特學說為標準，其計算法如下：—

$$\text{發酵效率} = \frac{\text{巴士特理論產額} \times 100}{\text{實際產額}}$$

例如每 1000 磅糖蜜 (全糖分 55) 之無水酒精產量為 236 磅, 問其發酵效率若干?

$$\frac{550 \times 0.4845 \times 100}{236} = 88.56\%$$

### 第九節 纖維質原料製造酒精法

#### 第一項 概論

纖維質原料包括木材、草梗、泥煤等等, 含有多量纖維質之原料, 但此項原料亦有同時含有多量碳水化合物(糖類)者, 前者如木屑, 後者如紙廠廢液。茲述木材之成之一例如下:—

纖維質	53—55%
木質 (lignin)	29—30%
碳水化合物	10—14%
膠質、油質、灰分	3.5—5%
氮	0.1%

纖維質多與木質化合, 碳水化合物多為多戊醣(pentosan)。

纖維質製造酒精必先水化, 使變為糖, 然後可以發酵。細菌亦有能使纖維質直接分解者, 但尚在試驗中。水化之法多應用酸類, 生成右旋糖, 但對於溫度之關係甚大。茲舉一試驗結果為例: (1) 150 公分木屑加 0.5% 硫酸 1000 公撮在 150—165°C 熱 30 分鐘, (2) 76 公分木屑加 0.5% 硫酸 750 公撮在 170°C 熱 45 分鐘, 兩試驗所得糖分如下:—

	試驗I.	試驗II.
戊糖	32.7%	30.1%
甘露蜜糖	35.6%	43.7%
左旋糖	4.3%	4.7%
分解乳糖	3.3%	3.3%
右旋糖	0.5%	14.0%
未能分析者	23.6%	4.2%
	100.0%	100.0%

由是可知溫度稍低，則纖維即不分解，右旋糖之生成量甚少，其餘糖分則由於木材中碳水化合物分解而成。

紙廠所餘廢液不含右旋糖，可知纖維並未分解。茲舉紙廠廢液中所含糖分如下：—

	液中糖分(%)	合乾木材百分數
戊糖	0.69	3.11
分解乳糖	0.06	0.27
甘露蜜糖	0.96	4.32
左旋糖	0.07	0.31
右旋糖	—	—
未能分析者	0.52	2.35
	2.30	10.33

### 第二項 木屑製造酒精法

木屑為鋸木時廢物，森林附近鋸木廠所遺木屑甚多、棄置無用，可以設法膠合而成木版，亦可利用以製酒精。製造方法多先用酸糖化之。糖化之法甚多，或因用酸過多，時間太長，致一部糖類分解，而不能發酵，或溶液太淡不宜發酵，又其發酵液之蒸餾所費蒸汽太多，亦不經濟。且



酸類腐蝕性大，蒸餾器必須耐酸。用硫酸者以鉛皮爲之，但不久即損壞，修理費時，成本因之加重。是以利用木屑製酒精者，須有耐久蒸餾器，且對於酸量及時間壓力等等，皆須調節適宜，始可成功。茲將各法之梗概列下：—

發明人	用酸量	每百公斤木材之酒精產量	製法概要	劣點
布累空樂特 (Braconnot)	91.5%冷硫酸			用酸太濃
福爾開利斯 (Voerkelins)	70%冷硫酸	24.8% (對乾木材言)		用酸太濃太多
西摩桑 (Simonsen)	0.5%硫酸	9 公升	九氣壓，一刻鐘	溶液太淡 只含酒精2%
克拉桑 (Classen)	SO <sub>2</sub> 飽和溶液合木材重量三分之一	7.5—8.3公升	壓力100磅，溫度140—150°C，4—6小時	蒸餾器鉛皮易壞，時間太長
埃文 (Ewen) 及托林桑 (Tomlinson)	1%氣態SO <sub>2</sub>	8.06公升	通蒸汽至壓力100磅，40—45分鐘，旋轉蒸餾器	只有 $\frac{1}{8}$ 木材溶解
埃文及托林桑	硫酸	在冬季9.5公升 全年平均6.4公升	旋轉蒸餾器	產量太小
孚勒頓工廠 (Fullerton)	0.5—1%硫酸	14—15公升	120磅，溫度168°C，連裝入放出時間共1小時	實際產量只6—7公升
科荷 (Cohoe)	鹽酸	8—9公升	先通蒸汽至65磅，再通鹽酸氣及蒸汽至65磅	
克萊斯曼 (Kressmen)	2.5%硫酸	10.7公升	壓力110磅，20分鐘，木與液之比爲100:125	

### 第三項 瑟勒法

上述各法所用之酸，有硫酸、亞硫酸及鹽酸三種，但每百公斤木材之酒精產量均不及10公升，且須應用多量之酸，費用過昂，以致經歷百十餘年，而卒未達工業上之成功。

一九二六年德國瑟勒 (H. Scholler) 博士發現纖維素糖化之新

法，且原料不拘木材之種別，凡含有纖維之木質，如樹木之葉、莖、桿以及葉、糠、鋸屑等，皆可迅速糖化，其酒精產額較之常法多二倍有奇，當時極為各界所重視，認為瑟勒之功績，在國防工業及化學工業上，實可與發現空中氮固定法之哈柏(Hober)博士相稱。惜一切製造工程，因關利權問題，故未公表，吾人所知者，僅德國於近數年來已設立新法製造酒精之大工廠數處而已。

瑟勒方法，先將木片木屑等原料利用蒸汽衝擊而壓縮填滿於滲透器(percolator)內，然後注入一定量之稀硫酸(0.2—0.4%)，繼以高壓水蒸汽連續噴射之。當該器內部之溫度達 170—180°C，內壓約八六氣壓時，原料中之纖維素遂開始糖化反應。是時再急速注入一定量之酸液於器內，以完成該反應；同時並可將化成之糖變為溶液而排出於器外。

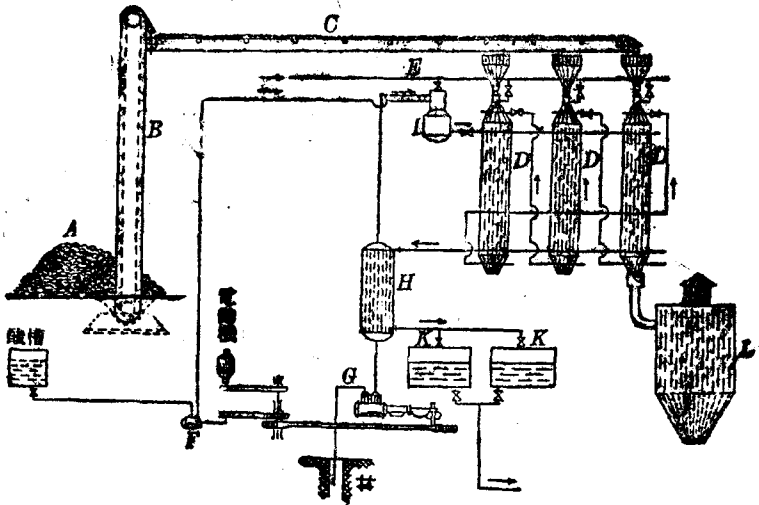


圖 37. ▲ 瑟勒法木材糖化設備

應用石灰及普通粒狀磷酸鹽使其中和，過濾後，糖液按常法經發酵工程，而變為酒精。

如圖 37A 所示，先由原料堆積處 A，利用昇降機 B，將細塊之木材昇送於搬運帶 C，而投入滲透器 D 內。該器為直徑 7.5 尺長 42 尺之鐵製圓筒，其容量約 1350 立方尺。一個滲透器內面鋪鉛，二個滲透器內面以耐酸磚貼佈之，如是，器內之溫度達  $180^{\circ}\text{C}$  時，外側之鐵筒可得保持於  $60^{\circ}\text{C}$  以下。

第一次將原料填滿器內後，投入口密閉之，而開放與上端相連之蒸汽管 E，使高壓蒸汽急速衝擊其上，原料遭此衝擊可得充分壓縮，於是再將原料投入之，而施行第二次之蒸汽衝擊工程；如是反復數次，務使滲透器內能密充多量之原料而後已。

填實工作告終，一方由小口徑之抽酸機 F，將硫酸送至加壓釜 I 內，一方藉大口徑之抽水機 G 將水唧出，經逆流加熱器 H，而與酸混合於加壓釜 I 內。在同一電動機運轉之下，使抽酸與水兩機同時動作；如是依口徑大小之比，可得連續合成一定濃度之稀硫酸。該溶液藉蒸汽壓力而注入於滲透器內之木材，經酸之浸漬後，再由上部噴射高壓蒸汽數次，迨至器內之溫度增至  $170-180^{\circ}\text{C}$ ，內壓約八氣壓時，木材中之纖維素成分遂開始糖化反應，於是再急速注入一定量之酸液，使化成之糖排出於器外。該糖與酸之混合液經逆流加熱器 H 時，為上昇於加壓釜 I 之水所冷卻，而流入於酸糖液貯槽 K 中；同時上昇之冷水得此熱量，可達  $150^{\circ}\text{C}$  左右，而與硫酸混合。

糖化工程告終後，滲透器內底部所殘留之渣滓，即不分解之木質

(Lignin)，約占全容積四分之一，該殘渣復藉蒸汽衝擊以收納於木質貯槽L內。

以上糖化工程之操作告終，而進行酒精製造工程，其概略見圖37

B。

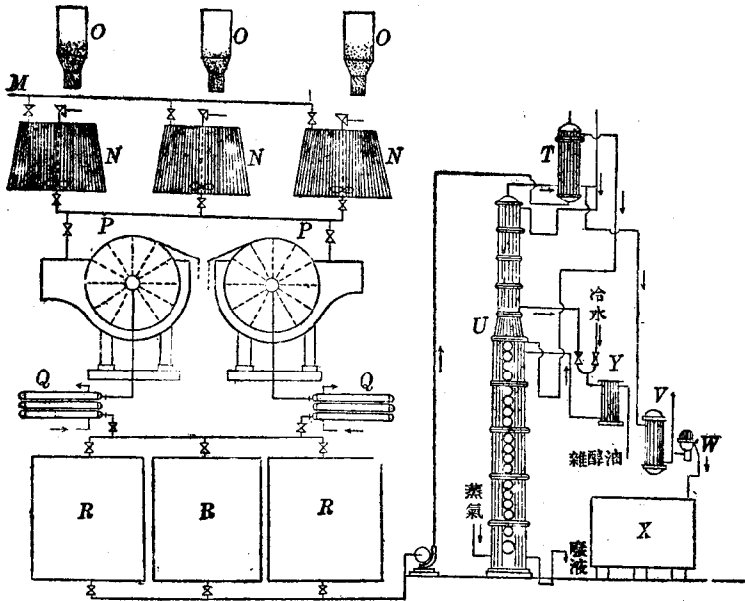


圖 37. B 瑟勒法發酵及蒸餾設備

酸糖液經導管M，而流貯於沉澱槽N，由其上部之中和劑槽O，將石灰及磷酸鹽等中和劑投入而攪拌之。中和反應終了後，經過濾機P及冷却器Q而導至發酵槽R。如是由發酵所生成之粗製酒精（內含雜醇油）藉唧筒S而送至加熱凝結器T，再流入分餾塔U而蒸餾之。酒精則經冷却器V而凝集於酒精受器W，再流於酒精貯槽X內。沸點較高之雜

醇油則經分離器Y，而分離貯集之。

此法對原料問題，無絲毫之選擇麻煩，凡含有纖維素之材質皆無不可。且不論其形狀為片塊或細屑，亦不拘其為乾燥或潮濕；各種材質分別使用之固佳，然混合之亦可。至於酒精之產量，自以原料之種類而異，纖維素之含量愈多，則酒精之產量亦愈多，此固不待言者。

德國托內赤 (Tornesch) 工廠應用此法之製造實例如下：一

乾燥針葉樹每 100 公斤可產	
無水酒精	24公升
副產物二氧化碳	20公升
含水分達50%之木質	60公升

此外尚有雜醇油等。

至於其他材質，據瑟勒氏之報告者，列如下表：

樹木種類 (每100公斤之乾燥物)	無水酒精之產量
針葉樹	24公升
白楊	23公升
橡樹	22公升
楓樹	21公升
栗樹	20公升
白樺樹	20公升
椰子樹	20公升
竹	20公升
麥藁	20公升
櫻樹	19公升
柏樹	18公升
穀壳	18公升
玉蜀黍之莖	18公升

甘蔗之榨渣

17公升

馬鈴薯之莖葉

17公升

其他禾本科之葉、莖、幹以及各種製材之刨屑、鋸屑等，皆可以製造預想以上之大量酒精。故現今認為廢棄之物質，如經此法，皆一變而為國防上貴重之原料。

本法簡言之即為滲透法；其反應與利點，可概說如下：

(1) 利用蒸汽之衝擊而將原料壓縮於反應器內，故一次能處理大量之原料，就工業經濟而言，自較有利。

(2) 反應器內之原料，除經一定量稀硫酸處理外，僅賴蒸汽以促進其糖化反應；換言之，原料中之纖維素，在蒸汽密閉包圍之下，於 160—190°C 時，原料皆膨脹，且成半濕潤狀態，如是可使附着於原料上之加水分解促進液（即稀硫酸溶液）更易滲透浸入於木質之中，以促進且迅速完成糖化反應，故工作既簡，而纖維素之利用率可達 95% 以上。

(3) 舊法將木材與酸在高壓高溫蒸餾之後，所成之糖與酸液尚須經過相當時間之接觸，方可放出；故水化所成之糖在蒸餾之末期，不免分解。瑟勒氏應用滲透法以代蒸餾法，所成之糖迅速流出而冷卻之，使其不至分解，故糖之產額較高。

(4) 普通應用濃硫酸之糖化法，乃以木材浸漬於濃酸槽內，歷數日之久，始有一部分化為葡萄糖，以後尚須施加壓煮沸等工程，方可完成之。工程非僅複雜，而酸與糖之分離尤為困難。反之，新法藉蒸汽斷續噴射之滲透工程，即可開始糖化反應，且於極短之時間內而完結之，故於時間上亦極經濟。

(5)第二次稀酸之急速注加，一方完成糖化反應，同時將附於木質上之反應生成物（即葡萄糖）可全部排出器外，因所注之酸液容量有一定之限制，故糖汁極其濃厚，而工作又頗簡單。

(6)剩留於滲透器內之不分解渣滓木質，又可供燃料之用。乾燥之木質，約可發生 6000 卡蒸汽量（美制），灰分既少，燃燒亦易，可供內燃機關之熱源及汽鍋之燃料。在德國所設立之新法酒精工廠內，一切動力與熱量，皆由該種副產物所供給。

(7)糖汁中所混入之酸，其濃度既極稀薄，用量亦微，故毋容施設繁雜之收回裝置。

(8)由發酵所生成之副產物二氧化碳，可捕集之，以供他方面之有效利用，同時雜醇油則以之製造戊醇及其他製品。

總之，本法之製造酒精，操作既簡單，而原料中之各種成分，幾無一不為其所充分利用。百年以來之難題，經此得以完全解決；瑟勒氏之功，誠不可沒也。

德國為國防燃料之解決起見，政府首先收買特權，而建設試辦廠於托內赤，未經數載，該廠日產約一萬公升之無水酒精，而確立此種新式工業之基礎。1934年設立十五單位之大工廠一（每單位年產酒精五百萬公升），成績極為良好；繼之，1936年春又開辦五單位之工廠一，則瑟勒方法之成功，可無疑義矣。

#### 第四項 柏歧阿斯法

柏歧阿斯（Bergius）法為近代木材製糖及酒精之最進步方法，茲述其梗概如下：

1. 步驟 如圖38木材割碎後，運入旋轉之乾燥器內乾燥之，至所含水分在8%爲止；此器乃利用鍋爐之廢氣熱之。

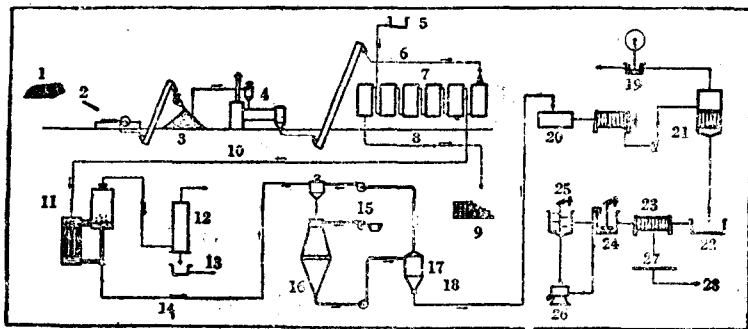


圖 38. 柏歧阿斯法圖解

- |           |             |               |
|-----------|-------------|---------------|
| 1. 木材     | 蒸發步驟:       | 結晶步驟:         |
| 2. 木材撕裂機  | 10. 糖溶液     | 19. 真空唧筒      |
| 3. 木片     | 11. 鹽酸蒸發罐   | 20. 轉化        |
| 4. 木片乾燥器  | 12. 凝縮器     | 21. 蒸發罐       |
| 分離步驟:     | 13. 鹽酸      | 22. 第一次結晶     |
| 5. 鹽酸     | 14. 濃糖液     | 23. 壓濾機       |
| 6. 乾木片    | 15. 空氣加熱器   | 24. 溶液槽       |
| 7. 浸出器    | 16. 噴霧乾燥器   | 25. 再結晶       |
| 8. 木質     | 17. 旋風分離器   | 26. 純結晶離心機    |
| 9. 木質成磚裝置 | 18. 粗糖(粗製品) | 27. 母液        |
|           |             | 28. 送至酒精廠以發酵法 |
|           |             | 製成酒精          |

乾燥之木材遂置於數個鐵製之浸出器中，加入極濃之鹽酸(約40%)，循環流行。此酸將纖維素水解變爲糖，最後鹽酸含糖之濃度爲32%。

此鐵製之浸出器內舖有特種之裏，可以抵抗極濃之鹽酸，經過三年



使用，仍無腐蝕現象。鹽酸在此器中之進出，概用密閉法，使酸氣不致逃出，故不致傷害工人及房屋。

經鹽酸處理後，木材三分之二為酸所溶解，剩下三分之一留於器中，係為木質。鹽酸洗去後即得中性之木質，由器底取出之。此物純粹無灰，可供燃料之用。

其浸出液用真空蒸餾收回鹽酸，溫度為  $36^{\circ}\text{C}$ ；鹽酸經過濃縮後，仍可再用。鹽酸蒸餾器係特種陶器所製，善於傳熱，每平方尺每小時可蒸發 2.4 磅之酸。

為避免陶器部分及鐵器部分因膨脹系數不同所生之危險，故須用真空蒸發。

用真空蒸發，可收回 80% 之鹽酸，其餘鹽酸須另用方法分出之。其法係用一種特製之噴霧乾燥器，使熱空氣與霧狀之濃糖液接觸，鹽酸及水分揮發，得固體產物含有 1—2% 鹽酸，約 8% 水及 90% 糖。其鹽酸氣冷凝後，仍收回再用。

2. 產物 此固體之糖（視木材之種類而異）含有葡萄糖、菊糖、木質糖、分解乳糖及果糖。糖之產量約合原來乾木材 60—66%。該糖因上述處理關係，變成壘化狀態。今將此粗製之糖（仍含有 1—2% HCl）加水沖淡三倍，於  $120^{\circ}\text{C}$  熱半小時。經此處理後，則可發酵。

乾燥之粗糖，用石灰中和其少量之酸，即可作為飼料。德國政府曾作兩年之精密試驗，證明此糖之營養價值與大麥相同。此種飼料可耐貯藏。

將粗糖沖淡至含有 20% 還原糖之溶液，使之發酵，生成酒精。其發

醇情形，與普通相同。100 磅之還原糖可生成 23 公升之純粹 100% 酒精；換言之，一噸之乾木材可生成 323—342 公升 95% 酒精。

粗糖中木質糖及分解乳糖不能為釀母所發酵，存於蒸餾殘渣中，蒸發至相當濃度，用噴霧乾燥器乾燥之，可作為飼料。

用此法約 80% 粗糖變為酒精，剩下 20% 亦可收回，以充其他用途。

醋酸亦為其中副產物之一，當鹽酸水解木材時生成之。現利用一種特別方法由鹽酸中分離醋酸，同時由水中分離鹽酸氣體；因當洗木質時，不免有一部分水侵入其中，必須除去也。

醋酸收回之量，與木材乾餾所得者相等。木質乾餾之後，可得甲醇及木炭。故此法不但可得木材乾餾之主要產物，且可使其餘 60% 之木材變為糖。

(Ind. and Eng. Chem. Vol. 29 No.3 pp247—254, 1937)。

#### 第五項 紙廠廢液製造酒精法

木材製紙習用亞硫酸法，將非纖維質之木質等溶解，使纖維分去，以供製紙，其廢液即棄置無用。此廢液比重約 1.05，含有有機物如碳水化合物、蛋白質、油質等共 10—12%，無機物約 1—1.5%，亞硫酸約 0.5—3.0%，尚有硫酸 0.02—0.2%。此廢液遇空氣變黑，若流於河中，對於魚類不宜。且日久河流亦生阻礙，此為紙廠莫大困難。

此液含可發酵糖分 1.5—2%（據克拉桑之分析，廢液含 1.68% 葡萄糖、0.53% 甘露蜜糖及 0.27% 分解乳糖）可利用以製酒精。因其含糖太少，且含有二氧化硫，故於發酵之前，可先蒸濃並除去二氧化硫，其殘餘二氧化硫則以石灰中和之，至液呈微酸性時，加入釀母使營發酵。此

法需用一蒸發器及一蒸餾器，先行蒸濃並蒸去二氧化硫，再加石灰中和，如是石灰用量即可減少，而溶液中亞硫酸鈣亦少，可不妨礙發酵作用。釀母之培養液或用麥芽汁或用糖蜜，再用亞硫酸液馴養之，然後始能用以發酵多量亞硫酸廢液。酒精之最高產量為廢液之1.4%。又每製纖維紙料1000磅，其廢液最多可製純酒精42公升，但實際不過28公升耳。

## 第十節 蒸餾

### 第一項 總說

蒸餾為酒精工業中之一種重要操作，即以發酵完畢之酒醪，其中含有酒精、水、雜醇油、乙醛、醋酸等之揮發性物質，及甘油、琥珀酸、乳酸、脂肪酸、無機鹽類、釀母及其他各種之夾雜物等不揮發性物，藉熱力而完全取得醪中之酒精量，再加分離其他之不純物而使得純良酒精之方法也。

蒸餾之方法發明極古，不過古代蒸餾機至為簡陋；現今因特殊之關係仍有沿用之者，如我國高粱酒之蒸餾，即其一例。在酒精工業中欲得較純而濃厚之酒精，非用現代之複式精良蒸餾機不可；故現代新式酒精廠莫不誇揚其蒸餾機設計之高超，而證明其出品之優良也。

### 第二項 蒸餾機之原理

蒸餾機之所以能將酒醪中之酒精完全分離，並可將分離所得之不純酒精，逐漸分離其酒精以外之不純物，而得高度之優良酒精，其理不外乎因各種物質沸騰點之不同；又在同等氣壓時，兩種或兩種以上之物質共同沸騰時，其沸騰液中含量，與蒸汽中含量往往不同。酒精之水溶

液沸騰時，蒸汽中之酒精含量較溶液中所含者為高。依據索累爾(Sorel)氏在常壓時（即空氣壓力 760 公釐）測驗所得結果，列表如下：

沸騰液之酒精含量 (容量百分率)	沸 點 °C	蒸汽中酒精含量 (容量百分率)	比 值 (k) 蒸汽中酒精量對於液 體中酒精量之比
0	100.00	0	0
5	95.90	35.75	7.15
10	92.60	51.00	5.10
15	90.20	61.50	4.10
20	88.30	66.20	3.30
25	86.90	67.95	2.70
30	85.56	69.26	2.40
35	84.80	70.60	2.02
40	84.08	71.95	1.80
45	83.40	73.45	1.63
50	82.82	74.95	1.50
55	82.30	76.54	1.39
60	81.70	78.17	1.30
65	81.20	79.92	1.23
70	80.80	81.85	1.17
75	80.40	84.10	1.12
80	79.92	86.49	1.03
85	79.50	89.05	1.05
90	79.12	91.80	1.02
95	78.75	95.05	1.0087
97.6	78.55	97.60	1.00

觀上表可知酒精與水之混合液，加熱沸騰時，所生蒸汽中之酒精量，恆高於原液；且原液中酒精愈低，則蒸汽中之酒精量愈高，即其比值(K)愈大；反之則K愈小。直至K為1時，即原液中酒精量與蒸汽中相等。故依據此理，酒精蒸餾機之設計雖極優，而在常壓之下，終不能得純粹之無水酒精。但其他學者所述理論亦略有不同，如多羅斯秀斯基 (Doroschewsky)謂K=1時，其原液與蒸汽中所含酒精量，均為95.57% (重量)或97.17%(容量)；楊格 (Young)則謂：在常壓時此95.57%(重量)之原液，沸點為78.15°C，而該沸點皆較純酒精(78.3°C)及水(100°C)之沸點為低，故達到此濃度時，蒸汽中酒精含量不復增加也。

關於純酒精之沸點，各學者亦有不同之記載，如科普 (Kopp)氏於760公釐汽壓時，測得為78.4°C；門得雷耶夫 (Mendelejeff)氏在760公釐汽壓時，測得為78.3°C；而依美利曼 (Merriman)氏於各種壓力下，測定純酒精之沸點如下表：

壓力 (公厘)	沸點 (°C)	壓力 (公厘)	沸點 (°C)
50	22.20	450	65.59
100	34.35	500	68.06
150	42.06	550	70.33
200	47.83	600	72.43
250	52.47	650	74.39
300	56.41	700	76.24
350	59.84	760	78.30
400	62.87	800	79.61

續上表

壓力 (公厘)	沸點 (°C)	壓力 (公厘)	沸點 (°C)
900	82.65	1,500	96.58
1,000	85.42	1,600	98.57
1,100	87.96	1,700	100.12
1,200	90.22	1,800	101.78
1,300	92.52	1,900	103.37
1,400	94.58	2,000	104.89

觀上表可知壓力愈低，沸點亦愈低。而在不同壓力時，酒精與水之混合液之沸點亦不同，而在  $K=1$  時之沸點亦不同，且原液與蒸汽中含酒精量，亦因此而不同。茲據美利曼氏測定之結果，列表如下：

壓力 (公厘)	酒精與水混合液沸點°C ( $K=1$ )	酒精汽中含水之多(重量)	純酒精之沸點
1451.3	95.35	4.75	95.58
1075.4	87.12	4.65	87.34
780.0	78.15	4.40	78.30
404.6	63.04	3.75	63.13
198.4	47.63	2.70	47.06
129.7	39.20	1.80	39.24
94.9	33.85	0.50	33.88
70.0	—	—	27.96

又據馬西格 (Masing) 氏測定結果，列表如下：

原液酒精量	蒸汽中所含酒精百分率(重量)			
	760公厘	400公厘	220公厘	40公厘
33.36	71.85	72.56	73.39	75.26
52.14	75.91	76.38	76.87	78.18
73.50	83.00	—	—	84.13
83.66	88.00	88.26	88.53	89.06
88.26	89.81	—	—	90.70
90.98	91.68	91.89	92.00	92.39
93.83	94.04	—	—	94.57
96.82	96.73	—	—	97.05

觀察以上兩氏之測驗結果，可知壓力漸減，則蒸汽中之酒精量隨之增加，倘壓力減至 70 公釐以下，用普通方法蒸餾，可將普通強度之酒精，蒸成無水酒精。但在事實上因調節之困難，現今尚無此等蒸餾機之發明。

### 第三項 簡單蒸餾機

(1) 引言 根據上述各種理論，可知倘在大氣壓力中，加熱煮沸含有酒精之酒醪，因蒸汽中之酒精，含量高於原液(酒醪)，然亦為原液中酒精之一部份，亦即為原液中減少較多之酒精，與較少之水分；因此將原液繼續加熱，並將所生之蒸汽，設法離開原液，則原液不待水分完全揮發，而酒精則可完全分離。設或將離開原液之蒸汽，導至另一處，收集而冷卻，則可得酒精與水(當然酒醪中其他揮發物亦混雜其中)之混合液，酒精之含量，高於酒醪，酒醪中不揮發物亦完全分離。最古之蒸餾機，亦即最簡單之蒸餾機，乃依此理而構成者也。圖39 即為此種蒸餾

機之解剖圖，A 爲銅製鍍錫之加熱鍋，C 爲木製或金屬製之冷卻器，B 爲鍍錫銅製之蛇管。酒醪於 A 鍋用直接火加熱煮沸，其蒸汽則導入 B 中，外部用流動之冷水冷卻，使其凝結爲液體而由 f 口

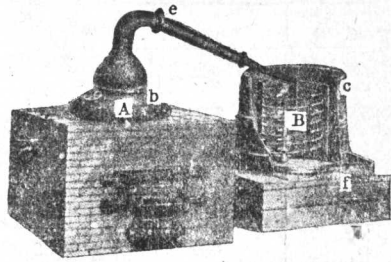


圖 39 簡單蒸餾機

流出。A 之煮沸鍋，分上下兩部，上部於 d，e 兩處，可自由分離。當調換新酒醪及洗刷時，可將 A 之上部開啓。圖 40 爲國產上海化學藥品廠出品之簡單蒸餾機。

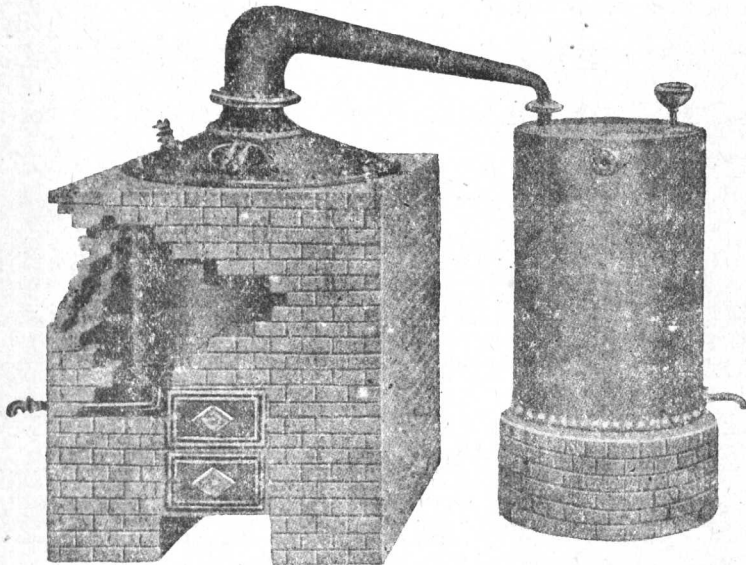


圖 40 簡單蒸餾機(化學藥品廠出品)

使用以上之蒸餾機以蒸餾酒精，最初蒸出之蒸餾液，酒精含量最高，



以後逐漸減低，而至完全為水，故所得混合液，酒精含量不能過高，若欲得較濃之酒精，須分別收集；然發酵醪之含酒精量，普通在 15% 以下，故最初蒸出者，不過 60% 而已。倘欲得濃厚之酒精，可將 B (圖 39) 之蛇管，分為二部，先一部浸入 78°C 之熱水中，則因在酒精沸點之上，故蒸汽中之水分，先行凝結，而酒精仍為汽體，導入第二部蛇管中，用冷水完全冷卻，所得蒸餾液之酒精含量較高，但總不能得 90% 以上之酒精也。

(2) 阿丹 (Adam) 氏蒸餾機 嗣後發見，若以含有少量酒精成分之蒸汽，經過少量溫度較蒸汽為低之酒精水溶液中，則蒸汽中之一部分水份可凝結於液體中，而同時液體中之酒精一部分，可揮發為蒸汽，因此 1801 年 阿丹 氏發明 (圖 41) 之 阿丹 蒸餾機：

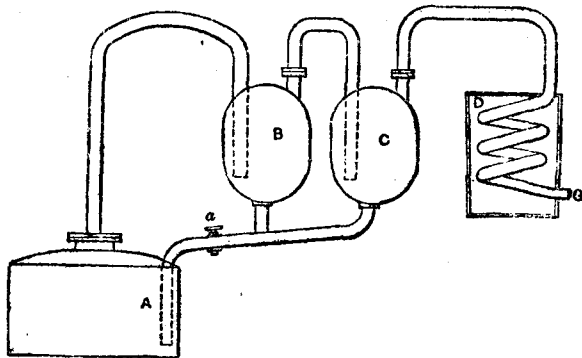


圖 41 阿丹 氏蒸餾機

圖中 A 為酒醪加熱鍋，在相當之加熱器上加熱，發生之蒸汽，由管導至第一卵形罐 B 中，導管直通至近底處，卵中儲留少許酒精溶液，以能蓋沒導管為主，蒸汽則由液中經過再至第二卵形罐 C，順序經過同樣之第三，第四……等卵形罐 (圖從略)，最後則入 D 蛇管中完全冷卻，經 G 而至受

器。此種裝置，因第一卵之溫度，較低於A鍋，第二卵較低於第一卵，以後溫度次第減低，因此蒸汽經過各卵中，酒精含量次第增加，最後至D蛇管，可得高度之酒精，此為工業上製出濃酒精之第一具蒸餾器也。

(3)科提 (Corty) 氏雙鍋蒸餾機 科提氏發明一種蒸餾機，經多次之改良，如圖42之雙鍋蒸餾機，A為置酒醪之直接加熱蒸餾鍋，旁

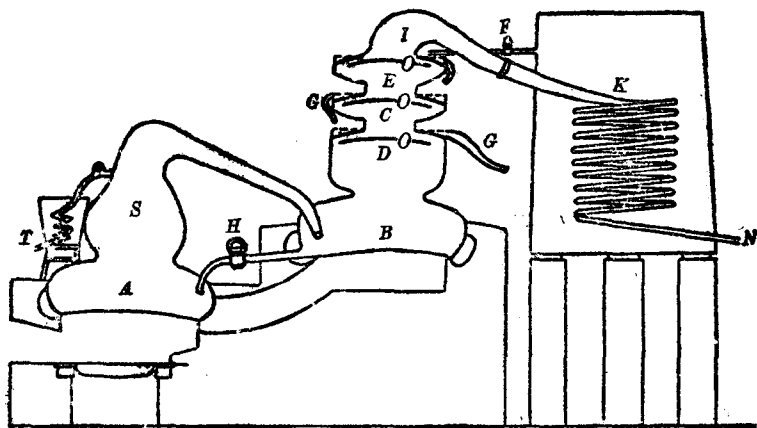


圖 42 科提氏雙鍋蒸餾機

有T之試驗用冷却器，以便測定A鍋中蒸汽之酒精量，因此可知酒醪尚含酒精與否。A鍋上有鵝頸管S，導蒸汽至B鍋底部。B鍋利用A鍋餘熱以供加熱。鍋上有D, C, E, 三室，每室中各有O之隔板一塊。每室外面上部，由F管導溫水於其中，由G管漸漸下流，其流速視溫度而定，以F活門調節之。蒸汽在三室中凝結者，暫留於B鍋，太多時開H活門而放至A鍋。A鍋中蒸汽，先經B鍋中之酒精溶液，上升而至D C E室，遇冷則蒸汽中大部之水份，及小部之酒精，凝留於B鍋，高濃度之酒精蒸汽，由J之管導至浸於冷水中之K蛇管中完全冷却，由N口而出。此種

蒸餾機，用直接火加熱，酒醪中之固形物不免焦化，蒸出之酒具有此種焦味，故不若用水蒸汽加熱為妥也。

#### 第四項 酒精水溶液之物理性

酒精在工業上用途愈廣，且須要之濃度較高(95%以上)，故學者關於酒精水溶液之物理性，悉心研究。今將研究結果略示如次：—

酒精水溶液之沸點，及其沸騰時液體與汽體平衡時之含酒精量，各學者之研究，稍有不同。茲依柏格斯特羅妮 (H. Bergstrom) 氏之結果以圖43說明之：

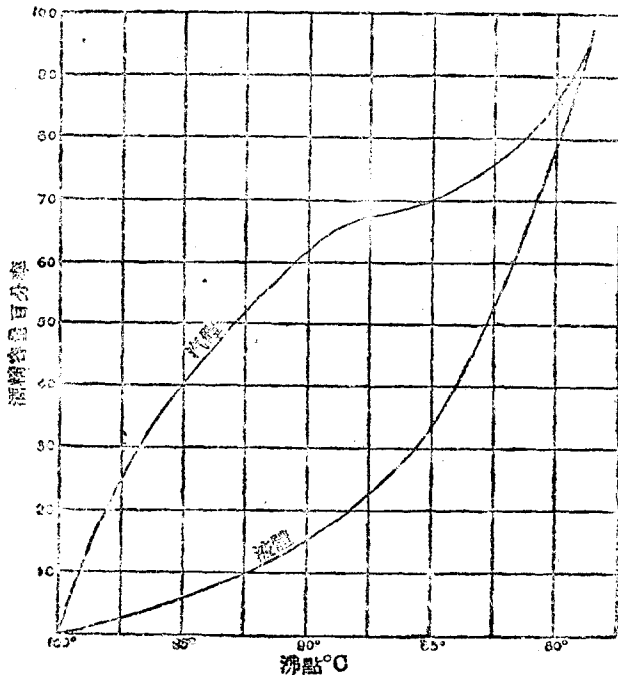


圖43 淡酒精在不同沸點時汽及液成分之變遷

圖44為酒精水溶液在蒸發時汽體中所含酒精量之曲線圖。

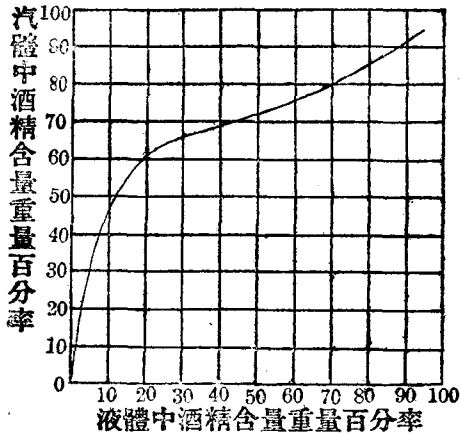


圖 44. 酒精水溶液在蒸發時氣體中所含酒精曲線圖

比熱：純酒精之比熱在  $0^{\circ}\text{C}$  時為 0.54754，在  $80^{\circ}\text{C}$  為 0.76938，在蒸汽狀態  $217-101^{\circ}\text{C}$  之間為 0.4512，在  $223-114^{\circ}\text{C}$  之間為 0.4557。但酒精之水溶液，則因有濃度之不同而大有差異，舒爾雷 (Schüller) 氏測定結果如下表：

酒精重量%	比 熱	酒精重量%	比 熱	酒精重量%	比 熱
85	0.7100	55	0.8700	25	1.0366
80	0.7390	50	0.9030	20	1.0400
75	0.7670	45	0.9400	14.9	1.0391
70	0.7910	40	1.0070	10	1.0250
65	0.8000	35.33	1.0076	5	1.0110
60	0.8980	30	1.0200		

汽化潛熱 (latent heat of vaporization): 純酒精之汽化潛熱, 據各學者之測定亦各不相同。據累諾 (Regnault) 氏測得爲 201.5; 勃立克司 (Brix) 氏測得爲 214; 得普累悉 (Deprez) 氏測得爲 208; 乍納 (G. Zeuner) 氏在各種溫度下測得之結果如下表:

溫度 (°C)	汽化潛熱	溫度 (°C)	汽化潛熱
0	236.50	60	227.63
10	238.81	70	220.62
20	240.58	80	213.09
30	245.51	90	206.03
40	253.29	100	199.12
50	233.79		

但楊格氏亦在各種溫度下測得結果如下表:

溫度 (°C)	汽壓 (公厘)	汽化潛熱 (卡)	溫度 (°C)	汽壓 (公厘)	汽化潛熱 (卡)
0	12.24	220.9	120	—	184.2
10	23.77	221.2	130	4,320.00	177.6
20	44.00	220.6	140	5,666.00	171.1
30	78.06	220.1	150	7,326.00	164.7
40	—	218.7	160	9,366.00	156.9
50	—	216.0	170	11,856.40	148.4
60	—	213.4	180	14,763.00	139.2
70	—	209.9	190	18,178.00	128.4
80	—	206.4	200	22,164.00	116.6
90	1,194.00	201.6	220	32,097.00	88.2
100	—	197.1	243.1	47,850.00	0
110	2,336.00	190.3			

下表為酒精與水各種之混合比例，測得酒精與水之汽化潛熱，及自0°C或12°C上升至沸騰時所須熱量也。

混合比例		沸騰點 (°C)	汽化潛熱			自0°C至沸點須 用熱量(卡)			自12°C至 沸點須用 熱量(卡) 酒精	自12°C至 汽化須用 總熱量 (卡)
酒精 (重量%)	水 (重量%)		酒精 (卡)	水 (卡)	混合 液 (卡)	酒精	水	混合 液		
100	0	73	214.5	—	—	50.82	—	—	44.73	259.2
95	5	78.33	214.3	551.6	231.1	59.6	78.33	51.98	45.02	276.1
90	10	78.66	214	551.3	247.7	50.88	78.66	53.65	46.42	294.1
85	15	79	213.3	551	264.4	51.33	79	53.55	48.06	312.4
80	20	79.5	213.4	550.9	280.7	51.73	79.5	57.28	49.52	330.2
75	25	79.8	213.1	550.7	297.5	51.96	79.8	58.91	50.59	348.10
70	30	80.1	213	550.6	314.3	52	80.1	59.43	51.14	365.4
65	35	80.6	212.6	550.3	330.8	52.51	80.6	62.04	53.49	384.3
60	40	81	212.3	550	347.4	52.89	81	64.12	56.30	402.7
55	45	81.4	212	549.5	363.8	53.19	81.4	65.78	56.75	420.5
50	50	81.9	211.6	549.1	380.3	53.59	81.9	67.49	53.14	438.4
45	55	82.5	211.3	548.3	396.9	54.91	82.5	69.65	60.03	456.9
40	60	83	210.9	548.5	413.5	54.37	83	71.54	61.96	475.4
35	65	83.8	210.3	547.8	429.6	55.06	83.8	73.74	63.60	493.2
30	70	84.7	209.7	547.5	446.1	55.58	84.7	75.96	65.55	511.6
25	75	85.6	209.1	546.6	462.2	56.20	85.6	78.25	67.58	529.8
20	80	87	208.1	545.7	478.1	57.83	87	81.16	70.22	548.3
15	85	88.5	207.1	544.9	494.1	59.00	88.5	84.07	72.87	566.9
10	90	91.3	205.1	542.3	508.8	60.90	91.3	88.26	78.83	585.6
5	95	95.1	201.1	540	523.1	63.90	95.1	93.53	81.81	604.9
0	100	100	—	537	—	—	100	—	—	625.0

據各學者研究，可以證明酒精與水混合比例之不同，其汽化潛熱，亦各異；但為計算便利計，大都使用酒精為 205 卡，水為 544 卡，而混合液之比熱則仍用 1。

### 第五項 蒸餾塔之發明

(1) 通論 觀察表 10 可知酒精水溶液之酒精量愈高，則不論其汽化或升高溫度，所需熱量則愈少。故酒精之蒸餾，可利用此點以設計一種特別之機械，以最經濟方法蒸餾得高度之酒精。如圖 45 係一理想之蒸餾器，以多數之蒸餾鍋 (A, B, C, D, ……) 連接而成。每鍋之底部，有加熱用之多孔蛇管 (a, b, c, d, ……)。除 a 蛇管與熱源 (如水蒸汽) 連接外，其餘如 b, c, d, …… 則與前一個蒸餾鍋之蒸汽導出口相接，並於每鍋之底置 O, P, Q, R, S, …… 等管；除 A 鍋之 O 管可放液體至外部外，其餘如 P, Q, R, S, …… 等則司導液體至前一個蒸餾鍋。如圖，每管均附有活門，以管理液體之流速。在蒸餾開始之前，假設 A 鍋中裝入已達沸點  $95^{\circ}\text{C}$  之 5% 酒精溶液，B 鍋中裝入已達沸點  $83.5^{\circ}\text{C}$  之 36% 酒精溶液；C 鍋中裝入已達沸點  $79.9^{\circ}\text{C}$  之 73% 酒精溶液 (如圖)。然後以  $100^{\circ}\text{C}$  之水蒸汽通入 a 蛇管，當此時 A 鍋中之溫度只  $95^{\circ}\text{C}$ ，而  $100^{\circ}\text{C}$  之水蒸汽遂凝結為水，發生之熱量，適可汽化 A 鍋中酒精液為汽體，此汽體中之酒精成分當為 36%；此汽體又導入 b 蛇管，而 B 鍋中溫度更低於 A，故 36% 之酒精汽體又凝結為液體，所生熱量則又汽化其液體而為 73% 酒精汽，如此逐漸推進。鍋中之液體，因其中所含酒精汽化之故，其中之酒精

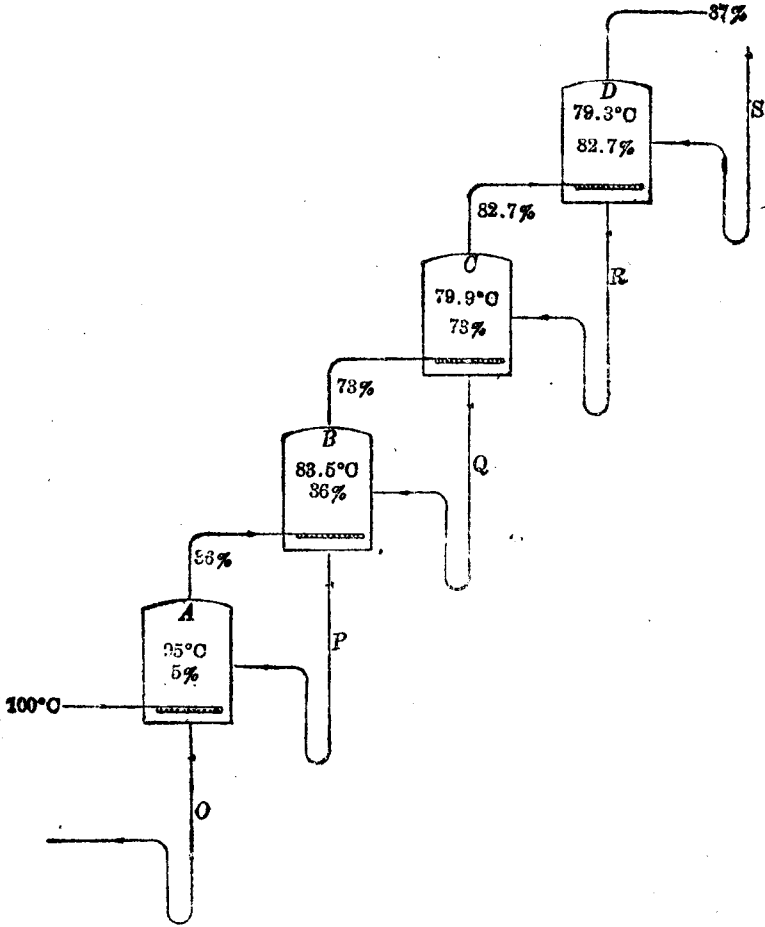


圖 45. 理想之蒸餾機



量，較原來減低；酒精量減低，沸點之溫度因而加高、最後必至與前一鍋溫度相同，則此時前鍋導來之汽體，已不能凝結，亦即無熱量以汽化鍋中之液體；換言之：汽體中之酒精量不能增多，該鍋之效力全失。故各鍋中酒精含量，必須保持一定之差數，亦即各鍋中之溫度，必須保持一定之差數，故於鍋底之 O, P, Q, R, S……等導管，以導後鍋之酒精溶液至前鍋，以調節其酒精濃度。至於其熱量，則依照表 10，可知水之汽化潛熱 (537) 高於酒精 (214.5)；倘機械之熱量損失甚少，則僅由第一鍋通入蒸汽，此蒸汽推進至最後一鍋，已足蒸成最高度之酒精，而無須另加熱量，誠所謂最經濟之蒸餾方法也。

依據上述原理，可以製成一種蒸餾塔，以供蒸餾酒精之用。其最初製成者如圖 46，塔為圓桶形，中隔以多數多孔板 a, b, c, ………。分塔為 A, B, C, ………等室，每室有溢出管 F, G, H, ………。於每溢出管之底，有 f, g, h……等之杯；杯中滿儲液體，用以封閉溢出管之口。當蒸餾工作時，上部凝結之液體，一面因多孔板之孔甚小，難於下流，一面因下部有相當之蒸汽壓力，故液體儲積在板上，至高於溢出管時，由溢出管下流至次一室。如此每室之多孔板上，均儲

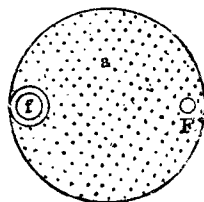
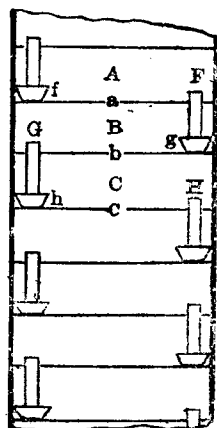


圖 46. 蒸餾塔

有相當高之液體一層。下部加熱使蒸汽上升，經多孔板之小孔與板面之液體，再至上級之多孔板；如此每經一次之多孔板，即等於圖 45 之經過一鍋，其理相同，其效力亦相等，惟製造費較省多多耳。1832年科腓 (Coffey) 氏創造塔式之蒸餾機，即應用此理。

(2) 科腓蒸餾機 前述各種蒸餾機，酒醪之汽化，多在鍋中進行，

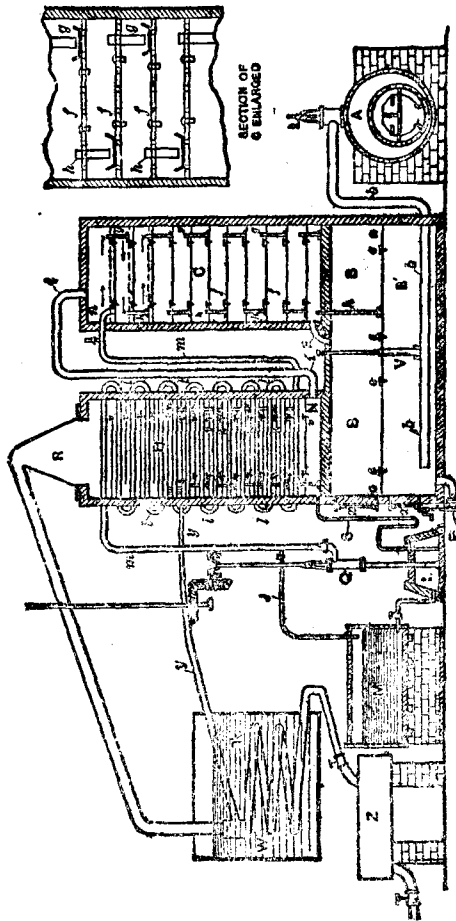


圖 47. 科腓蒸餾機

自蒸餾塔發明後，酒醪之汽化，可在蒸餾塔進行之，如此可連續蒸餾，而無間斷之煩。科勝蒸餾機，即利用蒸餾塔以汽化酒醪中之酒精，及蒸濃汽化所得之酒精也。圖47為科勝蒸餾機之剖圖。圖中H為蒸濃酒精用之蒸餾塔，C為汽化酒醪中酒精之蒸餾塔，兩塔並立於一室上；此室用a之隔板分為B與B'兩室。a板上鑿有小孔，有V之溢出管；管有一活門，可於室外開閉之。板上並有四個e之安全門，B'室底部有b之多孔水蒸汽管，由A汽鍋中導水蒸汽以加熱。兩室均有x之玻璃管，以觀察內部之儲液。C塔有銅製之多孔板十一，分塔為十二室；各板各具h之溢出管，g之杯。f之安全門。塔底則亦有h溢出管而流至B室。頂有i管導蒸汽至H塔。H塔下部有同樣之隔板K十級，上部具鑿有大孔W之v隔板五級。在各隔板之間，有Z形管l，自塔頂曲折而下至塔底，再灣曲向上而至C塔之頂。此機之操作情形，先將酒醪放入M槽，下部活門啓開，使流入L槽，開動Q唧筒，關閉J管，使酒醪打入Z形管及至n處，即開J管，使酒醪仍打至M槽。開放b管水蒸汽，先至B'室繼至B室，經F管，至C塔，經i管而至H塔。此時Z形管中酒醪，為蒸汽加熱至相當溫度時，關閉J管，酒醪陸續打至C塔，遇蒸汽，酒精汽化經i管至H塔而蒸濃。酒醪則依箭路逐級下降至B及B'。在x玻管中視察，倘醪液太多則閉V管，開E活門而放出。當酒精蒸汽在H塔，在每級隔板逐漸蒸濃，至最高一級之K板上已可得濃度甚高之酒精。酒精蒸汽因v之隔板灣曲向上，遇Z形管之冷醪，凝結為液體而下降，經y管至T蛇管；不凝結之酒精汽體，經R管亦至T蛇管。因外部有W之水槽冷卻為液體酒精儲於Z箱中。H塔中所餘之水及少量之酒精，集於塔底，由S之U

管流入L槽，以便重蒸。f及c乃安全門，當蒸汽壓力過高，小孔中不能盡量通過，則安全門自動開放，蒸汽由安全門逸出，當蒸汽壓減少，安全門復自動關閉，故為調節壓力之活門也。

科腓氏蒸餾機現在採用者甚少，但近代改良蒸餾機，莫不以此為雛模也。

(3) 石球蒸餾塔 多孔板之蒸餾塔，既可得較優之成績，故一時使用者甚多。但多孔板孔之大小，關係頗大，過小則蒸汽不能暢行，過大則液體由孔下流。且因酒醪酸性，多孔板極易腐蝕，以致孔眼變大，不合使用，全體更換，損失甚巨。嗣後遂將多孔板之眼子加大，級板減少，在各級板之間，實以小石球，藉以增加汽體與液體之接觸面，如此可以減低製造費，而得同等之效力，圖48即為其構造之大概也。

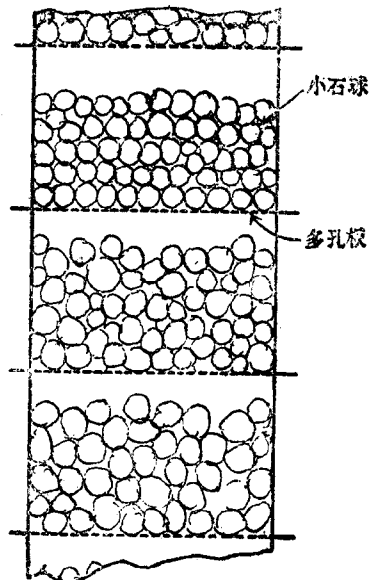


圖 48. 石球蒸餾塔

(4) 巴培 (Barbet) 氏蒸餾塔 巴培氏蒸餾塔即塔中裝置巴培氏蒸餾板也。此種蒸餾板，設計優良，為近代所最廣用者。此蒸餾板因需要之不同，其形式略異。舊式級板，於蒸餾停止時，液體可盡行降落至底部，蒸餾重行開始時，操作非常煩難；且於管理不當之時，蒸汽與液體並不接觸，以至蒸餾效力減低。巴培氏蒸餾板，則可免此等弊病也。

巴培氏蒸餾板之所以與其他不同者，即板上有裝有巴培氏蒸餾帽是也。巴培氏蒸餾帽最通用者有圖49.50.51.52.四種，其裝置方法如圖53，下部之蒸汽先經帽中a管，再經帽之內部b，因壓力之關係，

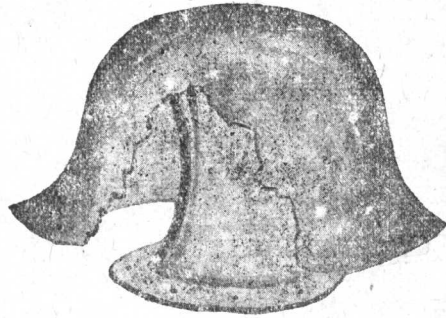


圖 49. 巴培氏蒸餾帽

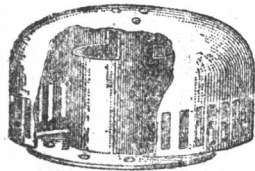


圖 50. 巴培氏蒸餾帽

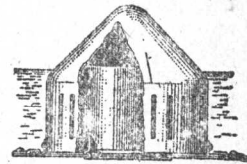


圖 51. 巴培氏蒸餾帽

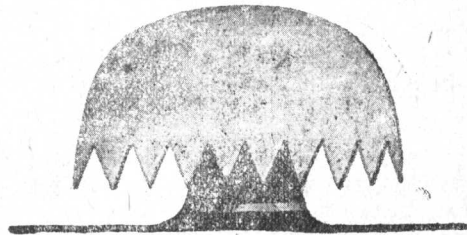


圖 52. 巴培氏蒸餾帽

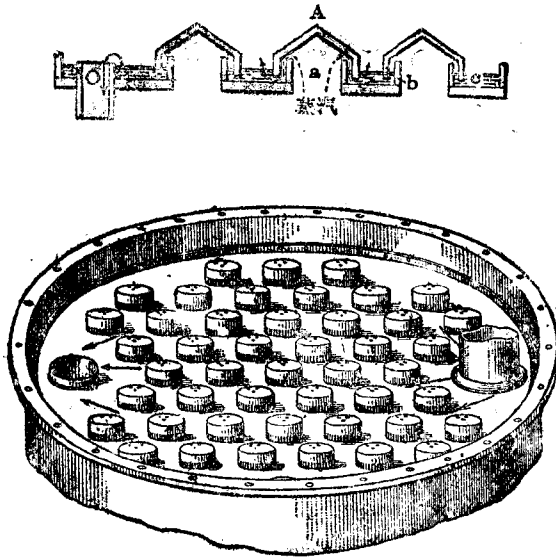


圖 53. 巴培氏蒸餾帽裝置方法

排出帽內之液體至帽齒 c，遂成泡沫，經液體而上昇。凝結之液體，因帽中之 a 管高出板面甚多，液體無從由 a 管下流，液體集至相當高度，則由級板之一邊之 o 溢出管溢出，而流至次一級。如此裝置，板面可永保一定高度之液體，亦即蒸汽與液體有相當時間及面積之接觸，使液體中酒精充分揮發。

四種巴培氏蒸餾帽，形式略同，所不同者，即帽齒而已矣。圖49為無帽齒者，即不能分割汽體而成細小泡沫，接觸面積當然較小，惟用於蒸餾含有纖維酒醪之蒸餾塔中，最為合宜，因不致因纖維之堵塞而致蒸汽不

能通入。圖50，帽邊開設若干小縫，使蒸汽分離如小泡沫，接觸面積增加，效力較大。圖51，因防止濃酒醪之堵塞縫口，而改造更小之裂縫，使渣滓不能侵入縫口；帽頂作圓錐形，渣滓不能停留其上。圖52之帽齒作鋸齒形，蒸汽亦可同等之分割，且於蒸汽量增加一倍時，帽內之液體，無須增加排出縫一倍之高度，蒸汽方能完全洩出，緣鋸齒之面積與高為平方之正比例。換言之即僅須增加蒸餾帽內之液體至 $\sqrt{2}$ ×原來排出縫之高（自齒上尖端至液面）時，已足夠一倍蒸汽通過，故塔中壓力因此無甚變化，而易於調節也。

巴培氏曾試驗其所發明蒸餾板之效力。在蒸濃酒精精餾塔之各級，附設小活門，以備採取試樣。據其試驗結果：最下兩級，因與蒸汽之進入管甚近，結果不能準確，三級以上之試驗成績與理論上應得者，列表比較如下：

精餾塔級板數	試驗結果酒精%	理論酒精%
2	14.4	—
3	19.1	—
4	60.2	65.60
5	77.4	78.24
7	87.9	89.10
11	93.3	93.90
17	95.5	—

(5) 菩姆 (Bohm) 氏蒸餾機 菩姆氏蒸餾機，實為使用蒸餾帽之鼻祖，其設計之方式，亦為現代新式蒸餾機之雛模，圖54即其組織之大

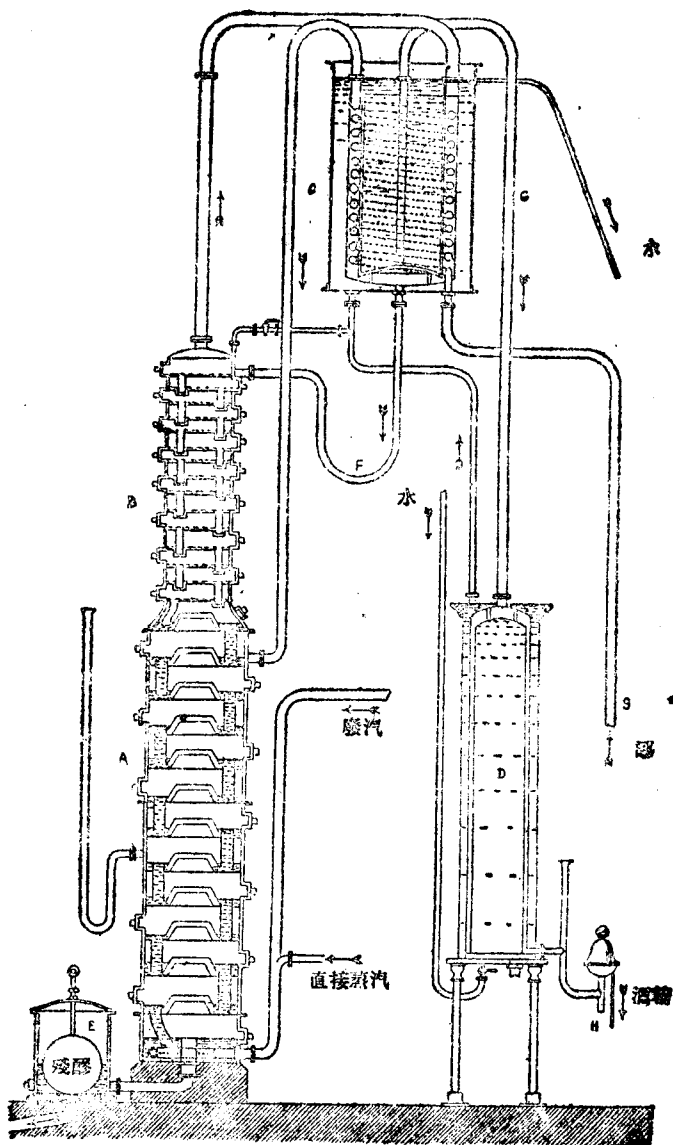


圖 54. 普姆氏蒸餾機



概也。該蒸餾機可略分為四部：(1)蒸餾塔A；(2)濃縮或精餾塔B；(3)預熱器C；(4)冷卻器D是也。酒醪自S管進入而往預熱器之蛇管中，蛇管之外有來自精餾塔之熱酒精汽體迴繞，使酒醪預熱，而一部分之淡酒精凝結。酒醪通過蛇管後，乃進入於蒸餾塔之上部，漸次自各級下落而與上昇之蒸汽相遇，使醪中酒精完全揮發。最後無酒精之廢醪，自廢液調節器E自動排出。上昇之酒精汽進入精餾塔B中，而預熱器C被蛇管中冷酒醪及外部之冷水所凝結之一部分淡酒精，還流入精餾塔中，與酒精汽共同逐級蒸濃。濃酒精汽又通過預熱器，濃度愈高，然後自G管進入冷卻器D，冷卻為液體，自H流出。C中使用之冷水，先經冷卻器D而入C，再由C頂部之熱水管放出。此種蒸餾機，用於小規模之工業用酒精工廠，頗為合宜。

(6)伊爾吉 (Ilge) 氏蒸餾塔 有一部份之酒精工廠，因特殊情

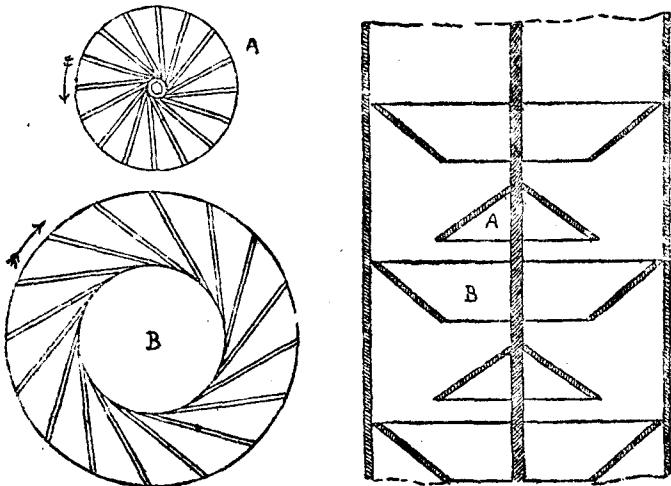


圖 55. 伊爾吉氏蒸餾塔

形，使用濃醪發酵，在蒸餾時，因酒醪太濃，蒸餾塔易於堵塞，故伊爾吉氏發明一種特別之蒸餾塔以蒸餾之。圖55即為內部構造之剖圖。A，B為兩種特殊之蒸餾板：A為圓錐體，外有突起排列如圖之筋條(ribs)；B為無底盆狀體，內面有如圖排列之筋條，兩者方向相反，故酒醪自上下落時，因A，B兩種板之關係，使醪液左右往返旋轉，與自下上昇之蒸汽充分接觸，而揮發酒醪中之酒精。

(6)岐勞謨(Gillaume)氏傾斜蒸餾塔 岐勞謨氏傾斜蒸餾塔適於濃醪之蒸餾，塔為長方箱形(圖56)裝置於傾斜之鐵架上，箱可分為上下兩部，用螺絲連接，倘有堵塞情形，可拆開掃除。上下兩部均裝置多數(12--16)之隔板，上部板邊作齒形，用以分割蒸汽，下部隔板，於左右兩端相間開一口，使酒醪彎曲繞流而下。兩種隔板互相交插，下端吹入之蒸汽，成波形而充分穿過酒醪，使酒醪中酒精完全揮發。

(8)蒸餾機之普通條件 普通蒸餾機之必要條件，不外乎下列數端：

1. 將酒醪在極大面積上展成薄層與蒸汽充分接觸，使酒醪中之酒精揮發。
2. 自酒醪中得來之酒精，利用索累爾氏試驗結果之原理，使酒精濃度增高。
3. 利用水與酒精沸點之不同，先經溫度較高之冷却器，使水份凝結，而增酒精之濃度。
4. 利用酒精汽之熱量，以加熱冷酒醪，藉以節省燃料。
5. 用冷水完全冷却酒精汽，使其凝結為液體。

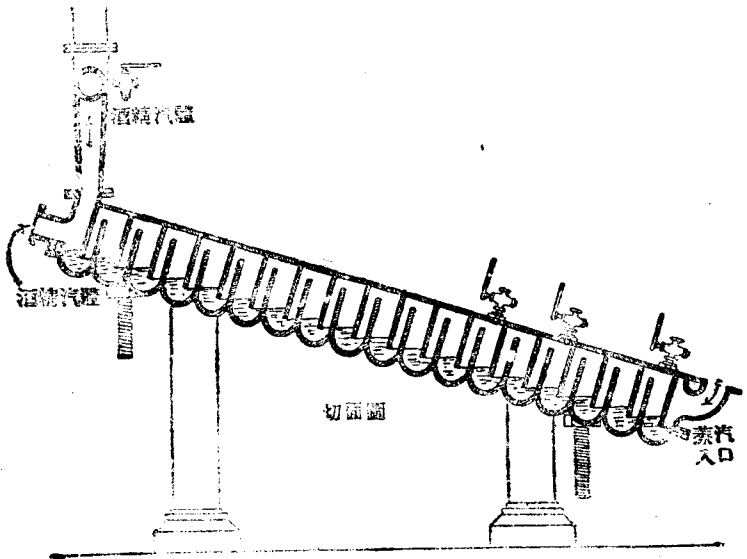
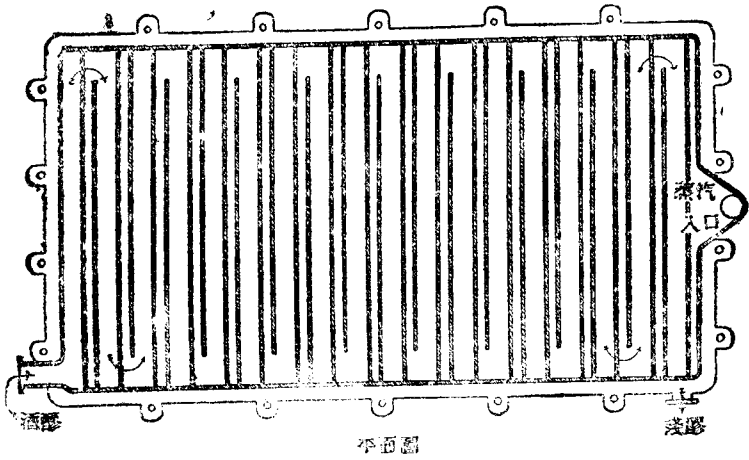


图 56. 岐勞謨氏傾斜蒸餾塔



體中之量之比值(名之爲 $K'$ )。所得之結果於圖57中表示之：

今就該圖與表 8 以說明之；假定當時之酒精溶液含酒量爲30% (容  
量)，溶液中所含之戊醇可用下列方法以表示之：

觀圖57, 30%之直線與戊醇之曲線相交於 $K'3$  之橫線上, 可知當溶  
液沸騰時, 戊醇之揮發於蒸汽中有3倍之多; 又觀表(106頁之表)可知  
30%之酒精溶液, 酒精揮發於蒸汽中有 2.4 倍之多, 亦即

$$\frac{K'}{K} = \frac{3}{2.4} > 1$$

即所謂戊醇大多集於汽體中；倘酒精溶液之酒精含量爲43% (容  
量), 則沸騰時戊醇之  $K' = 1.7$  (觀圖57) 酒精之  $K = 1.7$  (106頁) 則

$$\frac{K'}{K} = \frac{1.7}{1.7} = 1$$

即當時戊醇與酒精之揮發相等亦即酒精溶液中所有戊醇之百分率  
與汽體中所含者相等。倘酒精溶液之酒精含量高至70% (容量), 則沸騰  
時, 戊醇之  $K' = 0.54$  (觀圖57) 酒精之  $K = 1.17$  (106頁), 則

$$\frac{K'}{K} = \frac{0.54}{1.17} < 1$$

即當時戊醇揮發量較酒精爲低, 亦即戊醇常含於液體中而難於揮  
發也。

綜觀上說: 則可知在酒精容量 43% 以下, 則戊醇極易化汽; 在43%  
以上, 則戊醇漸難揮發、常留於液體中。酒精成分愈多, 揮發愈難, 甚至  
幾不能揮發。倘能於酒精43%時, 設法使所含戊醇取出, 然後再行蒸濃,

則所得成品，戊醇含量可至全無。

更以甲酸乙酯 (ethyl formate) 說明之，在酒精含量65%(容量)時  $K' = 9.5$  (見圖57)  $K = 1.23$  (106頁)則

$$\frac{K'}{K} = \frac{9.5}{1.23} > 1$$

故甲酸乙酯在蒸汽中，倘酒精含量達90%(容量)時  $K' = 6$  (見圖57)  $K = 1.02$  (106頁)則

$$\frac{K'}{K} = \frac{6}{1.02} > 1$$

故甲酸乙酯仍在蒸汽中，即可知甲酸乙酯在酒精水溶液中，雖濃度之增加仍常在蒸汽中；故欲除去甲酸乙酯，須在酒精蒸濃時，最後之蒸汽中分出之。

(2) 精餾塔 精餾塔乃依上述試驗結果，用合理之結構而製成，可以除去酒精中之不純物。精餾塔之構造，普通多以巴培氏級板，裝置於圓柱中；其級數之多寡，依需要而定，普通自47—58級。如圖58，底部安裝水蒸汽蛇管，用以加熱酒精溶液，使其揮發。自蒸餾塔得來之淡酒精汽或液體，在精餾塔下半部，自底部向上第12—13級板處(見圖a)加入。淡酒精汽逐級濃縮；倘為液體，則因下部蛇管發生之熱量揮發為汽，亦逐級上昇，及至塔頂b處用管導至凝縮器凝結為液體，復用管導回至塔頂c處加入塔中；如此連續蒸餾，塔頂處之濃酒精當可達97%而塔頂以下5—6級處，亦可在96%以上。故可於d處接一出口，導純酒精而出。倘調節得當，加入者與取出之酒精量相等。則逐級可保持一

定不同之酒精濃度，塔底適為 0% 之酒精溶液，而塔頂則為 97% 之酒精溶液。因各級酒精成分不同，所含副產物亦各異；故可在相當級板間，設 A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, 等出口，將副產物之 K' 與酒精之 K 兩者相比等於 1 之酒精溶液流出，以分離酒精以外之副產物。副產物常存在蒸汽中者，當存於塔頂 b 出口之蒸汽中，亦可設法於此蒸汽中將此副產物分離之。

(3) 雜醇油之分離 雜醇油中以戊醇為最多，故戊醇可代表雜醇油之性質。且酒精發酵醪中，雜醇油常居純酒精之 0.5%，故分離雜醇油，可使成品優良，並生產一種有價值之副產品。分離之法，可於精溜時取出 40—46% (容量) 之酒精溶液，(因此種酒精溶液含最多之

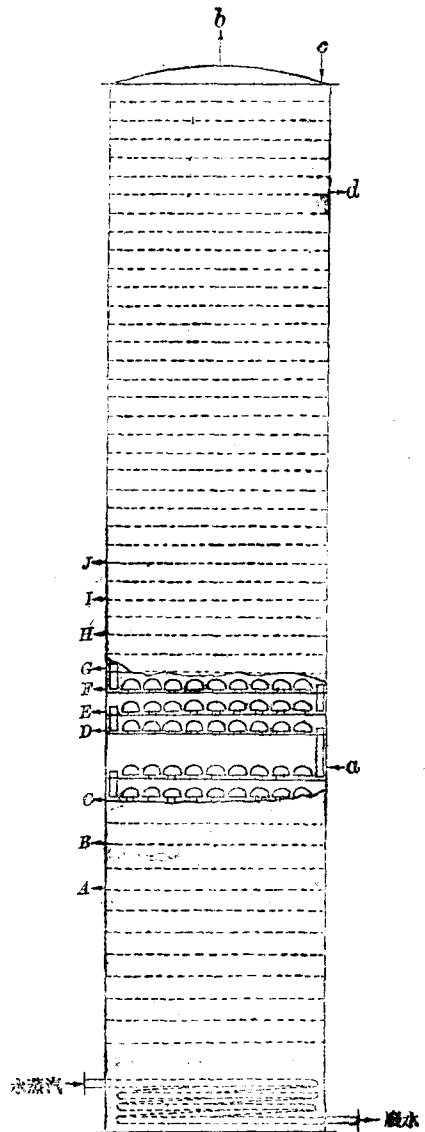


圖 58. 精餾塔

雜醇油)，此時雜醇油溶於酒精溶液中，倘加清水於其中，則此溶液之酒精含量減低，雜醇油大部份可以分出，浮於液面，可用機械方法以分離之。被沖稀之酒精溶液，亦含有相當之雜醇油及多量之酒精，可再通入精餾塔最下第 8—9 級處，以便重蒸。

雜醇油以外如乙酸異戊酯 (isoamyl acetate) 及異戊酸異戊酯 (isomyl isovalerate) 當酒精為 60—70% 水溶液時，K' 及 K 相差無幾，故可於此種濃度之酒精溶液取得之。然此等不純物在發酵酒醪中含量甚少，故一般蒸餾機亦將此種濃度之酒精，抽出若干混入雜醇油分離器，其目的不過使所得純酒精更為優良而已。

(4) Pasteurization Pasteurization 者即除去酒精中易揮發之物質，如酯類與醛類等之手續也。酒精發酵時生成酯類及醛類等易揮發物質，在精餾時均集於塔頂之蒸汽中，故欲得純良之酒精，非用 Pasteurization 之方法不可。Pasteurization 所用機械如圖 59，A 為精餾塔之頂部，當酒精在精餾塔中濃縮至頂部，酒精濃度已及 96% 以上，其中含有少許揮發之酯類與醛類。酒精汽由塔頂之 a 導管通至 B 凝縮器，亦稱返流凝縮器 (reflux condenser)，大部份之酒精凝成液體，由 b 管流回 A 塔之頂；未凝之汽其中含有相當之揮發性物質，由 b' 管導至凝縮器 C 完全凝結，不能凝結之醛類，則由 c' 管放入空氣中。凝結之液體，視揮發性物質含量而決定，由 d 管放出為酒頭之成品，或一部份放出而一部份仍由 c 管回至 A 塔而重蒸焉。倘蒸餾機有提淨塔之設備，則所出酒頭仍可回至提淨塔，再行提淨。A 塔中因在將及塔頂各級之溫度常相同，故級板上有沸騰之液體；若以同溫度之酒精汽通過



之，則此汽能使更易揮發之成分汽化，且給與液體以較難揮發之成分（即酒精）；故較易揮發物質常在頂部之汽體中，而純酒精則集於液中，及至相當高度由溢尿管向下級而流。至相當時間，則塔頂最高五、六級之級板上，均為純良之酒精。可於塔頂以下第4，5級板處設導管 *e*，導純酒精而出，即為製品。

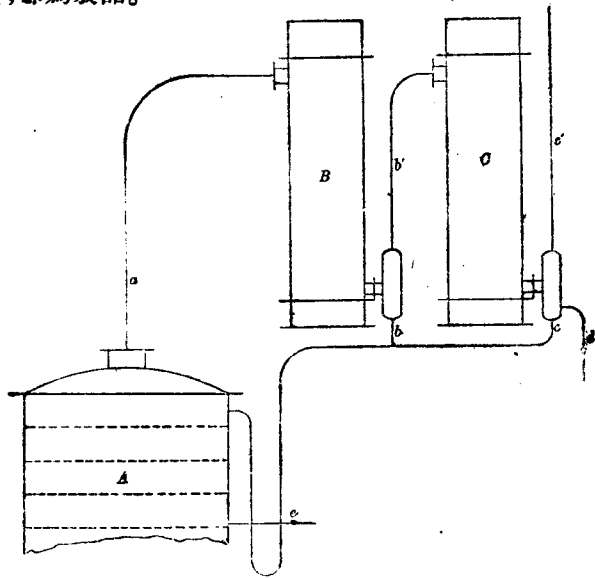


圖 59. 酒精除去揮發點較低物質之情形

(5) 提淨 (purifying) 酒精發酵時，生成之易揮發物質，如酯類、醛類及醋酸等物，用 Pasteurization 方法除去後，尚有少量留在製品中。若將淡酒精加以低溫，使易揮發物質先行揮發而成酒頭，然後再行精餾，所得製品，較未經提淨者為優。提淨手續或行於酒醪蒸餾之前，或將酒醪蒸餾所得淡酒精汽凝結後，再行提淨。前者使用水蒸汽較省，而後者所得製品更覺優良。至所用機械有特製之提淨設計，專供提淨之

用。

(6)提淨塔 提淨塔之構造與蒸餾塔相差無多，內部亦係裝置巴培氏級板，所不同者級板之數量，級板之距離，及加入口與放出口之地位，與夫加入之水蒸汽，各不相同耳。圖60爲一般之提淨塔。塔分上下兩部；下部專供提淨之用，酒醪或酒醪中蒸出之淡酒精（50%以下），自 a 口源源加入，逐級次第而下流，級板之數自10—13，每級之距離，酒醪所用者與淡酒精所用者不同，甚至各種酒醪亦有不同，大約12"至15"。塔底之有孔蛇管，使水蒸汽源源通入，所須之水蒸汽適足以完全揮發較易揮發之物質，淡酒精或酒醪與汽體逐級相遇，較易揮發物質均成蒸汽而達於上部，不揮發之液體，則自底部 b 之出口流出，而至精溜塔。上部亦爲巴培氏級板所組成，惟所提淨者，均爲低度之酒頭，故面積較下部爲小，且級板距離亦小，大約六英寸左右；塔中級數爲12—14，此部目的僅使下部所得之汽體使之濃縮，而成高度之酒頭（大約94%左右可爲商品）。塔頂所得之酒精汽，導至一個或二個之凝縮器凝結之。凝

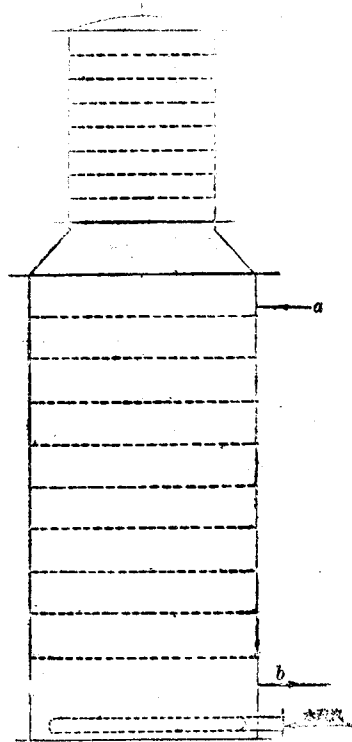


圖 60. 提淨塔

結之液體(即酒頭)成分高者,可以釀出為成品;成分低者可回至提淨塔之頂,以便重蒸。酒頭出產量依酒醱之種類,而稍有差異,大約與純酒為5與95之比。

第七項 蒸餾機之附屬機件

(1)水蒸汽調節器 因水蒸汽之送入蒸餾機,須有一定量,使蒸餾塔能保持一定溫度。水蒸汽吹入之多少,依汽壓之大小而定,且與蒸餾塔中之汽壓成正比例。故可利用此點,製成一種水蒸汽調節器,如圖61

其構造有上下二室 Z, Z', 用一中心管 K 連接之, 此管插入 Z 室之底。兩室之距離, 可自由更改。Z 室與大氣不相連通, 而 Z' 室則與大氣連通。Z 室有 W 管, 則連接於蒸餾塔或精餾塔之適當級板間, 即該級板間之壓力適等於兩水面距離 H 高之水壓力。當水蒸汽加入太多, 塔中汽壓因而增高, 塔中汽壓增高, 則 H 之距離亦連帶增高, 此時 Z 中之水因壓力加大, 被壓而至 Z' 室。Z' 室有 X 之浮筒, 因水量增加, 水面因而加高, 浮筒遂上昇。X 與 T 槓桿相接, 因 O 之

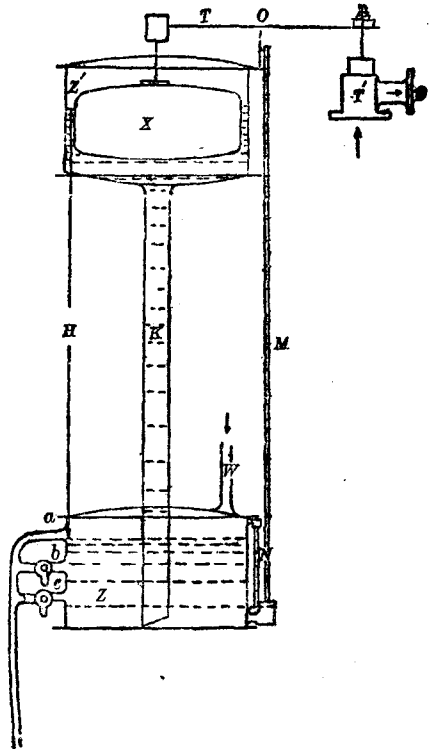


圖 61. 水蒸汽調節器

支點，T桿可以關閉其T'汽門，使水蒸汽由S而達蒸餾塔或精餾塔之量減少。倘塔中汽壓減低，仍復原位。當塔中壓力過低時，T'之汽門亦可增大。Z室既與蒸餾塔或精餾塔相通，則塔中之蒸汽當然亦可至Z室，已至Z室之蒸汽，遇冷不免凝結，故Z室中之水面有增高之可能，亦即H之距離有減小之可能。故欲保持塔中一定之壓力，即須保持H為一定之距離；通常於Z室設溢出管a，用U形管與塔之任何部（只須該處之地位低於調節器）相連，使Z室中多餘之液體下流至塔中。且a於溢出管之下設b，c，等連通管，各設活門。倘此等管開放，則Z室中之液面改低，亦即H之距離加長，可使塔中之汽壓加高。Z室旁設有N，M兩種玻璃管，以檢Z與Z'室之水面。

(2) 成品放出器 此器之構造，如圖62。因蒸餾機之調節，首在均

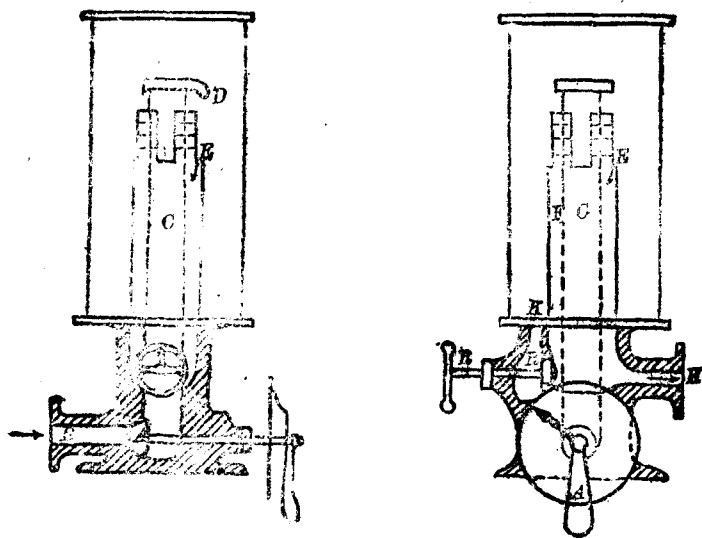


圖 62. 成 品 放 出 器

勻；即加入的醪之含酒量，須與成品之放出量相等。故成品之放出，須用調節器，以司其產量。圖中活門A為司成品放出之多少。成品自B管經A門而至C管，再自D口流至E室。E室外壁為玻璃製造，以便視察。成品備滿E室，則由F管之裂縫中流入F管，經H口至儲存槽。F管上之裂縫有一定之大小，倘成品之產量多，則E室之液面高，反之則液面減低。視F管上之刻度，可知每一時間成品之產量，且於C管中可放置酒精計，以測定成品之成分也。E室之底有K之空路，用R之活門關閉之。倘開放時，E中之酒精，可盡由K及R流至H管。

(3) 酒醪調節器 圖63為酒醪調節器。其主要之構造、為A之浮筒活門。此器裝置於酒醪儲槽與加醪活門之間。因儲槽中之酒醪不能保持一定高度，因此加醪活門經過之酒醪不能均勻，故用此調節器以管理酒醪成一定之高度，而後加入酒醪有一定之速度。

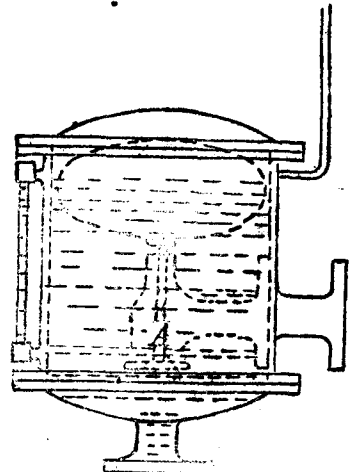


圖 63. 酒醪調節器

#### 第八項 現代新式蒸餾機

現代新式蒸餾機，幾完全利用巴培氏蒸餾板而製成。視酒醪所用之原料與能力之大小，應用之式樣與尺寸，各不相同。茲將現代應用之各式蒸餾機略述於下：

(1) 小規模間斷式蒸餾機 圖64為小規模工廠及試驗室所常用之間斷式蒸餾機，亦為現代蒸餾機中之最小者。圖中A為蒸餾鍋，酒醪

先注入鍋中，然後開放蛇管中之水蒸汽加熱，使醪中酒精揮發為汽。

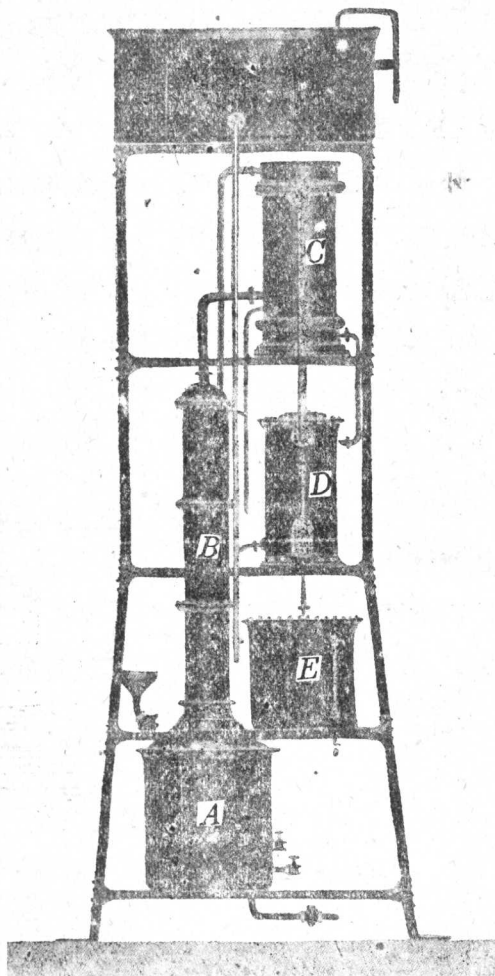


圖 64. 小規模間斷式蒸餾機

汽體上昇至B之精餾塔。該塔內裝置巴培氏蒸餾板 20—30 級，在蒸餾板上逐級濃縮，及至塔頂，汽體則通入反流凝縮器C，凝結汽體之一部。剩餘之濃酒精汽，通入D之冷却器，完全凝結為液體，經試驗器而儲於E槽。此第一次蒸餾所得酒精，平均約可得50%，但含有少許之不純物，稱曰「初餾酒」。故須行第二次之精餾。蒸餾鍋中之酒醪，俟酒精揮發完畢，則由底部放出，重加新酒醪，再行繼續蒸餾。至E槽中儲有相當量之初餾酒，然後再放入A鍋中，行第二次之精餾。最初餾出者，另外儲集，含有易揮發物質，乃為酒頭；其次餾出者為純良之酒精，酒精成分當在95%以上；最後餾出者成分較低，雜醇油混雜於其中，故亦須另外收集，以備加入下次精餾時重行精餾。至A鍋中之酒精完全揮發，則可停止精餾，放去殘液，再行第一次蒸餾。此種蒸餾機大者，日夜亦可出酒精400—1000公升。

(2)連續蒸餾機 圖65為使用岐勞謨氏傾斜塔為蒸餾塔之連續蒸餾機。酒醪先經過E之醪預熱器及V之視察玻璃管，而至傾斜塔A。水蒸汽則先經U之蒸汽調節器，而吹入A塔之下端。酒醪經蒸汽之加熱，其中揮發物汽化，剩餘之殘滓，用B之自動排滓器排出，並用C之殘滓試驗器試驗有無酒精之剩留。酒精汽導至提淨塔D之中部，逐級上昇，出頂之導管，而至E預熱器，以加熱酒醪；一部份凝結為液體，其餘汽至F凝縮器。用溫水冷却。凝結之液體和加熱器凝結之液體，同回至D塔。此處入口具有兩個，一在酒精汽入口之上，一在酒精汽入口之下。應當開放上面者，或下面者，則須視酒醪中之不純物而定。F中剩餘之酒精汽，富於低沸點如醋酸、酯及醛等物質，導至G凝縮器，使

充分冷卻，其不能凝結者則放入空氣中。所得液體有兩個導管。一至R冷卻器冷卻，而為「酒頭」之成品；一則仍回至D塔之頂部再行提淨。D塔中有兩種提淨方法：上半部為濃酒提淨，用A塔導來之酒精汽加熱提淨；下半部為稀酒提淨，另用直接水蒸汽以加熱提淨。已提淨之酒精溶液，在塔底用管導至H再餾塔，用間接水蒸汽加熱，使之充分汽化，殘餘廢液用U形管排出之，並用C'之試驗器以試驗有無酒精之遺留。H塔所生之蒸汽導至精餾塔I，在塔中逐漸蒸濃，塔頂所得之濃酒精汽，導至J與K兩凝縮器凝結之。倘所得液體已足需要之濃度，則導至最終精餾塔Q之中部；倘尚不足。則導J所生液體或J，K，兩個所生之液體回至I塔。K中未凝結之蒸汽，尚含有揮發性不純物，則於L中完全凝結，所得液體，亦導至D塔之頂再加提淨。導入Q塔之濃酒精，由塔底之間接水蒸汽蛇管，略為加熱，經最終之提淨，利用 Pasteurization 同一理由，除去揮發性不純物之後，由塔底流入R冷卻器而得製品。Q所生汽體，其中亦含有揮發性不純物，導至S，T之凝縮器凝為液體，亦流至D塔之頂，再行提淨。當D塔之上半部濃酒提淨與I塔下部之濃縮，均可得40—45%之酒精溶液。因酒醪中生成之雜醇油，多集於此溶液中，故於相當之級板間，設1,2,3,……7,8等導出管，導出最適當級板上之液體，先導至N器，分離若干淡酒精回至H塔後，導入雜醇油分離塔M之中部。M塔有間接水蒸汽蛇管，加熱使含有雜醇油之淡酒精濃縮。塔之中部設a,b,c,d,之雜醇油導出口。以導含有最多雜醇油之酒精溶液至雜醇油加水分離裝置O。經兩次之加水沖淡，則雜醇油與酒精溶液，大部分離，至W試驗鐘而成副產品。已沖淡之酒精，其中尚有少量雜



醇油及酒精，仍回至M塔之下半部，經蒸汽之加熱，酒精與雜醇油揮發上昇並濃縮。剩餘水份則用塔底U形管放出，雜醇油仍由 a, b, c, d, 等口導至O；酒精則上昇至塔頂，由管導至凝縮器P而凝結。所生液體分兩路流出，一路回至M塔以調節塔中之濃度，多餘之酒精由另一路回至I塔，以收回酒精。本裝置之設計，頗稱完備。

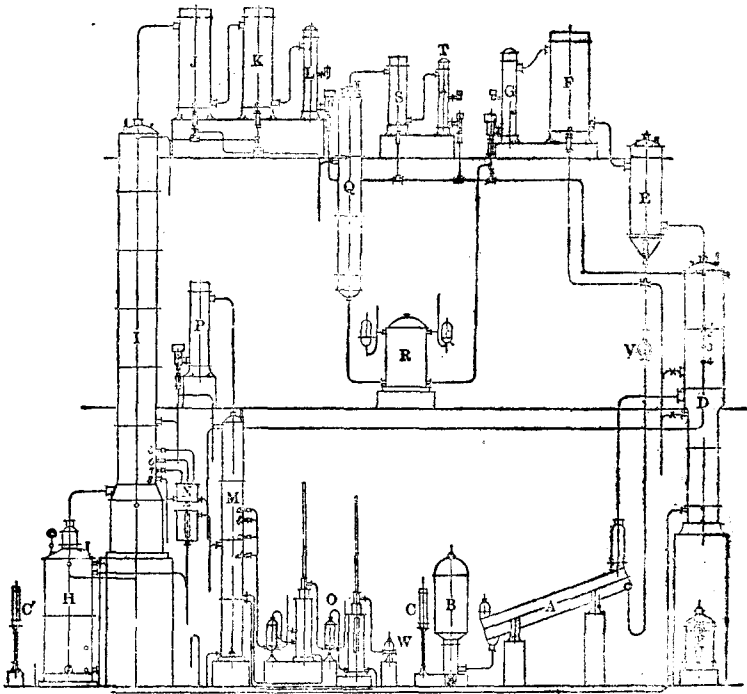


圖 65. 連續蒸餾機

圖 66 為濃醪連續蒸餾機，其蒸餾塔內應用巴培氏蒸餾板。圖中A為酒醪儲槽，由此流出之酒醪，先經B之調節器而入C之預熱器。加熱

後，經視察玻璃而入蒸餾塔D之頂部。塔底用直接水蒸汽加熱，使各級

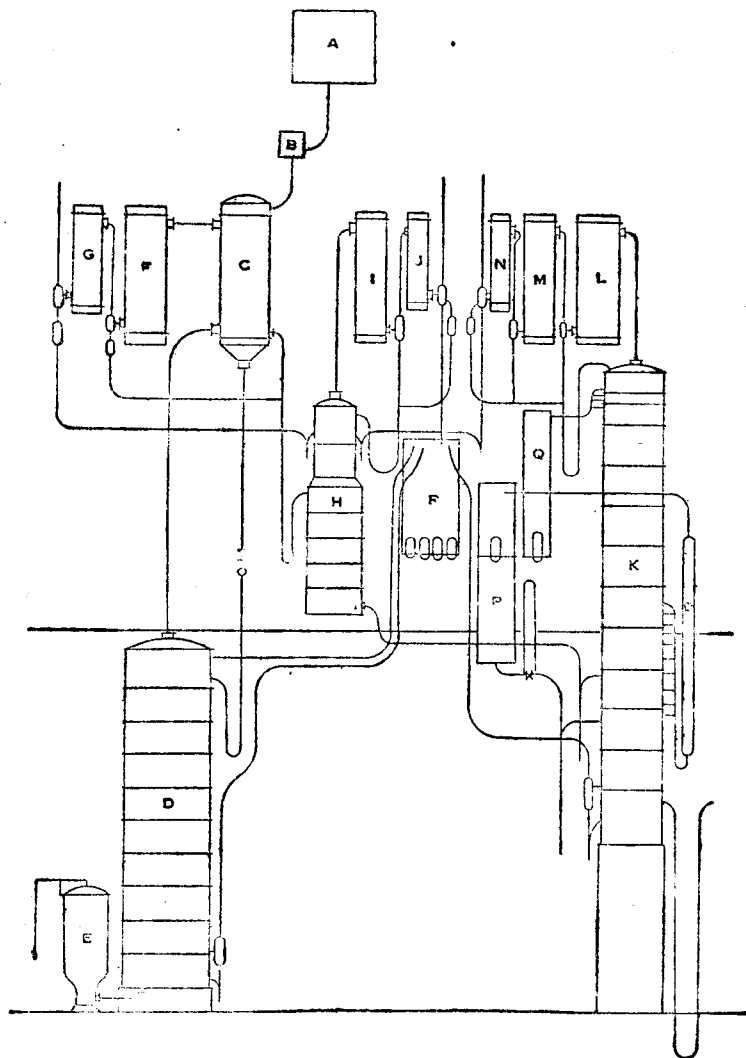


圖 66. 濃醇連續蒸餾機

上酒醪中之揮發物完全揮發。殘滓由E之自動排滓器排出。所得酒精汽一部分，因加熱預熱器中之酒醪而凝結；一部份則凝結於F, G兩個凝縮器。所得液體因成分之不同，分別入提淨塔H下半部之頂端及上半部之中部。H塔亦用直接水蒸汽加熱，使易揮發性物質集於H之上半部而濃縮，所得之蒸汽入I之凝縮器。易揮發物質較少者，在此凝結而流回H塔之頂部；富有易揮發物質者，則於凝縮器J中完全凝結。凝成之液體則流過R之冷却器，冷却而成爲酒頭之製品。H塔中較難揮發之酒精，水，雜醇油，則在塔底流入精餾塔K之下部。塔用間接水蒸汽加熱，使酒精與雜醇油完全揮發，所得蒸汽在塔中逐級濃縮，至塔頂可得極濃之酒精汽。然後導至L, M, N三個凝縮器，分別凝結。倘尚有易揮發性物之存在，則可於N中分離而流回H塔。其餘之液體，仍導回K塔之頂部。須要之酒精成品，於頂部以下3, 4, 5, 6, 等級板上取出，經Q之冷却器而成製品。所含之雜醇油則導出相當濃度之酒精溶液，先經O之加熱器，使其汽化以升高其位置，然後導氣體至P之雜醇油分離器，行冷却、加水分離等工作。雜醇油於另一管導出，剩餘之淡酒精仍回至K塔以收回酒精。R冷却器除酒頭之出口外，尚置試驗鐘三個，一個試驗蒸餾塔之殘滓，一個試驗精餾塔之殘液，一個試驗蒸餾塔所出汽體之成分，藉此管理蒸餾機之操作。此機爲上海化學藥品廠所設計及製造，構造精良，管理亦易，蒸餾之須要條件俱備，乃優良國產品也。

圖67爲德國金銀化學出品社設計及製造之酒精蒸餾機。酒醪由酒醪槽A流出，先至預熱器V以加熱，其須用之熱量，係由精餾塔所生酒精汽供給。酒醪預熱後至提淨塔P，塔分上下兩部，下部之底端用

由 T 塔底蛇管中餘剩之蒸汽與廢水以加熱之。酒醪則於頂端加入，使醪中之易揮發性物質，化為汽體至上部濃縮，濃縮之汽體入 Q 之凝縮器凝結。凝成之液體當含有多量之純酒，故仍回至 P 塔上部之頂。其未凝結

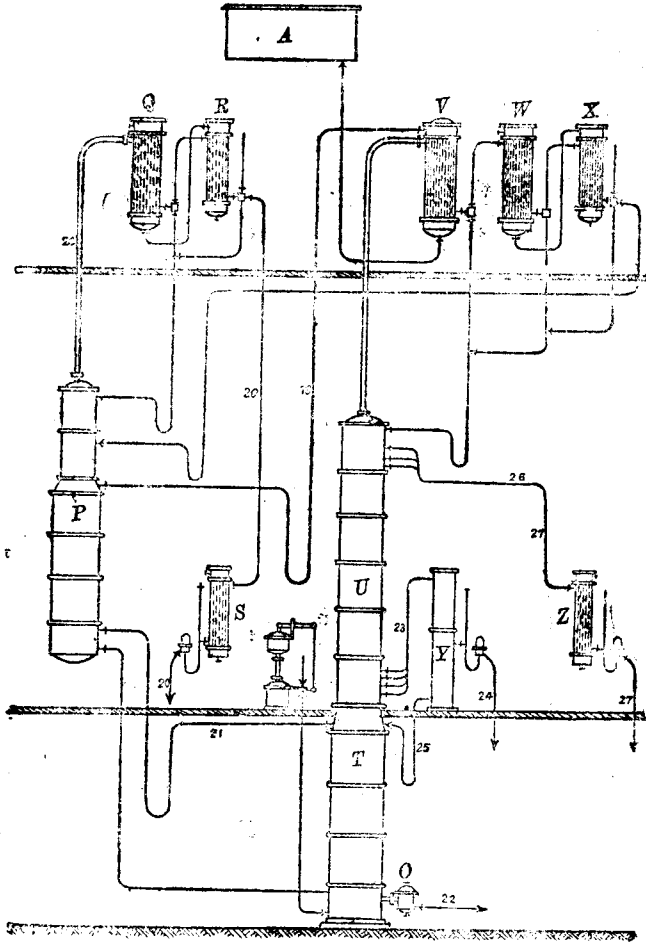


圖 67. 酒精蒸餾機(德國金銀化學出品社)

之汽體，則再至R凝縮器而完全凝結。所得液體，即為成品之酒頭，經S冷却器而出。P塔下部之酒醪，經提淨後自塔底流出，而至蒸餾塔T，酒醪由頂部加入，底部因蛇管中水蒸汽之熱量，使酒醪汽化，殘滓由O之排滓器排出。所生汽體，使醪中揮發物完全揮發至上部之U精餾塔，在各級板上逐級濃縮，至塔頂成為高度之酒精汽體。此汽先至預熱器V，然後至凝縮器W，兩者凝結之液體，均回至U塔頂，剩餘汽體再至凝縮器x而完全凝結。所得液體或尚含有少量易揮發性物質，故使其回至P塔上半部之中部以提淨之。純酒則於U塔頂端以下3,4,5等級板上取出，經Z之冷却器而成製品。雜醇油之分離於U塔底部抽取之。其處理方法與前圖略同。此種蒸餾機可省水蒸汽將及一半，但管理較難耳。

#### 第九項 蒸餾機之圖解

(1)一般蒸餾機 圖68為普通使用蒸餾鍋及精餾塔之一般蒸餾機，A為蒸餾鍋，酒醪在鍋中加熱汽化；B為精餾塔，酒精在此塔濃縮，C為凝縮器或謂去水器，即自精餾塔導來之酒精汽，先在C中冷却一部份，所得凝結液體，仍回至精餾塔(又名反流凝縮器)；D為冷却器，用以冷却成品；此種簡單蒸餾機，機中之酒精與水之成分變化，可用

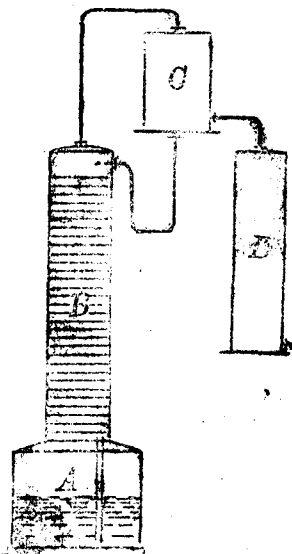


圖 68. 一般蒸餾機

圖 69 以表示之。圖69中自A鍋發生之酒精與水之汽體，其酒精成分尚

低，在級板上逐級減少含水之量及所有之熱量，而調換為酒精。故至塔頂，則酒精與水之比例，較塔底高出甚多；嗣後此項汽體至C之凝縮器中，一部份之酒精與水凝結為液體，返流至精餾塔；在精餾塔逐級級板上，酒精之一部份為上昇之蒸汽所調換，換下所得之水份，則增加於此返流液體中；C中未凝結之一部份酒精與水，亦即最高度之酒精，入D冷却器凝結而為成品。

觀圖69可知蒸餾機中，必須存有相當之酒精與水，供蒸濃及調換之用。如圖中  $W_2$  與  $A_2$  為自A鍋中所生之成品部份，此外尚有  $a_2$  與  $W_1$  常來回於蒸餾鍋精餾塔及凝縮器； $W_1$  之水蒸汽於精餾塔中調換變為  $A_1$  之酒精汽體，復凝結於C凝縮器中，返流至精餾塔；在精餾塔中液狀酒精逐漸減少，而調換  $W_1$  之液狀水，直至與A鍋中之成分相同而流回至蒸餾鍋。

至於精餾塔中酒精與水之變化，可於圖70中表示之，上昇之酒精和水之蒸汽，於級板上遇反流之酒精和水之液體，逐級變換，使酒精含量逐漸增加，水份則逐漸減少，反流液中酒精含量逐漸減少，而水份則逐漸增加，圖中表示至為明顯也。

(2) 提淨塔 圖71為巴培氏製作之關於提淨塔中各種物質之變化圖。提淨塔之構造，用巴培氏蒸餾級板，在提淨物(即原酒)加入口之上有級板十三級，在加入口之下有級板十級，圖中之橫線所表示者也。圖之上部所示者亦即豎線所表示者，為每100公升液體中所含之不純物之公分數。在左面者為極小之數量，用對數以分割其比例格；在右面者自1—15為按照尋常之比例格；在下部者亦為尋常之比例格，但未劃豎線。

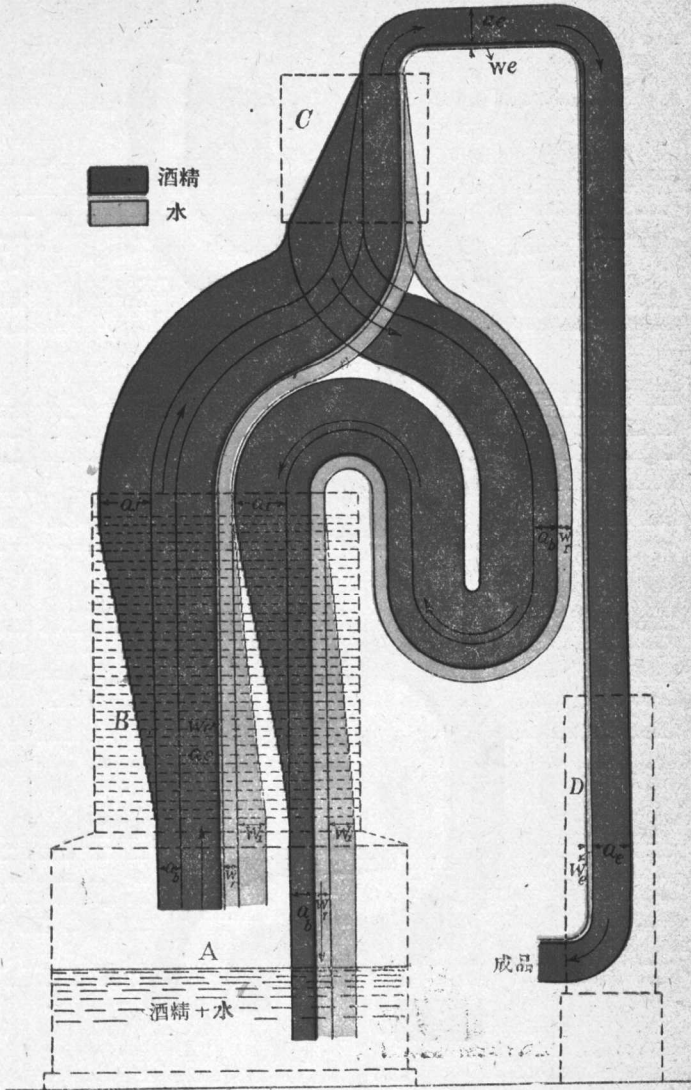


圖 69 蒸餾塔內部汽體與液體走動情形

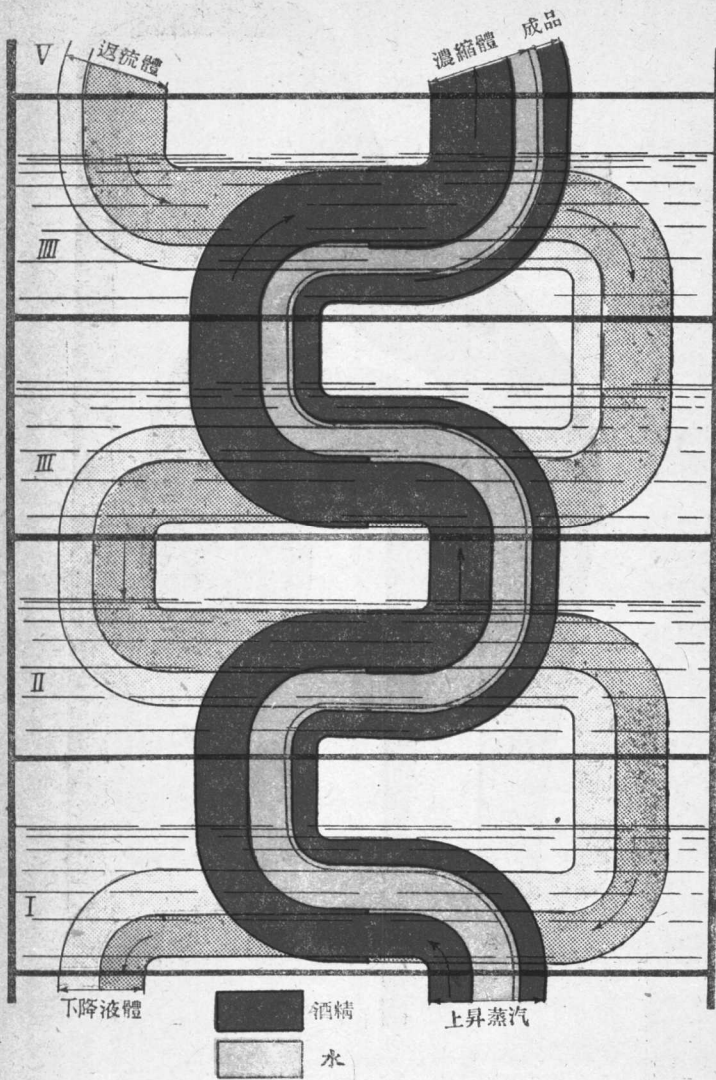


圖 70. 精餾塔內部汽體與液體走動情形



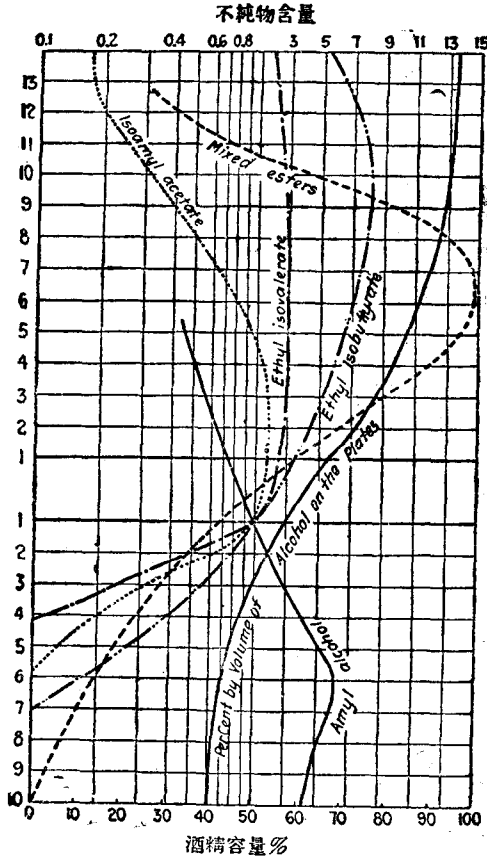


圖 71. 提淨塔功用圖解

加入之原酒為 50% 之酒精水溶液，每 100 公升含有酒頭 0.5 公分及雜醇油 2 公分。經提淨之後，在塔頂約為 95% 之酒精，其中每 100 公升中含有酒頭 12 公分；在塔底為約 40% 之酒精，每 100 公升中含有雜醇油 3 公分，而並無酒頭存在。

(3) 精餾塔 圖 72 為表示精餾塔中各種物質之變化也。精餾塔之

構造爲用巴培氏蒸餾級板，在加入口之上有級板 35 級，在加入口之下有級板 13 級。塔底設置適當之水蒸汽加熱管。塔頂有兩個以上之凝縮器。所得凝結液體，除極少量之酒頭放出或回至提淨塔外，其餘均返流至塔中。

來自提淨塔 40% 之酒精水溶液，在塔中盡力使水份分離，而及至塔頂可得 96.5% 之酒精。他如雜醇油於入口以下第五級處含量最富（見圖 72），故可於此設一出口以取出雜醇油。可溶性油（soluble oils）亦於入口以下第四級處含量最多，故亦於此設一出口取出。但加入之酒精水溶液，雖經提淨，事實上尚有酒頭之存在。不過酒精於入口以上之第二十級處已屬甚濃，且此處之酒頭含量僅合塔頂最濃之酒精所含者

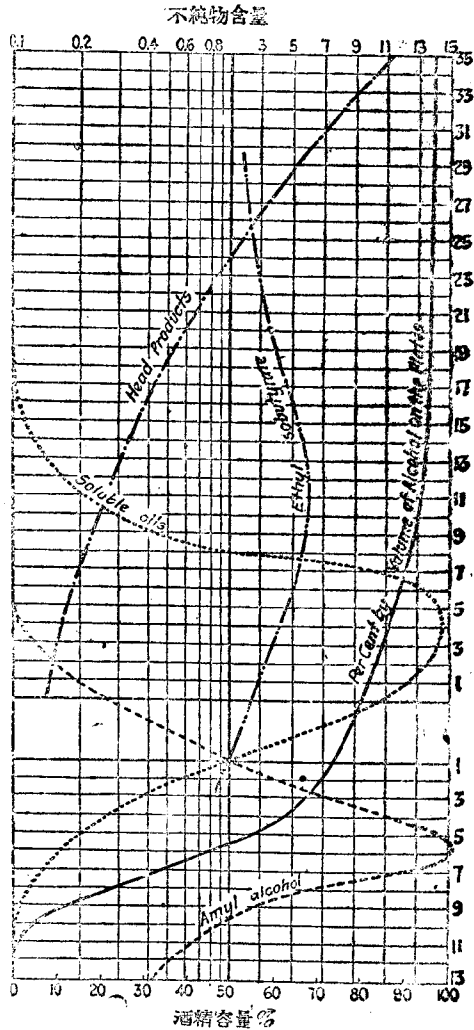


圖 72. 精餾塔功用圖解

十五分之一，故成品之取出以此處爲最宜也。

#### 第十項 蒸餾機用水蒸汽之測量法

(1)引言 酒精工廠之消費，除原料外，當以水蒸汽爲最多，故水蒸汽之節省，實爲減低生產費之唯一途徑。使用澱粉質爲原料之工廠，除蒸餾原料須用多量之水蒸汽外，其他卽爲蒸餾機。蒸餾機消費水蒸汽之多少，當與酒精產量成正比例，惟因蒸餾機設計之不同，使用同樣之原料，生產同量之酒精，消費水蒸汽亦有不同；故凡酒精工廠，須知蒸餾機之水蒸汽消費量，藉以確定經濟與否，茲將測量蒸餾機消費水蒸汽之方法列下：

(2)凝結水法 蒸餾機加入之水蒸汽大部分凝結爲水，故測量其凝結水，卽可知水蒸汽之消費量。

蒸餾塔 蒸餾塔之水蒸汽之加入，普通使用直接水蒸汽，故凝結水均混入廢醪中，測量之法，先測一定時間內放出廢醪重量，再加同一時間內由塔頂放出之酒精蒸汽重量，減去同一時間內加入之新鮮酒醪重量，卽得水蒸汽之加入重量。

提淨塔 蒸餾機之提淨塔亦普通使用直接水蒸汽加熱，故只須將提淨塔底放出已提淨物質之重量，加入塔頂放出酒頭之重量，而減去加入提淨塔之不純酒精重量，卽得水蒸汽加入之重量。

精餾塔 精餾塔多以間接水蒸汽加熱，故只須測定凝結水之重量卽得。

(3)熱量法 蒸餾機加入之水蒸汽，均供加熱之用，故測定消費熱量，亦可推知所消費水蒸汽量，但此法須有百分之五之差誤也。

蒸餾機消費熱量之處，可分別如下：

甲. 加熱用熱量： 加入蒸餾機各塔之酒醪或淡酒精，其溫度常低於各塔放出之廢醪廢水或淡酒精。其增高溫度之熱量，均由水蒸汽所供給，其供給之熱量，即放出物之溫度減去加入時之溫度，乘該物之比熱及該物之量是也。

乙. 冷却水吸收之熱量： 蒸餾機發生之蒸汽，亦為水蒸汽供給熱量而發生，此種熱量，均被凝縮器或冷却器之冷却水所吸收，故測定冷却水增高之溫度及量。以求吸收之熱量。但當注意者，即凝結物之溫度是否與未揮發時原液溫度相等，倘溫度高，則應計算加入因增加溫度之熱量，倘溫度低，則應計算減去因減低溫度之熱量。

丙. 輻射之熱量： 蒸餾機在工作時機內之溫度甚高，製機所用材料均屬傳熱體，故機內之熱量因輻射而熱量傳至空中者甚多，此種熱量亦由水蒸汽供給，測定此熱量可用 Stefan-Boltzmann 定律以計算之：

$$q = 0.172 p A (T_1^4 - T_2^4) \times 10^{-8}$$

式中  $q$  為每小時輻射之全熱量 (B. t. u.)， $A$  為蒸餾機輻射面積 (sq. ft.)， $T_1$  為蒸餾機華氏絕對溫度 (華氏溫度加 459.6)， $T_2$  為包圍蒸餾機之空氣華氏絕對溫度， $p$  為製造蒸餾機用材料之表面發射係數，(emissivity of surface)。普通製造蒸餾機用材料之表面之發射係數如下：

材 料 名 稱	攝 氏 溫 度	表面之發射係數
鑄鋼	1076—1276°C	0.16—0.013
光面鋼	—	0.1

銅面氧化者	148—598°C	0.57
鑄鐵	1298—1398°C	0.29
光面鑄鐵	200°C	0.21
氧化鑄鐵面	198—598°C	0.64—0.78
鑄鋼	1598—1798°C	0.28
氧化鑄鋼面	552—598°C	0.79
光面鋼板	937°—1098°C	0.55—0.61
毛面鋼板	37.7—371°C	0.94—0.97

使用以上三法求得之熱量相加為消費之總熱量，除每單位量之水蒸汽應發生之熱量，則得水蒸汽之消費量，

## 第十一節 酒精工廠之試驗室工作

### 第一項 菌類研究

#### 1. 釀母之培養

培養基之種類 釀母培養最常用者為麥芽汁，法將壓碎生麥芽一份，加以五——六份之水，在55—58°C使其糖化，約歷1—2小時，糖化完畢，濾取清液，每公升加以一個雞卵之蛋白，十分攪拌後，煮沸，濾過，即得清澄之麥芽汁。麥芽汁之濃度以12—20°勃立克司為適宜，pH 值以5.5—6.0為宜。

如製固體培養基，可以麥芽汁加以1.5—2%之瓊脂，加熱溶解即可。

培養基之滅菌 將液體或固體培養基，分盛試驗管或玻璃瓶，塞以棉花，置於高壓蒸氣器在每方英寸15磅壓力下蒸氣 15—30 分鐘，即可

完全滅菌。或置於常壓蒸餾器，每日蒸餾30分鐘至一小時，連續三天亦可。

應用之玻璃器，可塞以棉花，置於 $165-175^{\circ}\text{C}$ 之熱空氣箱中一小時以上，使其完全滅菌。

釀母之培養法 將白金針放於燈焰中，燒至紅熱後少頃，移取釀母種少許，種於液體培養基中或用固體培養基作劃線培養(圖73)或穿刺培養(圖74)。移種之後，置於 $25-28^{\circ}\text{C}$ 定溫箱(圖75)使其充分繁殖。



圖 73. 劃線培養



圖 74. 穿刺培養

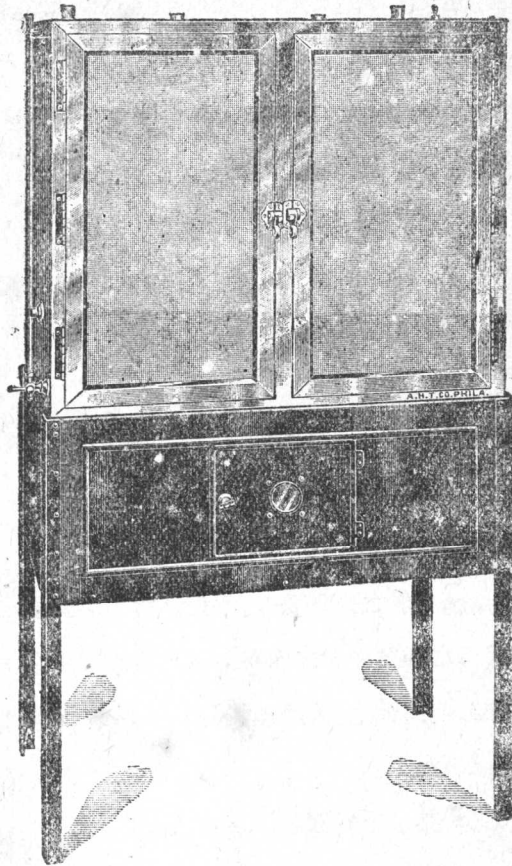


圖 75. 定 溫 箱

**釀母之分離法** 釀母種放置多時，如有雜菌之侵入，可用試管三個各盛固體培養基 10 公撮，將此培養基溶解後，再冷至  $45^{\circ}\text{C}$ ，以釀母少許種於第一管，十分搖動後，以第一試管之內容物，移取一白金耳於第二試管，按法再將第二試管之內容物，移取一白金耳於第三試管。然後三管各傾於二重皿 (Petri's dish) (圖76)中，俟其凝固時，將二重皿倒

置於 25—28°C 之定溫箱，約 1—3 日後，發現多數釀母菌集，色似琥珀，可擇其孤立者，移種於培養基，即得純粹之釀母矣。

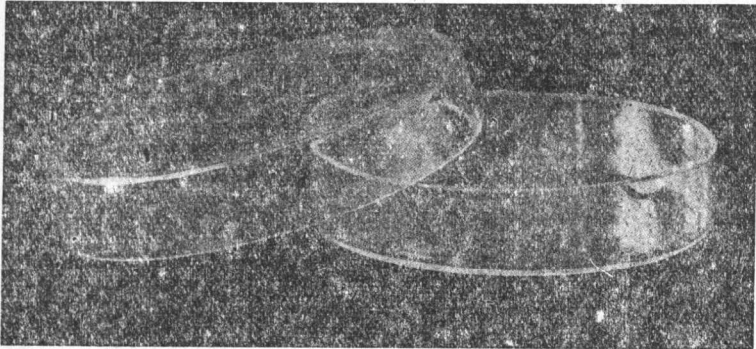


圖 76 二 重 皿

## 2. 釀母發酵力之檢定

酒精製造用釀母菌之種類繁多，不但發酵力有強弱之分，且因原料之不同，應用釀母之種類亦因之而異。適於糖蜜之發酵者，未必適於澱粉質原料之發酵，他亦如是。故釀母發酵力之檢定，至為重要也。茲將普通釀母檢定法述之如下：

將釀母移種於某種培養液，此培養液盛於三角瓶，塞以橡皮塞，塞之中央有一小孔，插以洗滌器 (scrubber) (圖 77)。此洗滌器盛以 40% 硫酸，使瓶內發生之碳酸氣，可以外逸而水分復不至蒸散。移種既畢，稱重一次，嗣後每隔 24 小時稱重一次，因碳酸氣之外逸，故重量日漸減少，大約 2—4 日之後，重量不復

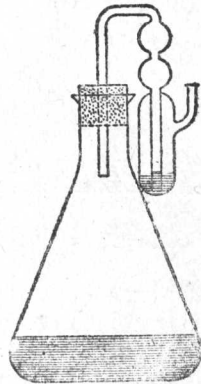


圖 77. 洗滌器



減少，即爲發酵終了之證。然後計算發酵時碳酸氣損失之總重，及發酵終了時間之快慢。必要時可以發酵液用蒸餾法，測定其酒精含量。如用多種釀母，按同一方法試驗之。即可比較各種釀母發酵力之大小矣。

### 3. 乳酸菌之分離

發酵醪及麥芽等均有乳酸菌之存在，可設法分離之。如用發酵醪分離乳酸菌可將麥芽汁瓊脂加以少量碳酸鈣，溶化後，冷至 $45^{\circ}\text{C}$ ，種以一白金耳之醪，十分搖動後，以其內容物一白金耳移於同一之培養基，如是者4—5次，移種既畢，將各試管各傾入二重皿中，俟其凝固後，放於 $37^{\circ}\text{C}$ 保溫箱內，1—2後，如發現菌集其周圍透明者（因培養基加碳酸鈣後呈乳白色），即可分離而出，仍種於麥芽汁瓊脂中，以備將來之試驗。

如用生麥芽分離乳酸菌，可將生麥芽壓碎後，加水熱至 $50^{\circ}\text{C}$ ，維持此溫度12—24小時，再按前法分離可也。

## 二項 菌類培養

### (1) 釀母之大量培養

1. 試驗管內培養 試驗管內約盛五公撮之麥芽汁(12度勃立克司)培養液，塞以消毒棉花，按法滅菌，然後在無菌玻璃箱內，用火焰滅菌之白金針，從純粹培養之種管內，挑取少許菌種，接種於上述已滅菌之試驗管內麥芽汁培養液中，置 $25^{\circ}\text{C}$ 保溫箱內培養之。

2. 巴斯特瓶內培養 用容量約600公撮之巴斯特瓶(圖78)盛12度勃立克司之麥芽汁，約400公撮，用酒精燈或煤油燈熱之使沸，初時將瓶之旁管去塞，使瓶內蒸汽從此管噴出，約30分鐘，然後用玻璃棒將旁管

塞住，則蒸汽便改從彎曲管噴出，如是又約 30 分鐘，可將彎曲管口之凝結水吸去，而加以棉塞，迨放冷至  $25^{\circ}\text{C}$  左右，將巴氏瓶遍擦酒精，然後移入無菌箱。又將培養釀母菌之玻璃管，亦按法擦以酒精，移入無菌箱，再注少許酒精於巴氏瓶之旁管上，而引燃之，然後去其旁管之玻璃棒及試驗管之棉塞，而將試驗管內之釀母菌液，從巴氏瓶旁，徐徐傾入瓶中，傾入既畢，從速加塞，移出箱外，十分搖動，置於  $25^{\circ}\text{C}$  之保溫箱內，培養二日，即可加入卡爾斯柏氏罐（圖 79）。

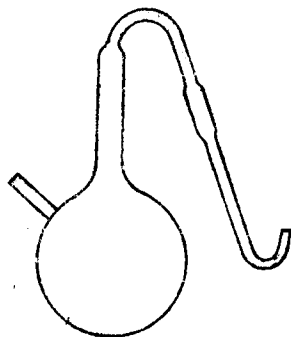


圖 78. 巴斯特瓶

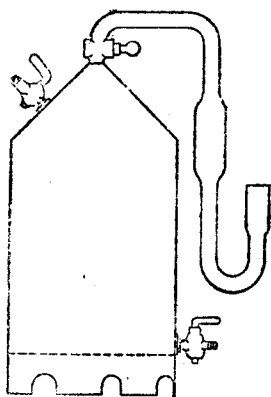


圖 79. 卡爾斯柏氏罐

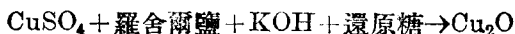
3. 卡爾斯柏氏罐內培養 用容量約 50 公升之卡氏罐，盛以濃度 12 至 16 度勃立克司之麥芽汁 20 公升，及水 2 公升，用直接火熱之使沸。先開旁管，使蒸汽從旁管噴出約 30 分鐘後，加以玻璃棒塞，使蒸汽從彎曲管噴出，又約 30 分鐘，將彎曲部分凝結水吸去，而加以棉塞，如是繼續 2-3 天即可。但每天滅菌時，須另添加水 2 公升，以補蒸發之水量。且滅菌後罐之上下旁管及頸彎曲部，均須緊紮棉花，以防雜菌之侵入。

滅菌手續完畢後，冷至25—30°C，將上述巴氏瓶內之釀母液移植其中。先用酒精遍擦卡氏罐及巴氏瓶之四週，並將旁管上所擦之酒精燃燒之。一面將卡氏罐旁管之玻璃棒拔去，一面將巴氏瓶旁管之橡皮連接管及玻璃棒塞一同卸下，速將巴氏瓶之旁管納入卡氏罐上部旁管之橡皮連接管，將釀母液傾入其中。此時巴氏瓶之彎曲部分須用酒精燈不斷燃燒，以免雜菌之混入。釀母液傾入既畢，立即加塞，紮以棉花，移置溫室內培養之。大約二、三日之後，即可供150公升釀母膠發酵之用。

## (2) 麴菌培養 見製麴節

### 第三項 原料分析

(1) 通說 無論澱粉質原料、含糖原料或纖維原料，其主要成分皆為碳水化合物。碳水化合物之定量法，以將碳水化合物水化為還原糖，然後以斐林 (Fehling) 溶液測定之，其原理如次：—



由上式所得  $\text{Cu}_2\text{O}$  沈澱數量，即可推知還原糖數量。此法又分重量法及容量法二種，前法直接稱重，費時費事；後法由斐林液之滴定用量，即可知還原糖之數量。所用指示劑，以四甲基藍 (methylene blue) 為最精確而靈敏，茲略述如下：—

斐林溶液之配法為：—

1. 硫酸銅溶液每公升含有硫酸銅 69.278 公分。

2. 羅舍爾鹽溶液每公升含羅舍爾鹽346公分 NaOH 103.2公分。

此兩溶液以等量混合，每公撮合還原糖 0.005 公分，但普通則須應用純粹蔗糖轉化後以釐定之，以免錯誤。其分析方法，則取上項溶液各 5

公撮置於 250 公撮平底瓶中，由滴管放入糖液，其容量須預先試驗，以與能完全還原此 10 公撮斐林氏溶液者相差 0.5—1.0 公撮，然後將此混合物置火上熱之，須迅速煮沸，沸騰後兩分鐘，加四甲基藍指示劑 (1%) 三四滴，頓呈藍色，緩緩放下糖液，至藍色將褪為止，此手術須不過一分鐘。由所用糖液數量，並糖液中含原料數量，即可得原料某成分數量。

### (2) 澱粉質原料分析

a. 糖分定量 取粉碎樣品 2.5—3 公分，加水 50 公撮，放置一小時，過濾，加水沖洗，使成 200 公撮溶液，以上述方法滴定，以求右旋糖百分數。如每 100 公撮有右旋糖 0.327 公分，又樣品 2.5 公分，則

$$\frac{0.327 \times 200}{100 \times 2.5} \times 100 = 26.16\%$$

b. 糊精定量 以上述濾液 100 公撮，放 250 公撮瓶中，加稀鹽酸 (比重 1.125) 10 公撮，放沸騰水浴上，瓶上裝冷却器，以防鹽酸之散失，凡三小時，冷却，中和，沖水至 200 公撮，以上述方法滴定之，由右旋糖百分數，乘以 0.9 即得糊精百分數。

c. 澱粉定量 取上項過濾渣滓，或另取樣品一公分，加水 150 公撮，加稀鹽酸 20 公撮，同上法煮沸三小時，冷却中和，沖水至 200 公撮，過濾，取 25 或 50 公撮沖稀，求右旋糖百分數。如係上述渣滓，則乘 0.9 即得澱粉百分數。如係另稱樣品，則減去 1, 2 兩項右旋糖百分數，再乘 0.9，即得澱粉百分數。

### (3) 麴或麥芽糖化力之測定

麥芽糖化力之測定，可以澱粉糖化後所生麥芽糖或還原糖數量定之，所謂林德納(Lintner)價 100 者，即 5% 冷浸麥芽汁或麴汁 0.1 公撮在 21.1°C 時糖化 2% 澱粉溶液 10 公撮，所生糖量可以還原 5 公撮斐林溶液者。茲述其手續如下：—

測定麥芽之澱粉水解酵素能力時，將麥芽 25 公分，研成粉末，用 500 公撮蒸餾水，在 21.1°C 浸漬三小時，而濾過之。濾液最初 100 公撮棄去之，而取其透明液供檢定之用。

用十個試管，置於金屬架，各加 10 公撮溶化澱粉溶液，第一管加 0.1 公撮過濾麥芽汁，第二管加 0.2 公撮，循序漸增至第十管為 1.0 公撮，各管搖動之後，置於水鍋，維持 21.1°C 一小時，次各加混合的斐林溶液 5 公撮，將各試管移入沸水鍋十分鐘取出，俟氧化第一銅之沈澱下沈時，分別檢視之。如管中糖量不足還原全部斐林液者，其上澄液為藍色；而全部斐林液已被還原者為無色或黃色。如能覓出一試管(上澄液不帶藍色)業已完全還原，其鄰接之管尙未完全還原(上澄液略帶藍色)則可以此管所用之麥芽汁容量，計算麥芽之糖化力。

用上述方法，0.1 公撮百分五麥芽汁，可以還原 5 公撮斐林溶液時，則澱粉水解酵素之值或林德納度為 100。故若需用 0.25 公撮麥芽汁，還原 5 公撮斐林液者，則麥芽之澱粉水解酵素能力為  $\frac{0.1 \times 100}{0.25} = 40$  林德納度。惟麥芽汁內含有還原糖，且溶化澱粉具有還原力，故須行改正，方為精密。法將 5 公撮斐林溶液，10 公撮澱粉溶液，及 10 公撮水，令熱至沸騰，次將麥芽汁由滴管滴下，俟藍色適已消滅為度。如用 7 公撮麥芽汁，則上述所得林德納度，減去改正數  $\frac{0.1 \times 100}{7} = 1.4$  林德納度。

關於麴之糖化力固可應用上法，但因其液化力較強，故以求其液化力較為可靠，茲分述其測定法如下：—

甘薯澱粉加中性紅 (neutral red) 染料，製成糊狀(2%)，放入試管中，每管 10 公撮，放置 40°C 定溫箱中，每管加以麴之浸液若干公撮，以便此澱粉糊液化透明顯紅色，計其所須時間，在 1 分鐘以上，15 分鐘以下為宜。計算方法如下：

$$F = \frac{D \times t}{E \times T}$$

F = 在 40°C 時液化力。

D = 製備麴汁時，水對於麴之倍數。

t = 標準時間，如以 30 分鐘為標準。

E = 所加麴汁數量。

T = 所須時間。

如麴之浸漬係用 10 倍水，0.2 公撮可使 10 公撮澱粉糊於 6 分鐘液化，則

$$F(30\text{分鐘}40^{\circ}\text{C}) = \frac{10 \times 30}{0.2 \times 6} = 250$$

#### (4) 糖蜜分析

a. 轉化糖 稱濃糖蜜 5 公分放 200 公撮量瓶中，沖水至約 100 公撮，徐徐加入中性醋酸鉛之 20% 溶液，使其顏色能在滴定時明顯即可，普通約用 20—30 公撮，充分搖勻，放置片時，然後加草酸鉀及磷酸鈉溶液(每百公撮含有草酸鉀 3 公分，磷酸鈉 7 公分)約 20 公撮，沖滿，過濾，濾液中取 50 公撮含有糖 1.25 公分，沖水至 100 公撮，以上述方法

滴定之。

b. 蔗糖 取上述濾液 20 公撮，含有糖蜜樣品 0.5 公分，加水約 75 公分，加濃鹽酸(比重 1.19) 5 公撮，放 72°C 水浴中，使其於兩分鐘之內，熱至 69°C，然後維持 10 分鐘，取出冷卻，中和，沖水至 100 公撮，用標準滴定法，定其轉化糖數量，蓋蔗糖經此處理，皆變為轉化糖也。蔗糖之轉化，除上述方法外。如時間允許，則放置溫暖處三天至一星期，然後中和而滴定之。或只熱至 65°C 而維持 30 分鐘，因溫度高可使蔗糖焦化，轉化糖分解及其他雜質之變化，結果即不準確。計算方法與前略同，由此所得結果為蔗糖轉化後所得之轉化糖及原有轉化糖之總和，故必減去原有轉化糖，然後除以 0.95 即得。因一分子蔗糖轉化得左旋糖及右旋糖各一分子，342 公分蔗糖得 360 公分轉化糖。

#### 第四項 成品分析

酒精之成分以能合乎各國藥典所載標準為宜。所含雜質為量甚微，無須定量分析。所含乙醇數量則可以比重計測其比重，查表以求之。茲將中英荷三國藥典所列方法比較如下：

中英荷三國酒精檢驗標準比較表

	中國藥典	英國藥典	荷蘭藥典
1. 酒精成分	酒精中含 $C_2H_5OH$ 以重量計不得低於 92.8%，如於 15.56°C 以容量計算則不得低於 94.9%。	酒精中含 $C_2H_5OH$ 以重量計不高於 92.7%：不低於 92.0%，以容量計於 95.2%，不低於 94.7%。	酒精中含 $C_2H_5OH$ 以重量計應為 92.5-95%，以容量計應為 95.1-96.8%。

2. 性狀	酒精為無色，透明，易流動及易揮發之液體，臭特異，有竄透性。味灼烈，易燃燒，放淡藍色光輝微弱之火焰。與水、醚、氯仿、甘油或揮發油，均能任意混合。又樟腦、樹脂、屍膈鹼類或色素等在水中難溶或不溶之物質，於酒精中均能溶解。	酒精為無色，透明，易流動及易揮發之液體。臭特異，有竄透性。味灼烈。與水、醚及氯仿均能任意混合。	酒精為無色，透明，易流動及易揮發之液體。臭特異，有竄透性。燃燒之放藍色無烟之火焰。
3. 折光率	.....	於20°C時其折光率應為1.3637-1.3639。	.....
4. 酸度及鹼度	酒精加等量蒸餾水稀釋後，遇潤溼之藍色或紅色石蕊試紙均不變色。	20公撮之酒精加酚酞(Phenolphthalein) 試劑後，其需要轉為淡紅色之 N/10 氫氧化鈉容量不得超過 0.2 公撮。20 公撮之酒精加甲基紅(methyl red) 後，其需要轉為紅色之 N/10 硫酸容量不得超過 0.1 公撮。	濃酒精遇潤溼石蕊試紙無變化。50 公撮濃酒精與 50 公撮沸蒸餾水之混合液加酚酞試劑後，其需要轉為淡紅色之 N/10NaOH 之容量，不得超過 0.2 公撮。



<p>5. 雜醇油檢查</p>	<p>(a)取酒精10公撮，蒸餾水5公撮及甘油1公撮置清潔無臭之吸水紙上，使其自然揮散後，紙上不得殘留顯明之異臭(檢雜醇油)。 (b)取酒精10公撮加氫氧化鉀試液0.2公撮蒸發之，俟成1公撮，再加以稀硫酸使之飽和，不得發生異臭(檢雜醇油)。 (c)取酒精25公撮於磁製蒸發皿中避塵放置之，俟其自然蒸散，再加以硫酸數滴不得現紅色或棕色(檢戊醇或不揮發性之有機雜質)。</p>	<p>取酒精25公撮於磁製蒸發皿中，令其避塵自然蒸散，直至皿旁潮溼時，不得有異臭，且加硫酸1公撮不得現紅色或棕色(此為雜醇油及其類似雜質之限度)。</p>	<p>(a)於濾紙上蒸發(不加熱)不得遺留殘渣及異臭(檢雜醇油)。 (b)濃酒精1公撮與9公撮水之混合液不得對嘩呢拉精(vanillin)起反應。</p>
<p>6. 呋喃甲醯 (furfural)檢查</p>	<p>.....</p>	<p>.....</p>	<p>取濃酒精10公撮加1滴苯胺(aniline)及5滴醋酸之混合液應仍保持無色(檢呋喃甲醯)。</p>

7. 醴之檢查	<p>(a)取酒精10公撮用水 10 公撮稀釋後，加以硝酸銀試液 1 公撮及過量之氨試液，至所生沈澱仍復溶解為度，靜置於暗處5分鐘內，不得變色或起瀉瀉(檢醴)。</p> <p>(b)取酒精 10 公撮加過錳酸鉀試液 1 公撮於20分鐘內不得變黃色(檢醴)。</p> <p>(c)取酒精 10公撮置試管中加氫氧化鉀試液 5 公撮不得即時呈黃色(檢醴及鞣酸)。</p>	<p>取酒精10公撮加鹽氧化鈉試液5公撮，放置5分鐘，不得呈黃色，此為醴之限度。</p>	<p>取酒精10公撮加過錳酸鉀(1:1000) 1 公撮，其玫瑰紫顏色須照下列時間維持不變：</p> <p>10°C.....20分鐘</p> <p>20°C.....10分鐘</p> <p>25°C.....5 分鐘</p> <p>(檢醴與鞣酸)</p>
8 硫酸試驗	<p>取硫酸5公撮，盛清潔試管中，徐徐加酒精5公撮，使成二液層，長時間放置之，其接界面不得呈玫瑰紅色(檢糖蜜製酒精)。</p>	<p>.....</p>	<p>濃酒精與等量硫酸混合，其接界面應保持無色。</p>

9.  
甲醇檢查

取酒精 5 公撮加蒸餾水稀釋使成 100 公撮，分取其 5 公撮置 20 公撮之試管中加磷酸 0.5 公撮及 8 % 之過錳酸鉀溶液 2 公撮，靜置 10 分鐘，再加 10 % 之草酸溶液 1 公撮，放置之，俟成透明之棕色，加冷稀硫酸（取蒸餾水 3 公撮與硫酸 1 公撮所製）5 公撮及新製之復紅脫色液 (fuchsin solution) 5 公撮，混和，放置 10 分鐘，置白紙上透視之，除淡紅色或淺綠色外，不得顯著明之藍色或淺紫色（檢甲醇）。

取酒精 0.5 公撮，用水稀釋至 5 公撮，加混有磷酸之過錳酸鉀溶液 2 公撮。靜置 10 分鐘，加 2 公撮草酸及硫酸。加 5 公撮憶戰紅 (magenta) 脫色液，於此無色溶液，放置 10 分鐘，若無顏色生成。即為無甲醇之證。

取 5 公撮淡酒精 (1:10) 加 2 公撮過錳酸鉀 (1:20) 與 2 公撮磷酸，靜置 15 分鐘，加 2 公撮草酸，1 公撮硫酸於傾瀉清液。復加 3 公撮復紅脫色液於該無色溶液，靜置 30 分鐘。若無顏色生成，即為無甲醇之證。

〔注意〕復紅或憶戰紅脫色液之製備：將一分純復紅或憶戰紅溶於半公升熱水中，次將 20 公撮次亞硫酸鈉 ( $\text{NaHSO}_3$ ) 之飽和水溶液漸漸加入並時振盪；再加 10 公撮濃鹽酸，冷卻，並沖水對成一公升。此液如按上述用法，對乙醇應不呈色。

10. 蒸發殘餘	取酒精40公撮置錫皿或磁皿中於熱水浴上蒸乾，再用100°C乾燥秤重，其重量不得過0.001公分（檢溶存物鞣酸及無機質）。	酒精蒸發並在100°C乾燥後，其遺留物不得超過0.01%（對容量言之重量）此為不揮發性物質之限度。	10公撮酒精蒸發後應不留殘渣。
11. 重金屬檢查	取酒精蒸乾，殘渣加水溶解，按照重金屬檢查法檢查之，不得起反應。	.....	濃酒精應無重金屬及氯化物之反應。

## 第十二節 副產物之利用

### 第一項 碳酸氣

酒精工廠之糖質或澱粉質原料受釀母之作用後，生成酒精及碳酸氣。一磅蔗糖可生約半磅之碳酸氣。從前多廢棄不用，殊屬可惜。如能設法收集，以製液體二氧化碳或乾冰，則為酒精工廠一大副產品。茲分述液體碳酸氣及乾冰之製法如下：一

#### 第一段 液體碳酸氣

發酵方法所生碳酸氣溫度約40°C，無須冷卻。又CO<sub>2</sub>之含量，或為60%或為99.5%。

爲收回發酵氣體所用之發酵槽幾全皆密封。如係木製，可將上面木蓋緊接於槽之底部，以增其強力。如係鐵製，則鐵蓋可作成圓頂形（如圖80），以利槽內之氣體之外逸。應用密封鐵槽者，則發酵膠可得較純並較高之  $\text{CO}_2$  產量。發酵槽須具有輕微之反壓力，以免空氣之滲入槽內以致氣體稀釋。通常可用一鐘形壓力排出活門或用壓力調節裝置如圖82保持之。密封發酵槽之另一優點則爲酒精產量至少增加 1%。

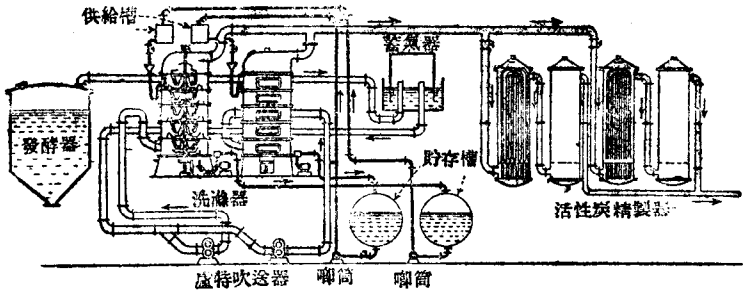


圖 80. 巴克豪斯氏精製法

發酵  $\text{CO}_2$  純度雖高，但其污穢之氣味必須除去，否則不適飲料之用。

茲分述三種精製法如下：一

(1) 巴克豪斯 (Backhaus) 法 如圖80所示，自發酵槽通來之  $\text{CO}_2$ ，於精製之前，收集於一容量 50,000 立方英尺之蓄氣器內。由此用效力宏大之盧特 (Root) 吹送器，使此  $\text{CO}_2$  氣體通過生鐵製洗滌器，每器內分九室，各室底部之孔洞既可作氣體上昇之孔道，復可爲逆流洗滌液之外溢出口，每室之垂直軸上懸有一組同心圓錐截體。水於洗滌器內下流不息，氣體所帶雜質之部分因而除去。此後仍用同一吹送器令  $\text{CO}_2$  通過

精製器。此器為圓筒形，直徑 3.5 英尺，高 13 英尺，由具多孔板之各室構成，有多數 U 形管貫穿之。管之周圍用活性炭圍繞之。每個精製器需炭約 2,200 磅。四個精製器供裝 8,800 磅者，每月可以精製約 100,000 磅之  $\text{CO}_2$ 。

炭之復原法乃將低壓蒸汽通過炭體，高壓蒸汽通管內，即可使炭復原。蒸汽繼續開放，直至被吸收之雜質統被除出為度。嗣再通入乾燥空氣，以除其中之水分。當一個精製器應用時，其他一個，即可施行復原。

氣體於通過精製器之前，加以洗滌，殊屬有利。因此能於  $\text{CO}_2$  入精製器以前，收冷却之效。當氣體通過精製器時，用水通過各 U 管內，使炭冷却。氣體自精製器復送至壓縮器，該器之容量為每小時為 600 磅  $\text{CO}_2$ 。

(2) 二氧化矽乳膠體 二氧化矽乳膠體 (silica gel) 之去污及乾燥性質，雖久已著聞，而對於發酵工業之應用，經數年試驗始克完成。

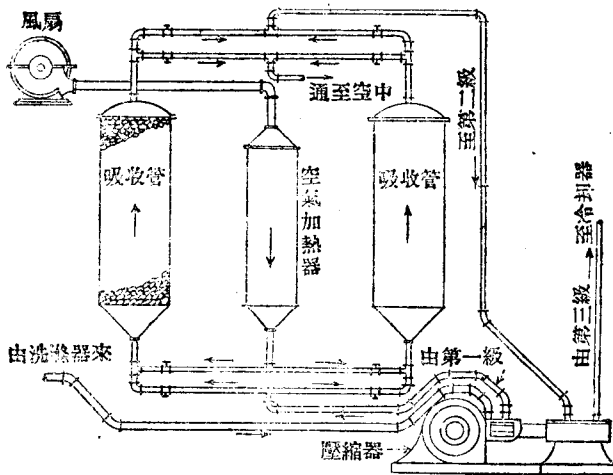


圖 81. 二氧化矽乳膠體精製法

該法之全部裝置(如圖81)係用二氧化矽乳膠體,其功能與活性炭相似,其作用則係利用毛細管引力。

無論用何種發酵法,氣體於通過活性物質之前必須收集,並經過洗滌器用水洗去其若干雜質。據經驗所得,用活性物質施行精製時,常需另一種氧化劑如過錳酸鉀或一種脫水劑如氯化鈣。

二氧化矽乳膠體精製裝置,由二個加壓式精製器,一個復原器與一個二氧化矽乳膠體捕集器而構成。此裝置設於壓縮器第一與第二階段之間。其工作壓力約為80磅。是類精製器平行連接並各備有假底,假底之上放置二氧化矽乳膠體。當 $\text{CO}_2$ 經過此器時,其雜質及水分即被除去。此吸收器之飽和點,預先測定,當達到飽和點時即關閉之;而將第二吸收器之氣管及活門開啓。使二氧化矽乳膠體復原之法,係用高熱,將其當 $\text{CO}_2$ 通過時吸收之水分及具臭味與揮發性之雜質除去。一加熱器與一馬達帶動之吹送器可以供給復原用之熱空氣。當此器冷却時,復可供重行吸收雜質之用。

(3)賴赫 (Reich) 法 前兩法係用吸收作用而精製之。此法(如圖82)則係用液體化學藥品將有機雜質氧化並脫水。來自發酵槽之 $\text{CO}_2$ 即用其自身壓力通入一個小的壓力調節器,此器約保持18英寸之反壓力,並可捕集氣體中帶來之酒膠。從此復通過三個含有粗陶製螺旋環之洗滌器,再用其自身壓力通至蓄氣器內。第一洗滌器含有淡酒精液,可以除去氣體所帶酒精之大部,其他二個洗滌器含有排去氣體之水(de-aerated water) (第一洗滌器亦可用此水),可以除去水溶性之雜質。洗滌液或通至蒸餾機或通至發酵槽,將酒精收回。此部分精製





之氣體收集於蓄氣器內，該器具有旁道與一唧筒或一自動活門相連，將過多之氣體放入空氣中。

二氧化碳含有有機雜質如醛及高級醇等，本法係用一種六價鉻之化合物及硫酸除去之。其法如下：—

將氣體壓入一含有重鉻酸鉀溶液之洗滌器，復通過一濃硫酸洗滌器，如是氧化作用乃告完全，而氣體之水分亦被脫去。氣體離酸洗滌器後，所帶若干酸質，可通入飽充碳酸鈉之焦炭塔中中和後，再通入一含有少量甘油之洗滌器，該器吸收氧化生成物，除去臭味，最後方至壓縮器壓縮之。

硫酸用以去臭後，送至酒精工場以供發酵之用。製造液體  $\text{CO}_2$  100,000磅，約需重鉻酸鉀 100 磅，甘油 5 公升。

(4) 壓縮與液化 用任何方法濃縮或精製之  $\text{CO}_2$  均導至壓縮器。壓縮器分三段，於第一段將氣體壓縮至 80 磅，第二段至 400 磅，第三段至 900 磅。於若干實例中，精製裝置係介乎第一與第二段之間。精製裝置或為二個所組成：一個含過錳酸鉀，供氧化有機雜質之用；又一個含熔化之氯化鈣，供脫水之用。

當壓縮時，對於冷却須小心從事。氣體之溫度當離壓縮器時，常高於其臨界溫度（臨界溫度為  $31.35^\circ\text{C}$ ）；故須先經過冷却器，使其冷却後方可通至液化器。用於壓縮器之潤滑物有二種：一種係礦物油，名曰裁縫機油、Nujol 等等；其他一種則為甘油。後者用於發酵氣體之液化較宜。壓縮器之工作須慎重監視，因極微之過熱，將令潤滑油分解，使氣體具一種令人嫌惡之臭味。如用礦物油則可使氣體具一種所謂火油臭；而

用甘油則生成丙烯醛 (acrolein)。故爲使氣體只與新鮮之潤滑油接觸計，須在適宜處所安置捕油器，並將管子常常吹出，以免油分進入冷却蛇形管中，而至圓筒內。

液體  $\text{CO}_2$  於裝於圓筒之先，其純度至少爲 99.7%，所含水分不得超過 0.1%，並完全無有機雜質及可以中和 0.1N 碳酸鈉溶液之酸類。供液體碳酸氣之貯存者，可用 20 與 50 磅之圓桶，此類圓筒於每次使用之前，用蒸汽滅菌。

液體  $\text{CO}_2$  商業上之用途甚廣，如仲斯 (Jones) (Chem. and Met 29, 103—5, 1923)，及昆 (Quinn) (J. Chem. Education., vol. 7) 之順序圖所示。其最大之用途係製造加碳酸飲料、冷藏、製造乾冰、滅火機、尿素等等。其他可取之用途則爲提取蘇木 (Chem. Age, 1904, 217)；乾燥果類與植物 (B. S. Harrison, 美國專利第 1,387,710 號)；用液體  $\text{CO}_2$  爆炸 (Ferrel, Helmholtz and Crawford, 美國專利第 1,610,274 號)；冰淇淋之碳酸飽和 (M. J. Jngle, 美國專利第 1,397,168 號)；乳油之碳酸飽和 (Prucha, Brannon and Ruche, J. Dairy Sci. 8, 318, 1925)。碳化物及碳公司出售一種 Carboxide，用充食品之燻蒸，其中含 90%  $\text{CO}_2$  與 10% 環氧乙烷 (ethylene oxide)。

## 第二段 乾冰

(一)引言 酒精工廠發酵醱所生之碳酸氣，可利用以製乾冰。乾冰即固體二氧化碳，其冷却溫度，可至攝氏零下八十二度，其吸熱量較冰強二倍有半，且不易熔化，熔化時即成氣體，故極合宜於冷藏工業及食品之長途輸送。

乾冰係由二氧化碳氣，於高壓低溫下，冷縮使液化，更由此液體二氧化碳，於低溫低壓下，凝固而得。二氧化碳氣，發明於一七七四年，白格門氏 (T. Bergman)，稱之為空氣的酸 (acid of air)，蓋因其存於大氣中，而呈酸性之故。至一八二三年，法拉得 (Faraday) 首先舉行液化試驗，而獲成功。一八三五年，英國化學家西烏里爾 (M. Thilorier) 始凝固之。至一八八四年，迭來脫特 (Ducretet) 繼續研究，以一烏木所製之筒，筒之兩端，各裝一管。一端為二氧化碳通入口，一端附以紗網作蓋，為剩餘二氧化碳氣之出路。由高壓低溫情形下，使二氧化碳氣液化，再減低其壓力使膨脹而凝固，如是則得乾冰，惟為量極微，僅屬實驗室之小規模試驗耳。迄至一九二五年，賴赫用斯雷德 (Slade) 之專利法，始有大規模工廠製造，聞於美國。

(二)製法 乾冰製造之方法，最簡單者，可直接用液態二氧化碳於帆布袋中，經低溫低壓凝固而得之，惟產量頗微，僅可得20%至25%，且液態二氧化碳之另行製獲，頗費周折。不如直接製造之為便利。

最初應用於工廠之乾冰產生爐，如圖83。

其外形頗似家用爐灶，高五英尺，口徑三英尺，外壁包以極精良之絕緣體，俾不受外界溫度之影響。爐中分內外兩套，均由整張之鋼鐵鑄成。內層即為產生乾冰之室，兩套側壁，共插入一特式之嘴管 (nozzle)，即為液態二氧化碳壓入之處，其口端具一特式裝置，可避免乾冰之堵塞。內層頂部，係以濾布所製，因減壓而膨脹，氣化為二氧化碳氣，可由此逸出，而入兩套之隔層中，更由外套底部，通入第二液化室液化之，以備繼續應用。此氣之通入隔層中，更可使外套不受外溫之侵入，因二氧

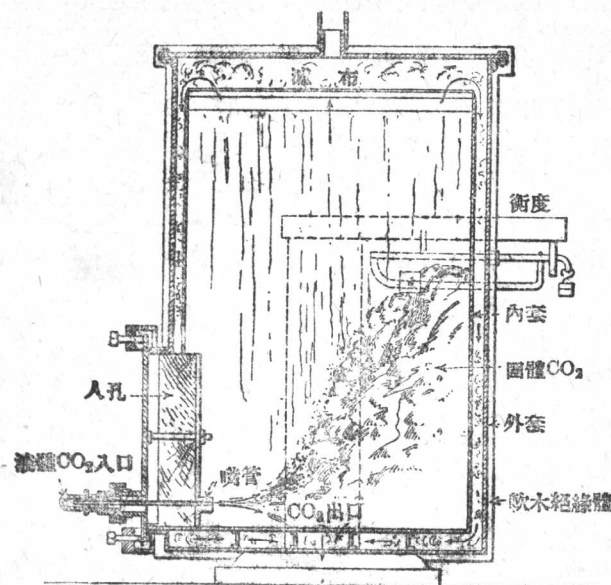


圖 83. 乾冰產生爐

化碳本身爲一絕緣體也。已凝固之固質二氧化碳，盡附於內套內壁，或滴落於底。液體二氧化碳壓入之壓力，約具每平方英寸一千一百磅左右，於20分鐘內，約壓入一千磅，俾生五百磅左右之乾冰後，立即停止加壓，而啓爐壁人孔（manhole）採出產物。採取完畢，乃封閉人孔，再繼續製造。此種重量，可由爐中所設衡度估計之，故此爐設備，頗爲周密，無壓入液體二氧化碳過量之弊。

初出爐之乾冰，頗爲疏鬆，殊難經久，須壓入一十英寸見方之銅模中，以每平方英寸八百磅之壓力壓縮之，使成每邊十英寸之立方磚，約重四十磅，此爐每日可產三千磅之乾冰。

氣體二氧化碳液化器，須備三套，一以液化新二氧化碳氣，一則重行液化乾冰室通出之二氧化碳氣，他則備作不時之需。液化機為筒狀，內徑有9英寸，6.5英寸與4英寸三種。

現今歐美各國乾冰製造設備，可分為下列兩種，茲詳述之一

(1) 夫利刻 (Frick) 機(如圖84) 全機建築係直立式，內具上下二筒，俱設水力壓縮活塞，下筒兩端，皆係開口者，但一端備有活塞，以閉此筒底。當壓縮所生之乾冰，由產室排出時，上端即以上筒活塞所附之蓋密閉之。乾冰產室，即在此兩活塞之間，活塞之往返乃藉水力。

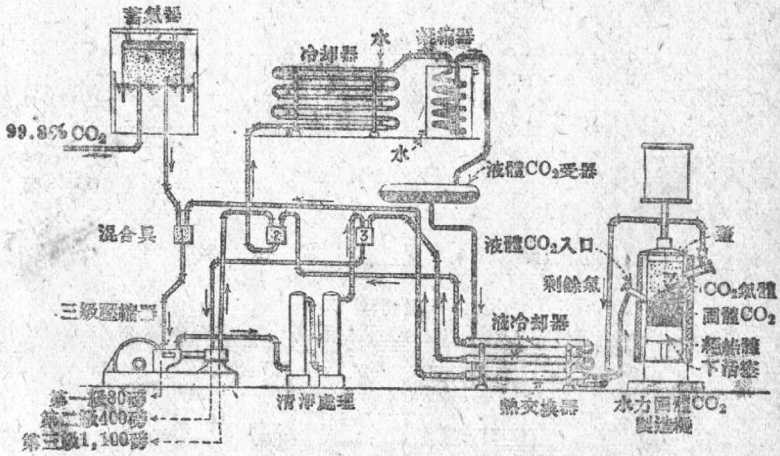


圖 84. 夫利刻機

初施手續時，下筒兩端，皆行密閉。將具每平方英寸一千一百磅壓力之液體二氧化碳，先行貯入一鋼筒中，待冷卻後，乃引入乾冰產室內，內設特別嘴管，俾任其膨脹。數分鐘後，未凝縮者，即由對方出口逸出，而入第二液化室，液化以成新液體二氧化碳，以備應用。當適量乾冰造

成後，立即停止液體二氧化碳之充入，而將下活塞上升，俾此疎鬆之乾冰，壓縮成立方堅塊，旋移去上蓋，繼升下活塞，以排出之，包裝運出。當下活塞下降而復原位後，上活塞亦立即蓋閉此筒，繼續進行。

(2) 卡巴 (Carba) 機(如圖85) 此機構造與上機同。惟筒之頂底，

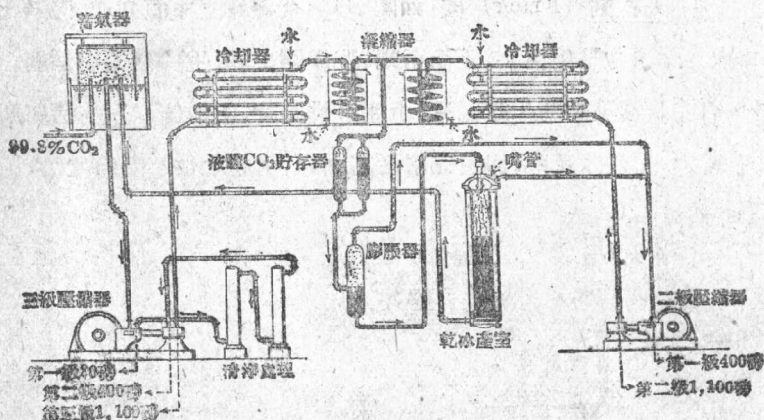


圖 85. 卡 巴 機

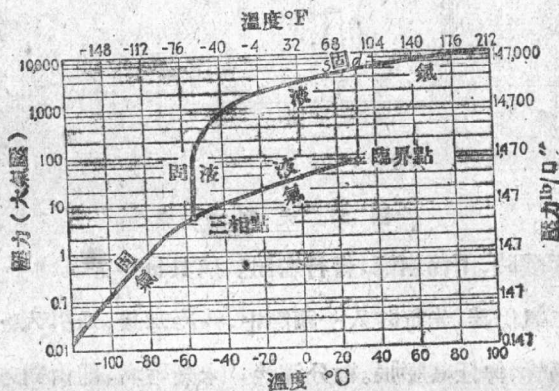


圖 86. CO<sub>2</sub> 氣液固三態之界限

乃以濾布作蓋；且上具一特式之嘴管，以通入液態二氧化碳。初通入時之壓力，在其三相點 (triple point) 以下(見圖86)，待後逐漸增加，溼冰(即液體二氧化碳與固體二氧化碳之混合物)即集於筒底濾布上，所氣化之碳酸氣，則由上頂濾布逸出，而入第二級壓縮器，重行液化，以供重用。因壓力之增加，疎鬆之乾冰，頗易滲出濾布，或竟堵塞濾孔，阻礙進行，故須備有新層於其出路之前，以備臨時換洗。

待適量之溼冰製成後，再通過量之液體二氧化碳於蓋之上部，以便保護此溼冰。此時上下兩蓋，皆被封閉。旋啓下底活門，通出過剩之二氧化碳，以入蓄氣器中，立即迅速降下壓力，及下蓋溫度，溼冰遂凝縮而成塊狀乾冰，可啓下蓋，移去出售。

所得成品之優劣，全視溫度及壓力之調節，與滲入液體二氧化碳之速度而定。此法毋須利用水壓機。

(三)貯藏裝運 乾冰之貯藏，須築特式倉庫以免熔化。

乾冰不論其立即運售抑貯藏待用，均須先行用厚紙妥爲包裹。其裝運方法，分袋裝、匣裝或箱裝等法，須視運售之情形及路程而定。匣裝則用木製匣，箱裝則用軟木製箱，袋裝則用橡皮或樹膠袋爲宜。運輸專車，更須妥加絕緣，裝載船隻，尤須善爲保溫。德國則更有用乾冰融液以作寒劑，圍護於裝具之周，以防熔化。美洲及瑞典諸漁業國，每有與冷廢果瓜，護送魚蝦，一並進行者，誠爲一舉兩得也。

(四)性質 乾冰呈鬆軟而潔白如冰之物，故名。有昇華性，能較冰吸熱二倍半有餘，故以等量之乾冰與水相和，不須半小時，水即凝固。最低冷卻溫度，可至攝氏零度下八十二度，較北極平均溫度尙低六十度。

絕緣性更遜於空氣，可溶於醚中，而得醚溶液，其溫度在大氣中更可低至零下一百十度，在低壓下則更可降至零下百四十度，可以凝縮水銀為固體。德國之所以用乾冰醚液，以護裝乾冰者，即是因也。茲將其在一大氣壓下之各物理常數與冰比較如下：

冰與乾冰各物理常數比較表

	乾 冰	冰
比重	1.53	0.99987
熔化點或昇華點	-78.6°C	0°C
沸點	參閱圖86	100°C
臨界溫度	31.35°C	358°C
臨界壓力	1,071磅 (絕對)	2,860.6磅
熔解熱	82.0B.t.u.	144B.t.u.
氣化熱	158.6B.t.u.	1074.20B.t.u.
所生一立方英尺氣體重	0.117磅	0.000894磅
一立方英尺重	90磅	57磅
昇華熱	248B.t.u.	—
冷卻溫度	-82°C	0°C
冷卻效率	275B.t.u.	144B.t.u.

(五)功用 統觀上項諸特性，可知其為冷藏護送之效率，頗為宏大。茲述其特點於下：—

(1) 比重較大，因其重量大而容積小，故運輸較易，便於採用。

(2) 有昇華性，因其受熱直接氣化而揮發，並不經過液體之階段，故不致稀釋貨物，浸漬商品，運輸尤感方便。瓜果魚蝦，以及麵包牛乳均可適用。



(3) 冷却溫度極低，故適於長途行程，及熱帶諸地之用。

(4) 性穩定而無毒質，故對於裝運器物，及一切貨品，毫無損蝕之弊。

乾冰除作為冷藏劑外，因其受熱即可氣化為純粹之二氧化碳，故以其為二氧化碳之原料，亦無不可。將來製鹼工業，消防工業，均可採用。夏日消暑，以代機冰，更為人人所樂用，此外更如醫療藥品，低溫工業，耐寒試驗等等，亦為社會所需也。

(六) 各國現狀 乾冰在歐美各國之商名，稱為 Cardice，英國皇家化學工業社則名之為 Drikold，其應用迄今僅五、六年耳。查此項工業在各國進展之速，殊足驚人！自一九二九年至一九三一年止，歐洲諸國，每日總產量達五百七十四噸。迨一九三二年開始，則增至五百九十五噸矣。

美國乾冰工業發達之速，更為駭人！其應用於工商界亦較早。據斯雷德專利，一九二五年紀錄，年產二七〇,〇〇〇磅，然至一九三一年，則增至八五,〇〇〇,〇〇〇磅。今日美國最大之廠，一在伊利諾之彼俄利河 (Peoria, Illinois)，每日可出五十噸，一在紐約之奈阿加拉 (Niagara Fall, N. Y.)，每日可出一百二十噸。

## 第二項 穀類殘液

殘液 (spent wash) 者，乃已發酵之醪，經蒸餾法提出酒精後所餘之液也。液中大部分為水(92—95%)，此外含有不受發酵作用之製醪原料及發酵所生之不揮發物質，液中富於營養物，可充飼料。

殘液之成分，依製醪原料之分量種類及成分，並操作之方法及蒸餾

機之效力而不同。茲將薯膠及玉蜀黍膠之殘液平均成分列下：——

	薯 膠	玉 蜀 黍 膠
水	94.30	91.32
粗蛋白質	1.15	1.98
純蛋白質	0.80	0.91
脂肪	0.10	0.93
不含氮的提出物	3.13	4.48
纖維	0.65	0.83
灰	0.67	0.46

大規模酒精廠殘液分量太多，可以設法蒸去水分，成為乾渣。茲將玉蜀黍殘液之乾渣成分列下：

水	9.40
粗蛋白質	23.21
純蛋白質	22.29
脂肪	8.63
不含氮物質	45.03
纖維	9.31
灰	4.42

此等乾渣含蛋白質約23%，又脂肪8%，與油餅之成分相似，故可代油餅，用為佳良之飼料或肥料也。

### 第三項 糖蜜殘液

甘蔗糖蜜平均成分如下：—

水分	25.38%
蔗糖	33.88%
轉化糖	28.00%

有機物(除糖分)	12.85%
灰分	5.39%

此 5.39% 之灰分,其組成如下:—

碳酸鉀	2.13%
硫酸鉀	0.87%
氯化鉀	0.87%
氯化鈉	0.27%
碳酸鈣	1.21%
硫酸鈣	0.12%
碳酸鎂	0.33%
磷酸鈣	0.31%
氧化矽	0.66%
共計	6.77%
除去CO <sub>2</sub>	1.38%
全灰分	5.39%

甘蔗糖蜜灰之成分如下:—

K <sub>2</sub> O	35.61%	KCl	14.42%	NaCl	4.92%
CaO	16.75%	MgO	2.99%	SO <sub>3</sub>	8.74%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.88%	SiO <sub>2</sub>	13.92%		

糖蜜發酵後,糖分變為酒精,而灰分則仍留存於殘液之中,可用鉀灰蒸發爐 (potash recovery oven) (此爐可向美國之 Philadelphia Coppersmithing Company 定購) 中燃燒之。蒸發爐形長而狹,其一端設 6—7 小室,他端設一小爐,用木材燃燒。當開工時,第一室先盛以殘液,由小爐通來之火焰,至室之上下,而使殘液蒸濃。然後將第一室之液,流至第二室;而第一室復以新殘液盛之。第二室之殘液蒸濃,至可以

自然燃燒時，流至第三室（此時第一室之液，復流至第二室；而第一室復盛以新殘液，以後照此手續，繼續進行。）自此以後，無須增加燃料；因第三室第四室供給之熱力，較第一室第二室殘液蒸發時所需要之熱力為多也。故此法可以永久工作，無需燃料，粗鉀灰（含 $K_2O$  40%）之收量，合所用糖蜜量百分之十。

粗鉀灰加以淡鹼水，使灰中之溶化鹽類溶於其中。此溶液放於真空罐蒸濃，至波美表 47 度時，硫酸鉀結晶而出。俟冷至溫度  $30^{\circ}C$  時，氯化鉀復結晶而出。此等結晶，分別濾出後，剩餘之母液再蒸至波美表 50 度，冷卻之後，鉀及鈉之碳酸鹽亦結晶而出。此等結晶鹽用重結晶法，精製之後，即可出售矣。

甜菜糖蜜亦可按同一方法，提取其鉀灰。

又有所謂威力立 (Chilinit) 法，乃將殘液在真空蒸發罐蒸至波美表 41 度，然後將濃殘液混以粗硫酸及熟石灰。將混合物乾燥後，所得乾燥物之重量，合糖蜜重量百分之二十五，為優良之肥料，其成分如下：—

氮質	3.8%
鉀灰	12.8%
石膏	27.0%
有機物	50.0%
水	6.4%

上述乾燥物，係由甘蔗糖蜜製成。

甜菜糖蜜及甘蔗糖蜜均含有鉀灰、氮質及少量磷酸，尋常可混以泥煤或蒸成濃液，以為肥料之用。

#### 第四項 雜醇油

酒精發酵時，生成少量雜醇油 (fusel oil)，當發酵醪蒸餾時，可以分離而出，其量約合酒精產量千分之一至七，普通千分之三。茲述雜醇油之成因、成分、分析法、精製法、及用途如次：—

(一) 成因 雜醇油含有各種化合物，最主要為兩種戊醇如下：—



*d*-戊醇  $\text{CH}_3\cdot\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\cdot\text{CH}_2\cdot\text{OH}$  此醇不齊碳原子 (asymmetric carbon atom)，具光學的作用。此外尚有丙醇、異丁醇及痕迹之脂肪酸、醛及其他物質。

此等不含氮化合物之原始，初疑為液中糖分被釀母或裂殖菌之作用所生成；亦有疑為脂肪酸直接還原而成者。一九〇七年埃爾利赫 (Felix Ehrlich) 曾作各種試驗，確定此等化合物之來源乃為氨基酸；而氨基酸乃由蛋白質分解而成者。其反應式已詳酒精發酵之化學章中。

(二) 成分 雜醇油之成分不一，茲舉一、二例如下：—

據文提什 (K. Windisch) 分析馬鈴薯及穀類所生雜醇油之結果 (係除去乙醇而後計算者) 如下：—

	成分(以重量計)	
	馬鈴薯	穀
正丙醇	6.85	3.69
異性丁醇	24.35	15.76
戊醇	68.76	79.85
己醇	—	0.13
庚醇	—	痕迹
遊離脂肪酸	0.01	0.16

醚	0.02	0.30
吡喃甲醚及鹽基質 (bases)	0.005	0.02

又據培爾 (J. Bell) 分析穀及糖蜜之雜醇油，所得結果如下：—

	穀	糖 蜜
乙醇	5.5	9.0
丙醇	18.9	13.0
丁醇	33.4	42.0
戊醇	42.2	36.0

據著者分析糖蜜所生雜醇油之成分如下：—

戊醇	54%
丁醇	8%
丙醇	19%
乙醇	5%
水	12%
松香質沈渣及其他不純物	2%

### (三)分析法

雜醇油之價值，乃視其戊醇之含量而定，故其分析方法頗為重要。

1. 簡易分析法：取50公撮有玻璃塞子之量筒，加入10公撮雜醇油樣品及10公撮苯。混和後，加30公撮水；則苯層分離。苯層所增加之容量，即為雜醇油中之戊醇量。

此法雖簡，但不精確，因雜醇油中尚有其他高級醇，如丙醇、丁醇，亦有一大部分溶於苯層也。

2. 分餾法 取2000公撮圓錐瓶，裝以分餾管，加入1500公撮雜醇

油。緩緩蒸餾，分下列四部分收集之：

(甲) 從蒸餾起至  $90^{\circ}\text{C}$ ；

(乙)  $90^{\circ}\text{C}$  至  $115^{\circ}\text{C}$ ；

(丙)  $115^{\circ}\text{C}$  至  $127^{\circ}\text{C}$ ；

(丁)  $127^{\circ}\text{C}$  至  $131^{\circ}\text{C}$ ；

(甲)部分含有酒精、少許雜醇油及水。將此部分注入另一圓錐瓶，亦裝有分餾管，於浴鍋上蒸餾之，使大部分酒精及水蒸出為止。剩下液體再注入分液漏斗，加食鹽使其飽和。雜醇油浮於上層，將下層鹽液漏出即得。(乙)部分亦加以食鹽，分出其雜醇油部分如上。此部分乃與(甲)混和，重行分餾，蒸至 $112^{\circ}\text{C}$ 時(丙)部分再加入一同蒸餾。至 $127^{\circ}\text{C}$ 時，將其蒸出液另行收集，記其容量。此容量加(丁)之容量，即得戊醇之容量。

(四)分留法 將粗雜醇油混以生石灰，放置過夜，除去水分及不純物。次將雜醇油離出，放入分餾器分之。分餾所得分餾液，依下述溫度，分三部分而收集之。

1.  $80-102^{\circ}\text{C}$

2.  $102-120^{\circ}\text{C}$

3.  $120-132^{\circ}\text{C}$

第一部分加食鹽及氯化鈣，除去水及乙醇後，將液分出而蒸餾之。第一部分之主要成分為丙醇，第二部分為丁醇，第三部分為戊醇。圖87乃雜醇油之分餾器。a. 罐內設蒸汽蛇管，以供雜醇油之加熱；b. 分餾塔，分為四層，各層內部之構造與尋常蒸餾機同；c. 為溫度計；d. 為凝結器；e. 為成品冷却器；f. 為成品測檢器。

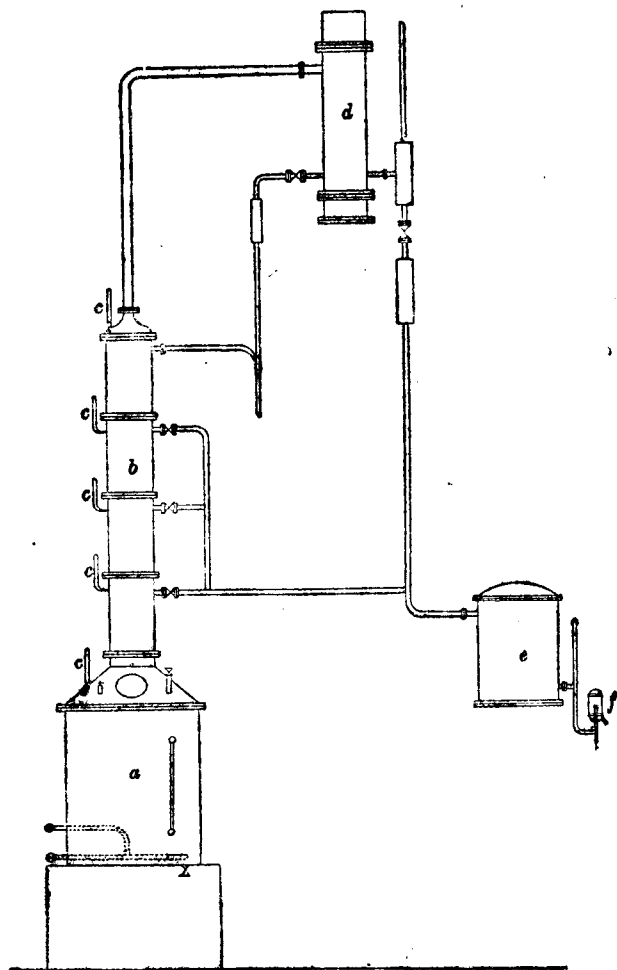


圖 87. 雜醇油分餾機

(五)用途 雜醇油之主成分為戊醇，戊醇可製乙酸戊酯 (amyl acetate)。乙酸戊酯味似香蕉，可為溶化劑及香精，尤以應用於假象牙之製造者為多。茲述其設備及製法如下：一



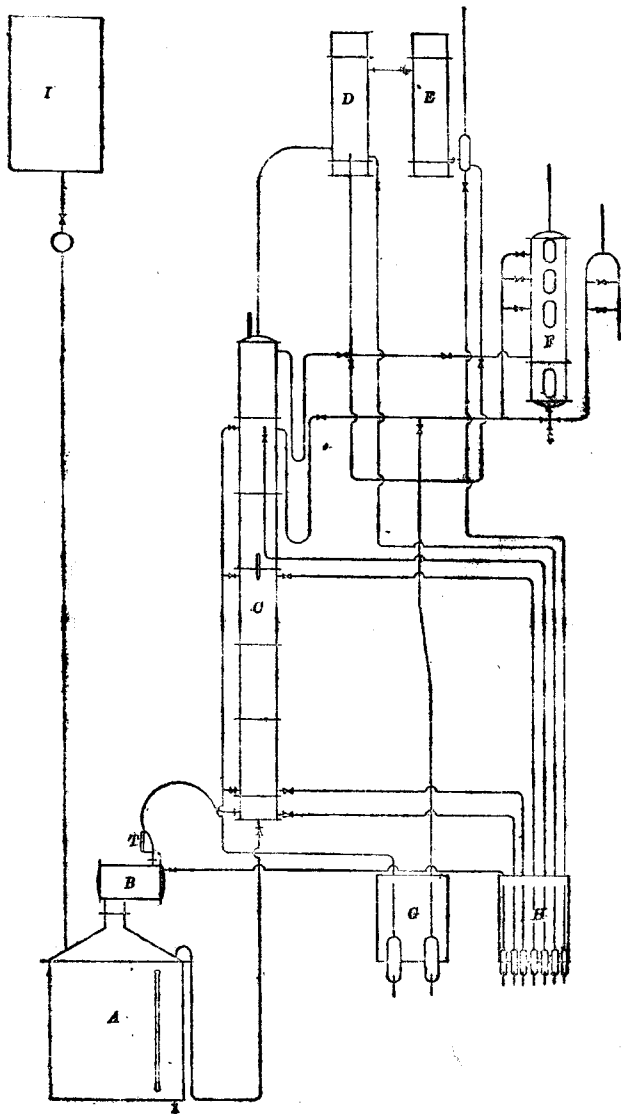


圖 88. 乙酸戊酯製造器

1. 設備 製造乙酸戊酯之設備，較為複雜。如圖 88A. 為耐酸反應罐；B 為分析器，用以分離液中之水分；C 為分餾器；D、E 凝結器；F 分析器，可由水中分出乙酸戊酯；G 為生成品之凝結器；H 為測檢器；I 為原料貯存器。

2. 製法 一份戊醇及一份冰醋酸之混合物百份，加以四份硫酸，送入 A 中，用間接蒸汽熱之。最初蒸出者為水與乙酸戊酯及戊醇，通入 B，而至 C 塔，再入 D、F，使多量水分之乙酸戊酯及戊醇流入分離器 F，以分去水分。乙酸戊酯及戊醇，仍回入 C 塔中，直至水分完全分離後，則所蒸出者，為乙酸戊酯與戊醇之混合物。此時導此液至 G 冷却器中，以為下次製造之原料。俟乙酸戊酯及戊醇之混合液完全蒸畢，嗣後蒸出者，則為純粹乙酸戊酯，仍經 G 冷却器，而入受器中。H 為測驗器可以時時測定全裝置中各部所合之成分，以為工作之南針。

## 第十五節 酒精之用途

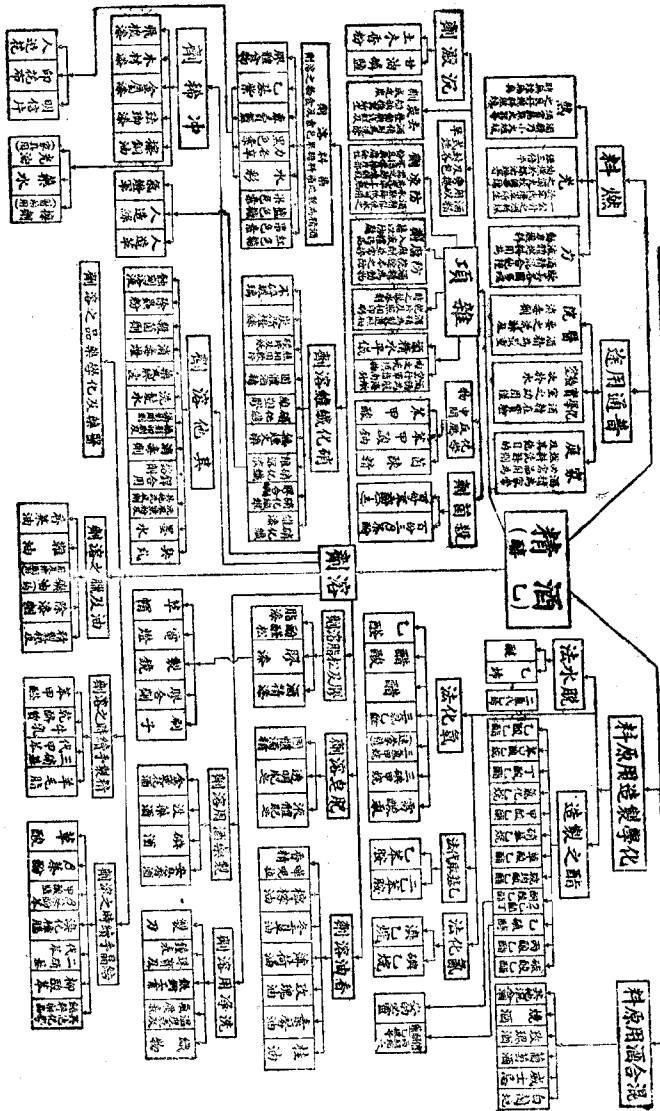
### 第一項 概論

酒精之用途甚廣，而以用充動力燃料、製藥原料及溶化劑者為大宗。茲將各項用途，圖解如 193 頁所示。

### 第二項 酒精代替汽油問題

近世內燃機關之為用甚廣，駸駸焉有代替蒸汽機關之勢，故從前重視之固體燃料，已逐漸轉變為液體燃料。液體燃料以汽油為最重要，汽油為飛機、運輸車、坦克車及一切動力機關之來源。一旦汽油之供給斷絕，則交通將隨之而停頓。近來我國公路之建設，一日千里，民國二十

# 酒精用途圖解



四年度通車里數已達九六、〇〇〇公里，故汽油之輸入量因之亦與日俱進。民國十八年爲一〇八、四一八、八九五公升，民國二十四年增至一五五、一八八、四三一公升，六年之間增加幾達百分之五十。將來交通愈便利，工業愈發達，則汽油之需要量，亦將隨之而增多。倘不力圖根本解決之方，則漏卮之巨將伊於胡底！吾國石油儲藏量雖不甚低，產量却甚微薄。東北產品正開發中，陝西四川油產不旺，甘肅新疆貴州等省雖有油田，但有無豐富油產，尙待鑽探。故汽油問題之解決，非旦夕之間所能實現也。

歐美各國對人造汽油問題，精心研究，不遺餘力，一九一四年德國首告成功。其法爲用褐煤加氫氣後液化而成汽油，即所謂煤之氫化法。此法英德二國業已設廠製造。他如油頁岩之蒸餾，液體燃料之合成，煤之低溫蒸餾，植物油之製煉，均可製成汽油。但此等方法，既需巨大之資金，復賴精巧之技術，一時創辦究非易易。竊意目前急救之法，惟以酒精代替汽油爲最切實最易舉之途徑。

按酒精代替汽油問題，歐美各國，研究已久，成績亦極可觀。其方法不外下述四種：

(I) 94—96% 酒精。

(II) 酒精與醚之混合物。

(III) 96% 酒精與汽油之混合物，用高級醇爲混合媒。

(IV) 無水酒精(99.8%) 與汽油之混合物。

(I) 94—96% 酒精。

使用 94—96% 之酒精以代汽油，利弊各見。茲分述如次：

## (A) 利點

1. 製造酒精之原料，係屬植物，無竭盡之虞。
2. 酒精之貯存及使用之保險規則，較汽油為寬，因酒精遇火，可以水消滅之也。
3. 酒精當燃燒時生熱較小，故冷却用水之需要量較少。
4. 汽缸溫度較低，故可免汽缸滑潤之困難。
5. 火焰之發生速度較小，且活塞之全動程之壓力較勻，故操作順利，震盪較微，且可免過早着火之衝擊。
6. 汽油引擎如用酒精則可生10→20%較多之馬力，且在任何壓縮，所得熱之效率，亦較汽油為高。
7. 引擎缸壁不着(或極少)炭渣。
8. 酒精可用較大壓縮，而無着火過早之虞，故熱之效率較大。汽油之最佳壓縮為每平方英寸七十磅之壓力，而酒精則為一百八十磅。

## (B) 劣點

1. 酒精之揮發點較高，故空氣及酒精汽之混合物，在冷天時，不易爆炸，因此在寒冷時，引擎之開動困難。若在熱帶地方，則可免此弊矣。
2. 酒精及空氣之爆炸混合物之比率，與汽油及空氣之爆炸混合物之比率不同。在同一縮壓之下，前者乃一份酒精與9.5—11.5份之空氣，而後者乃一份汽油與15—23份之空氣。因此引擎之適應性較低，即引擎速度之調節較為困難，尤以低速度為著。如汽車每小時速度為20—25英里者，尚無此種困難。但車經路隅之時，往往減至最低速度，既過路隅之後，欲立即增加速度，則困難立至矣。

3. 因酒精之最適壓縮度較汽油大一倍餘，若將酒精供汽油引擎之用，則燃料之消耗量較大。如將引擎之壓縮增加，則酒精之消耗量大減，故酒精不適於現今通用之引擎。

美國曾以九份 94% 酒精 7.5 份汽油及 0.5 份之吡啶 (pyridine) 混合物，作 894 英里之長距離試驗，其結果每美加倫酒精為 12.6 英里，而汽油則 18.9 英里。因酒精混合物之熱值每美加倫為 83,500 B.t.u. 而汽油為 125,000 B.t.u.，故每英里熱之消耗，酒精為 6627 B.t.u.，汽油為 6614 B.t.u.，可知兩者熱之效率則相同。

## II. 酒精與醚之混合物

綜觀上述酒精僅能應用於特別引擎，而對現今之汽油引擎，實不能作為代用品，因用量既大，且開始之時及速度之調節均感困難也。揆厥原因，實以酒精燃燒之速度緩慢，氣體壓力低少，且與空氣所成爆炸混合物之範圍亦小之故也。酒精用作引擎之缺點既如是，補救之法，惟有加入具酒精缺點性質之物質而已。最適當之物質足以應用者，厥為乙醚，因此物揮發易，氣體壓力高，且與空氣所成爆炸混合物之範圍亦廣也。酒精及乙醚混合物勝於揮發油之點甚多。故誠為將來合理之引擎燃料也。

酒精及乙醚之混合物，用作汽油代用品。南非洲、檀香山、古巴及英屬基阿那均已應用。茲述其各種專利混合物如下：

(1) 南非洲自一九一八年以來，所用引擎燃料名曰 Natalite 者，含有：

變性酒精 約 55%

乙醚 約45%

氨水或三甲基胺 (trimethylamine) 0.35%

(2) 檀香山自一九二〇年以來所用之混合物含有：

酒精 63.3%

乙醚 34.8%

燈用石油 1.3%

吡啶 0.6%

(3) 英屬基阿那所用混合物名曰 Alcolene 者，係由大規模製造而成，其成分大約如次：

酒精 65%

乙醚 34%

燈用石油 0.5%

苯胺 (aniline) 0.7%

又加甲烷紫使其着色

上述三種混合物試驗結果，若化汽器調節得宜，每加倫所行之英里數，與使用汽油相較，可達百分之九三以上，其他利點如次：

- A. 開動冷引擎時，較用汽油者，尤為便利。
- B. 引擎燃料不着炭渣。
- C. 加速與汽油相等甚或超過之。
- D. 疾速之時決無震動之弊。
- E. 燃燒之溫度較用汽油者低。
- F. 引擎不至腐蝕。

G. 滑潤油之消耗較少。

H. 如遇因火失慎等事,可用水救熄之。

綜觀上述各點。可知乙醚實為酒精代汽油之優良合劑。且乙醚係由酒精加硫酸製成,故無異可以酒精完全代替汽油。但乙醚之價稍昂,故應用之量愈少愈妙,庶合經濟之原理。即就引擎而言,乙醚用量過多者,則因乙醚迅速蒸發之故,使混合器之溫度降至露點以下,亦屬不宜也。

### III. 普通96%酒精與汽油之混合物用高級醇為混合媒

按(I)段所述酒精既不適現今引擎之用,故有倡議將汽油加以少量之普通酒精,藉以減少汽油之消耗量者。但汽油可與任何比例之無水酒精相混,而與普通酒精則不然。茲將96%酒精與汽油之各混合物之分離溫度列下:

酒	精	汽	油	立刻混合與否	分離溫度
10%		90%		不能	21°C以上
20%		80%		不能	21°C以上
30%		70%		不能	21°C以上
40%		60%		可以	19°C
50%		50%		可以	3.4°C
60%		40%		可以	-2.0°C
70%		30%		可以	-13.5°C

觀上表可知酒精與汽油之比例,須為7:3方不易分離。如加以高級醇如丁醇或戊醇,則分離溫度可以減少。據南京中央工業試驗所之試驗結果,若以30份酒精及70份汽油之混合物加以6%戊醇,則分離溫度可以減至零下17°C,若用7%則分離溫度可以減至零下21°C以下。



使用上述混合物以代汽油，按中央工業試驗所作距離試驗之結果，兩者燃料消耗量亦相差無多，但此混合物應用多量之混合煤。此種混合煤雖可利用酒精廠副產之雜醇油，但其產量甚少，且價格較昂，故實際應用頗有困難也。

#### IV 無水酒精與汽油之混合物

上述普通酒精與汽油之混合須用高級醇為混合煤，然後在低溫度方不至分離，無水酒精與汽油則在任何比例均可混合，且在任何溫度不至分離。世界各國採用之者日益多。茲述其利點如下：

##### A. 酒精之消滅衝擊價值較高

汽車之衝擊為常有之現象。據夸歧恩 (Mondain-Monval et Quanguin) 云：此乃因含有過氧化物之故。碳氫化合物在高溫度（因高壓縮之故）分裂為過氧化物，此物具大潛熱，因電花而驟然散出，故四周之氣體混合物立即燃燒，其速度每秒鐘可達 1.5—英里（正常速度為每秒 50—70 英尺），此種驟然燃燒，繼以特殊之金屬聲響，名曰衝擊。美國採用之消滅衝擊劑為四乙基鉛 (tetraethyl lead)。但因此物有毒，故採用之者尚不普遍。

按酒精為最優良之消滅衝擊劑，據李嘉圖 (Ricardo) 氏以純粹之甲苯 (toluene) 為消滅衝擊之標準，所得各種燃料之甲苯指數 (toluene index) 如下：

燃料	甲苯指數
甲苯	100
乙醚	130
苯	67

已烷

8

庚烷

37

## B. 酒精之發生能力高而消耗低

引擎之壓縮比率增高時，則氣體混合物熱值之利用較為完全，故效率可以增加，且消耗可以減少。觀圖 89.90，壓縮比率由 4 增至 5 者，則多得之能力(以每小時之馬力表示之)為

$$\frac{(32.5-26) 100}{26} = 25\%。 \quad (\text{圖89})$$

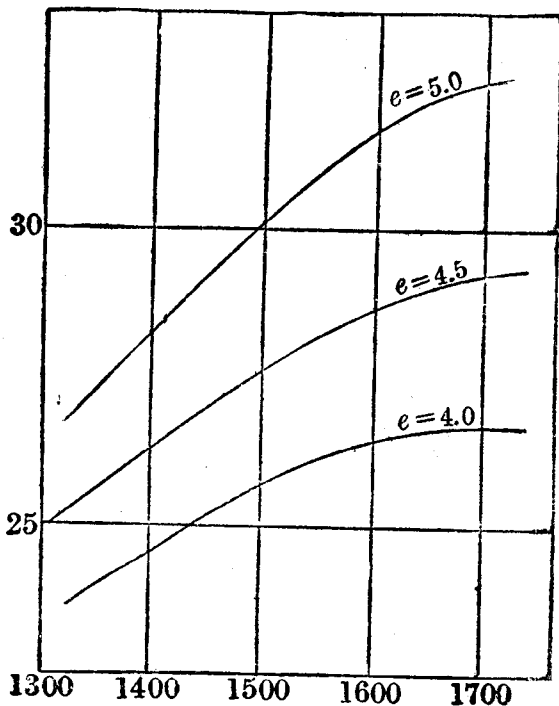


圖 89 壓縮率(e)與能力(馬力小時)之關係

又燃料之減少(以每馬力小時之公分數表示之)爲

$$\frac{(295-240)100}{295} = 18.6\% \text{。 (圖90)}$$

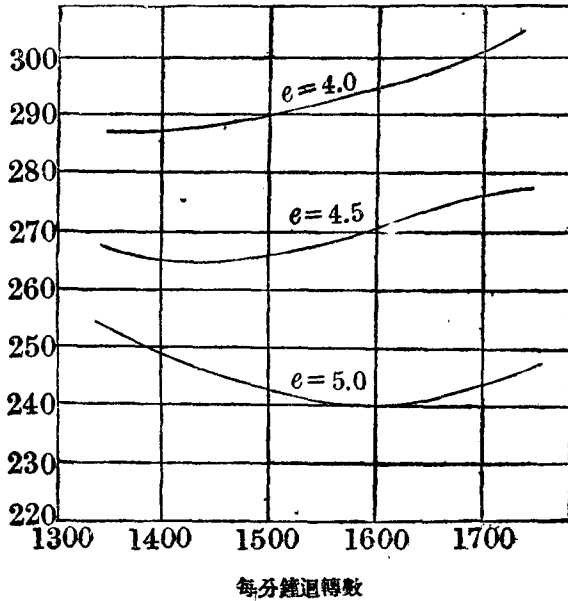


圖 90 壓縮率(e)與馬力小時的消耗(以公分計)之關係

如將汽油加以適量之酒精,則上述利點尤爲明顯。如圖 91,汽油在壓縮 5 時,即起衝擊現象,如加以 20% 酒精,則可抵抗壓縮 6,因此能力隨之而增多者爲

$$\frac{(37-32.5)100}{32.5} = 14\% \text{ (圖92)}$$

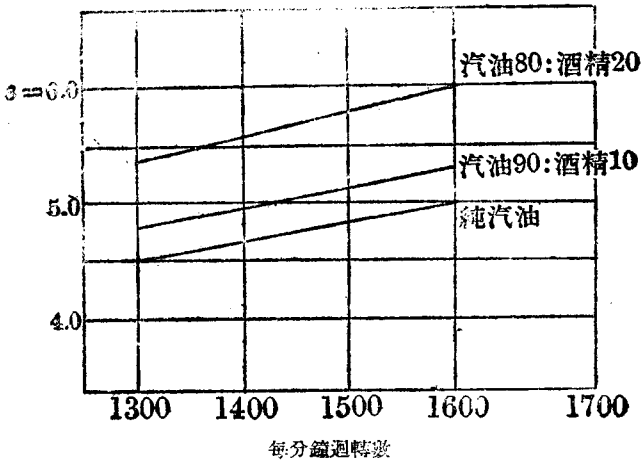


圖 91 壓縮率(e)與衝擊之關係

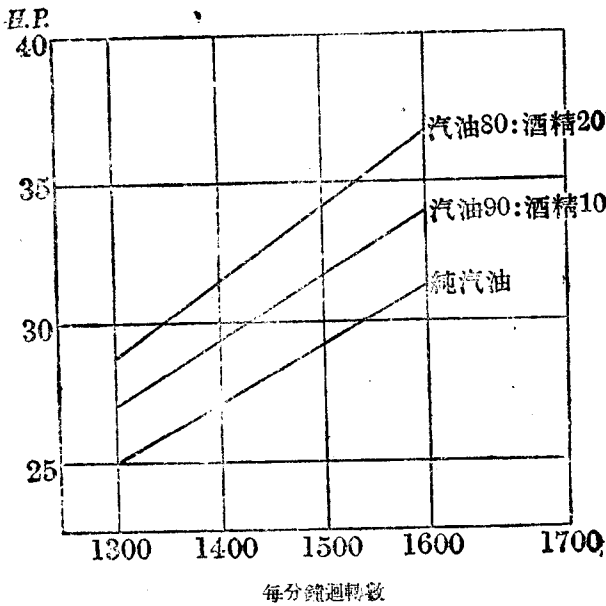


圖 92 在壓縮率6時能力之增加

若將酒精汽油混合物，用於尋常引擎，據波蘭及德國專家之試驗結果，亦可得上述同一之利點。但混合物中之酒精成分以 30% 為最大限度。又據杜曼諾亦斯 (Dumanois) 以飛機引擎兩座，一為 180 馬力之 Hispano，一為 300 馬力之 Renault，使用含有 10—20% 酒精之混合物試驗之，其結果，能力可以增多，而消耗則不增加。

#### C. 酒精之消除卡拉明 (calamine) 性質

酒精具有除去卡拉明之功，故汽車常用酒精為洗滌劑。且酒精分子含氧，燃燒較為完全，故用汽油酒精混合劑者，其引擎較為潔淨。

據波蘭自動車公會 12548 英里之長距離試驗，使用普通 Chrysler "66" 汽車，以 70/30 汽油酒精混合物為燃料，每小時速度 34.582 英里，共費 388 小時 56 分，(內阻礙時間 29 小時 30 分鐘)，即在停止時間，引擎仍繼續開動。燃料消耗量為 965 加倫。即每 100 英里消耗 7.77 加倫(停止時間在內)。試驗完竣，將引擎重要部分拆卸，檢查內部，其結果如次：

1. 壓縮室內部及活塞附着之炭渣，較使用汽油者為少。
2. 電光塞 (sparking plug) 仍然清淨。磁隔離物 (porcelain isolator) 並無炭渣。
3. 活門仍然清潔，損壞極微，入口活門略有炭渣。
4. 汽缸壁並不受侵蝕。

#### D. 酒精汽油之揮發力

若將 85/15 汽油酒精混合物蒸餾之，在 70°C 以下時，有 50% 之 85/15 汽油酒精混合物可以蒸出，而汽油則祇有 10% 在 70°C 以下，可以蒸出。

可知酒精與汽油中所含某成份，合成共沸物(azeotropic mixture)，具有最低之沸點。故引擎用此混合物為燃料者，易於開動也。

綜觀歐美各專家之試驗，引擎使用汽油酒精混合物者，開動既易，加速亦佳，即在極低速度，亦無衝擊現象，且引擎內部既不受影響，燃料之消耗亦不增加，誠為優良之燃料也。

關於反對使用無水酒精為混合劑者，懷疑之點尚多。茲分別反駁如下：

#### (A) 汽油酒精混合物之吸濕力

多數人常謂無水酒精之吸濕力甚強，故汽油加以無水酒精有分層之虞。實際上無水酒精與96%酒精吸濕力相去亦無多。據庫泰特 (Coutant) 及馬立勒 (Mariller) 之試驗，將含有15%無水酒精之汽油，在大面積及極潮濕之處，不絕攪拌四十三日後(7.8°C)，方分為兩層，可知汽油酒精混合物，可無吸收空氣中水份而致分離之虞。

據瑞典胡本得克 (Hubendick) 教授云“Lattbentyl” (含25%酒精) 採用數年，從無分層現象。

#### (B) 化汽器之調整

一公分酒精燃燒時所需之空氣，較一公分汽油所需者為少，故若以酒精代汽油，則化汽器似乎須加調整，或增加燃料量，或減少空氣量。但據各專家試驗，酒精含量在30%以下，化汽器無調整之必要。據胡本得克教授云，使用 Lattbentyl 之汽車，不但開動及加速均屬優良，且引擎完全不必改換也。

### 第三項 固形酒精之製造

固形酒精便於家庭、旅行及軍旅之應用。其製法甚簡，用以固化酒精之原料有三：一

1. 胰皂
2. 脂蠟酸及苛性鈉
3. 硝化纖維

第一法乃將胰皂溶於酒精，俟凝固即成。此法成品不透明，且不雅觀。第二法每1000公撮之酒精，用10公分脂蠟酸，及2.2公分苛性鈉。法將脂蠟酸先溶於半量熱酒精（60°C），又將苛性鈉溶於其他半量之熱酒精（60°C），然後同時放入預先加熱至60°C之容器中，1—2分之後，即可凝固。應用以上兩法者，燃燒後均有殘渣，且火焰帶黃色，尤以第一法為甚。應用硝化纖維者，可免此弊。

#### 第十四節 無水酒精製造法

##### 第一項 總說

酒精與水之混合液，使用普通之蒸餾方法，總不能得純粹無水之酒精。昔時科學尚未發達，無水酒精之用途，僅限於化驗及醫藥等項，故無大量製造之方法；自內燃機製造改良，液體燃料，日見重要。世界各國中，無液體燃料之出產者，或出產不多者；欲謀解決此問題，莫不以酒精為代替品。惟完全使用酒精，因發火較遲，用量較多，不合經濟。如將汽油滲加10—30%之無水酒精，則結果極佳，歐洲各國相繼實行，無水酒精之銷量因而大增，各學者對於無水酒精之製造研究，亦日有進步。現今無水酒精之製法頗多，茲將各種製造方法及理論分別敘述，以資研究。

## 第二項 酒精脫水理論

酒精由與水之混合液，當沸騰時，其液中所含酒精成分之關係；及其他理論，已如前述。

今倘以液相中含酒量( $x$ )，與汽相中含酒量( $y$ )，用圖93表示之，即A B之對角線為液相中含酒量等於汽相中含酒量( $x=y$ )，是故淡酒精(即水多酒精少)開始蒸餾時，汽相中之含酒量( $y$ )較多於液相( $x$ )，故其平衡曲線在對角線之上，及至液相與汽相中相等時，即曲線與對角線相交於S，即此時蒸餾之工作無法再進。反之以濃酒精(即95.4

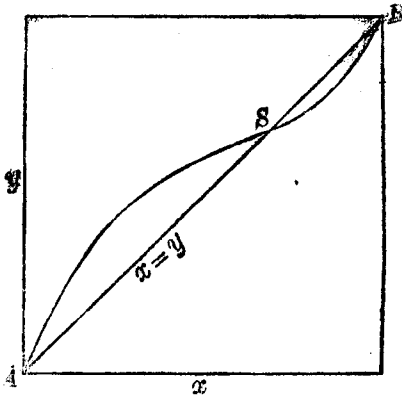


圖 93. 酒精液相與氣相之含酒量

%以上) 蒸餾之，其汽相中酒精含量，較液相為少，亦即液相中酒精，較汽相中為多，故其平衡線自B端起而在對角線之下。蒸餾進行及至液相與汽相中酒精含量相等，即S點交於對角線上，蒸餾工作又無法進行。因此酒精與水用普通蒸餾方法不能完全分離。

倘能將S點移動如圖94之AF'S'B曲線，則S'點較S為高，即液相與汽相平衡時，酒精之含量較S為多；倘其曲線為AF''B，則並不與A B線相交，即汽相中之酒精量常較液相中為多，因此可使酒精與水完全分離。合於此種理論之方法，即將含水之酒精，加入第三種物質，使水分為之吸收，則加熱蒸餾時，汽相中完全為酒精。現今已發明之無水酒



精製造法，合於此理者，爲石灰法，石膏法，希亞 (Hiag) 法，馬立勒 (Mariller) 法等是也。

倘能將S之交點，向下移動，如圖95中之 A S'F'B 曲線，或再移動，如曲線AF''B；即蒸餾時原液中之水分，完全揮發在汽體中，蒸餾之終，所餘殘液爲無水酒精。合乎此種理論之製造無水酒精方法，最近發明者，有添加苯，輕油，三氯化乙烯等物在蒸餾機中，使水分及添加物，先行揮發，剩餘之無水酒精集於蒸餾機之底部，可分出之。如共沸法 (azeotropic process) 德勞威諾爾 (Drawinol) 法等是也。

### 第三項 生石灰法

普通酒精中之水分，既不能用普通蒸餾方法以除去之，故須

以化學藥品吸收之，普通物質，能吸收水分，而不吸收酒精，且價值頗廉者，則莫若生石灰；生石灰能吸收水分而化爲消石灰，消石灰於工業上尙可應用，且石灰中餘剩之酒精，可以加熱使之揮發，而已被石灰吸收之水分，總不能同時洩出；故因此而成合理之方法也。

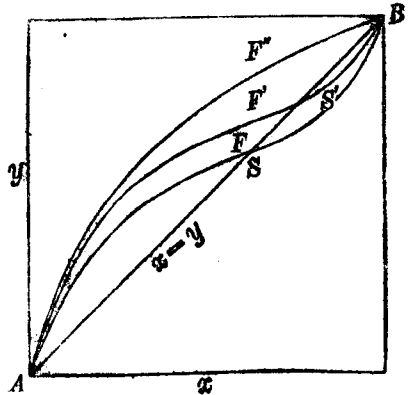


圖 94. 酒精液相與氣相之含酒量

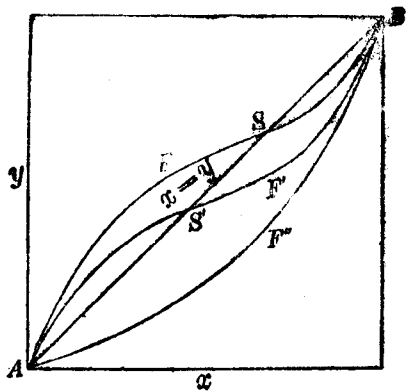


圖 95. 酒精液相與氣相之含酒量

圖 96 爲利用高壓力而使酒精中之水分，在短時間內被生石灰吸收之裝置略圖；圖中 A 爲高壓蒸煮鍋，上有 B 之攪拌機，通達鍋底，外部有 C 之水蒸汽夾層，用以加熱，D 爲清潔器用以除去攜帶在酒精汽中之微粒石灰，E 及 F 爲冷卻器，H 爲成品檢查器，K 爲真空儲酒槽，I 爲成品儲槽，M 爲原儲酒槽，L 爲真空唧筒。當工作開始時，先將小粒之生石灰置入 A 鍋中，密閉 A 鍋，開放空氣瓣，由 M 槽注入酒精，至適量而止。開動攪拌機，關閉空氣瓣及其他一切活門，開放水蒸汽入 C 之夾層而加熱之。俟鍋中酒精液沸騰而化汽時，即發生壓力。待此壓力升至每英寸 60—70 磅時，保持 1—1½ 小時，此時鍋內酒精中之水分完全爲石灰所吸收。乃漸漸開放 I 之活門，使酒精汽經 D 除去微粒石灰，而

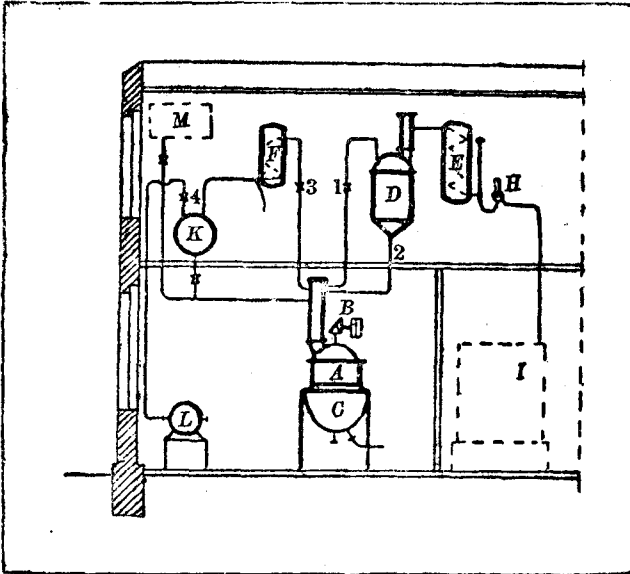


圖 96. 生石灰製造無水酒精裝置法

至E冷卻器，而凝結為無水酒精，由H成品檢查器而至I受槽。A中汽壓因酒精汽之洩出而漸低降，至最後與空中汽壓相同。在D中有凝結之酒精，則經2之活門而回至A鍋。A鍋中因C夾層之熱量，酒精完全揮發而僅餘被石灰所吸收之酒精時，乃關閉1, 2兩活門，而開放3, 4兩活門，並開動L真空唧筒，於是A鍋中之壓力更漸減低，存於石灰中之酒精完全揮發為汽體，在F中凝結而集於K中，直至鍋中絕無酒精存在時乃停止工作。K中之無水酒精，因使用真空蒸發，速度較速，石灰粒甚多，難於除盡，故暫留K中，於下次操作時，A鍋中無水酒精尚未完全

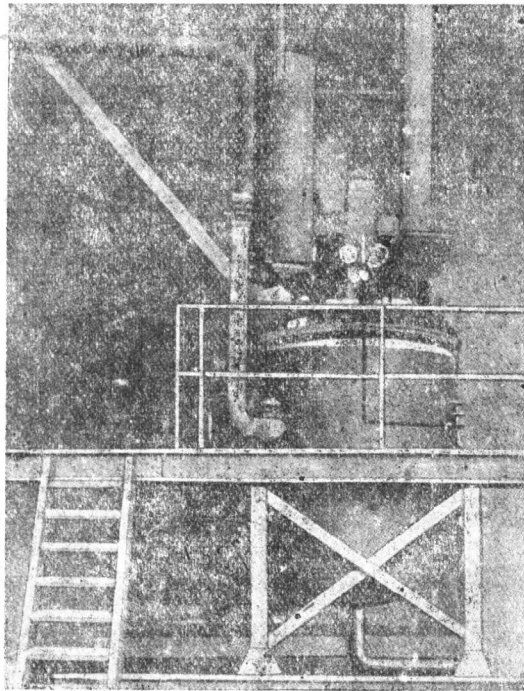


圖 97. 高壓蒸餾鍋

揮發時加入再為蒸發，以得更優之製品。A 鍋中餘剩之消石灰，可由鍋底取出，或加水成石灰乳後取出。圖97為高壓蒸煮鍋之照片。

此法僅適於小規模之製造。如能利用消石灰者(如亞硫酸紙漿工業之須用消石灰以中和其酸液者)尤佳。此法為間斷式，可任意停工及製造，亦無須夜工及熟練工人；每日出品量在 400—5000 公升。每公升成品僅消耗水蒸汽 1.2 磅與冷水 0.25 立方英尺及石灰 0.5—0.6 磅。倘消石灰可以利用，則製造費用當更省。製造時醛之生成極少，並可中和原酒中之酸液。

#### 第四項 石膏法

除生石灰可為脫水劑之外，尚有無水石膏亦可應用於工業上為酒精中水分之脫水劑。德國 I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft 工廠製造一種特別機械，使石膏川流在機器中以盡脫水之效力，而無間斷之煩。其方法之主要原理，即將含有水分之酒精(不論含水多寡，即在 90% 以下之酒精亦可使用)先行加熱汽化，在相當溫度之下通過無水石膏粉，經 10—15 秒之時間，酒精中之水分盡為石膏吸收，而成無水酒精汽體，石膏則化為含有半分子結晶水之石膏 ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ )；此種石膏仍為粉狀物，將此在  $150^\circ\text{C}$  以上之熱空氣中除去水分，而復成無水石膏，然後回復使用。圖98為石膏法無水酒精製造機與酒精蒸餾機直接連接之機械解剖圖。圖中 A 為酒醪預熱器，已發酵完全之酒醪，先經 A 而至蒸餾塔 B，所含酒精在 B 塔完全化為汽體，而於 A 預熱器及 C 凝縮器，完全凝結為液體，流至 D 之提淨塔，所得酒頭在 E 凝縮器凝結為液體後即成製品。已經提淨之淡酒精，由 D 塔底流至 F 精餾塔，在此處

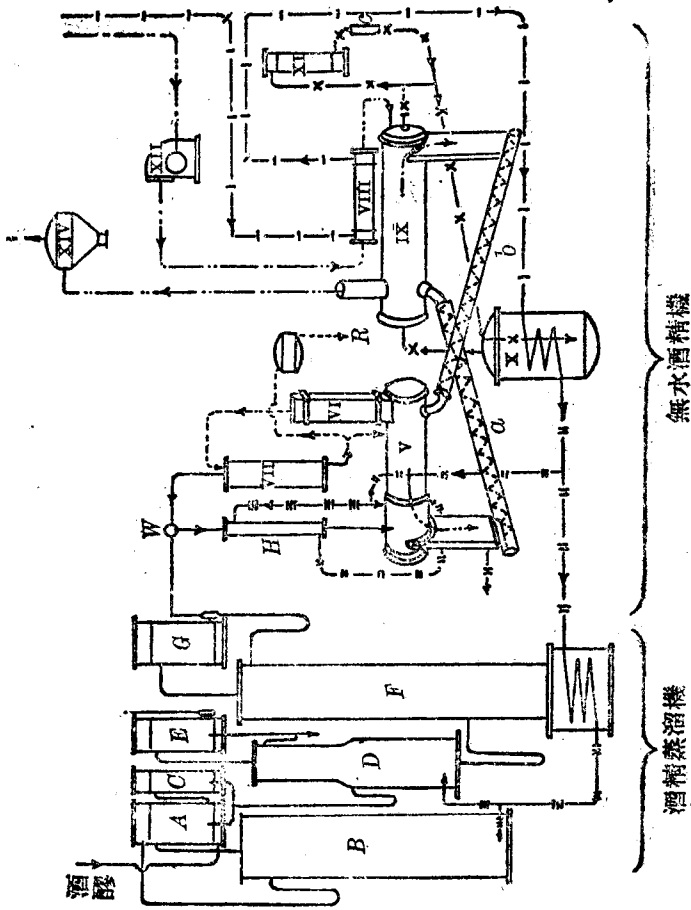


圖 98. 石膏無水酒精製造機與酒精蒸溜機直接相連之圖樣

酒精

無水酒精

空氣

x 各種有機物

—|— 高壓水蒸汽

-|- 中壓水蒸汽

...|... 低壓水蒸汽

石膏

所得之純酒精汽體，先在返流凝縮器G中凝結一部分，返流至精餾塔F。剩餘之高度酒精有兩路可通，用W活管理之；其一路至H加熱器，用水蒸汽加熱至相當溫度而至V脫水器。此器為臥式圓筒形，中裝特殊攪拌運送機，一方面使石膏與酒精汽體逆向前進；一方面則攪拌石膏使與酒精汽體充分接觸。酒精中之水分因此被石膏完全吸收，於10—15秒之時間成爲99.9%之無水酒精。無水酒精汽體經VI自動汽體濾過器，使汽體中之石膏粉完全分離之後，入凝縮器VII，無水酒精汽體於是凝結爲液體，再經VIII之安全濾過器使製品更爲優良，然後流至R受器。

當酒精中水分被石膏吸收時，能發生熱量。故如所用之原酒爲汽體，如圖98者，則用VII中已凝結之無水酒精，用噴霧方法噴入脫水器，以減低熱量；然如原酒爲液體時，亦可以原酒噴入以減低其熱量。關於此點，當於圖100再爲之說明。當原酒爲汽體之製造機，於脫水器發生障礙時，可將W之活塞，改變方向，使酒精汽體通至VII凝縮器中凝結；俟脫水器仍可繼續工作時，仍改W之活塞爲原狀，使酒精汽體導至H加熱器。此時所得之凝結原酒，則可噴入脫水塔以減低脫水器所生之熱量焉。由是觀之，脫水器中之某幾部分，一時爲汽化之用，一時復爲脫水之用。且其脫水之工作，以較淡之酒精爲有益，故噴入之原酒，同時亦能脫水爲無水酒精也。

圖99爲石膏於機械中環循之情形，圖中之A爲酒精脫水器，B爲石膏驅水器。石膏在A中吸收水分成爲 $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ 之後，落入C<sub>1</sub>受器，由D，搬運機運至B驅水器驅水後，成爲無水石膏，再落入C<sub>2</sub>受器，由

$D_2$ 搬運機運至A脫水器，以備再用。故石膏在機中之應用可以循環不息也。

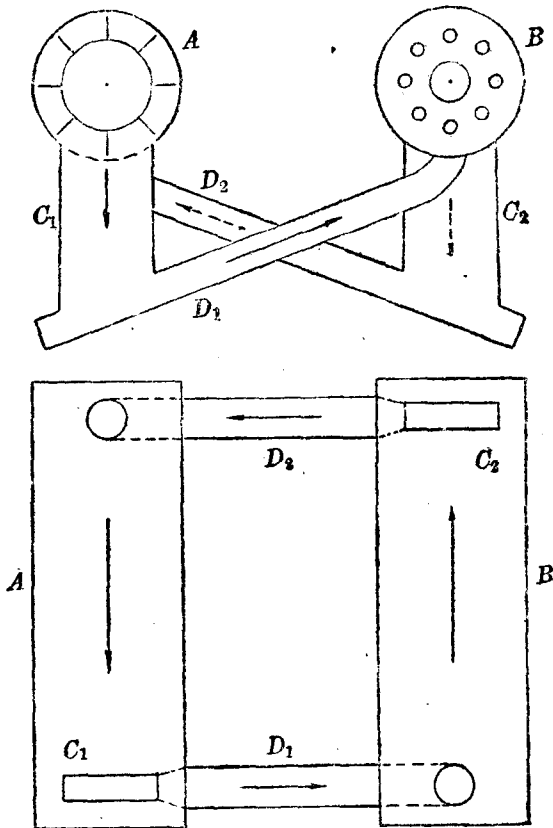


圖 99. 石膏於機械中循環之情形

圖98之驅水器IX亦為圓桶形，平行臥裝於脫水器之旁，其內裝有能旋轉之管數支，管中通以 $175^{\circ}\text{C}$ 沸騰之有機物汽體，此種汽體自蒸發鍋X蒸發而來，經過管中，其未凝結者，則引至XI凝縮器凝結為液體，經C檢查器而回至蒸發鍋之底部。在管中凝結者，即直接流回至蒸發鍋

之底，以便再用。在驅水器中之石膏因受管中之熱量，使半分子之水分揮發，乃由XII送風機送入空氣，（此空氣經VIII之空氣加熱器而成爲熱空氣），驅逐其中之水蒸汽，再經XIV分離器，分離其帶來之石膏粉末，而放至空氣中。已驅水之無水石膏用搬運機b運回至脫水器而再用。當時之石膏溫度尙高，利用此種熱量可以使噴入原酒或無水酒精汽化，如是則一方可以因此減低至相當溫度，他方復可藉此熱量以揮發酒精。

石膏之使用次數，與原酒中之高沸點不純物之種類及分量有關。倘欲知石膏之吸水力有無減少，可用驅水方法，以測定已吸水之石膏中之水分。如按時酌加新石膏，則工作不至間斷。

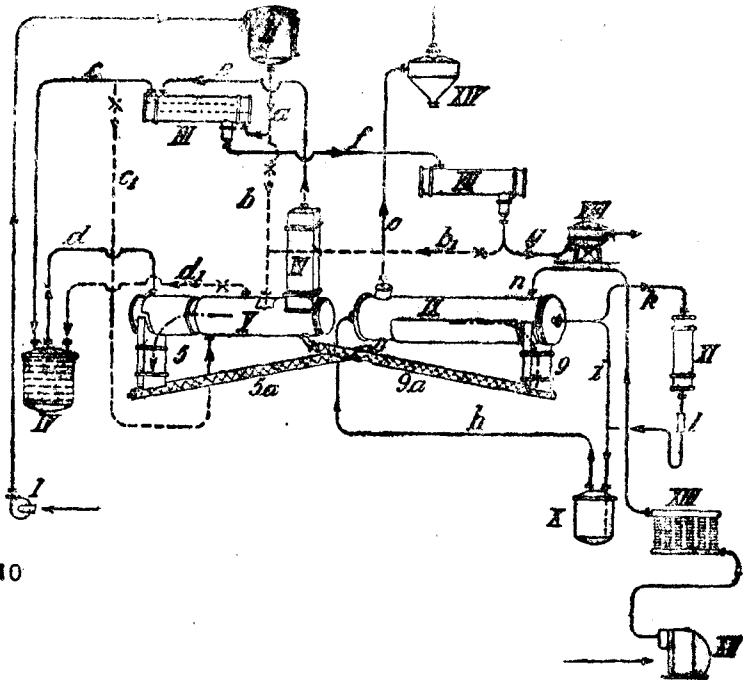
使用圖98之石膏方法製造無水酒精，而原酒爲酒精蒸餾機所出之高度酒精汽體，倘所用水蒸汽爲10—14氣壓，則此水蒸汽，以過熱至280—300°C爲宜。依照圖98裝置，使水蒸汽先經VIII之空氣加熱器，然後經X之蒸發鍋，所放出之水蒸汽一部分先至H加熱器，而至脫水器外部夾層，或至 $\text{CaSO}_4 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ 受器外部夾層以作加熱之用。一部分之水蒸汽可通至F精餾塔之加熱蛇管中。倘尙有餘剩之水蒸汽，可供提淨塔或蒸餾塔之直接加熱之用；如此則水蒸汽之使用頗爲經濟。

倘使用之原料爲液體酒精，則前部之脫水工作，其酒精之行程稍有不同，茲於圖100表示之。其後部之驅水工作與圖98完全相同，其說明從略。

圖100中I爲離心唧筒，用此將原料打至儲槽II，由a管流入預熱器III，經無水酒精汽體加熱後，由c流至IV蒸發鍋，蒸發之酒精汽



體，由 d 管導至脫水器 V，行脫水工作。已脫水之酒精汽經 VI 濾過器，由 e 管導至 III 預熱器加熱原酒，無水酒精之本身，一部或全部凝結，由 F 管而流至 VII 冷卻器，使完全冷卻。再由 g 管導至 VIII 濾過器而成製品焉。倘脫水器中因發熱而溫度過高，則可由 a 用 b 管導入原酒或自 g 用 b<sub>1</sub> 管導入霧狀無水酒精，以冷卻之；倘脫水器中溫度尚嫌不合，則可由 C 用 C<sub>1</sub> 管導已預熱之原酒至 V 之夾層中以減低其溫度，而由 d<sub>1</sub> 管導出原酒至 IV 蒸發鍋，如此則因石膏吸收水分所生之熱量可完全利用，故生產費用大可減少也。



10

圖 199. 石膏法製造無水酒精之機械(使用液體酒精為原料)

圖101爲石膏法製造無水酒精之實在機械照像，圖102爲機械之位置圖。

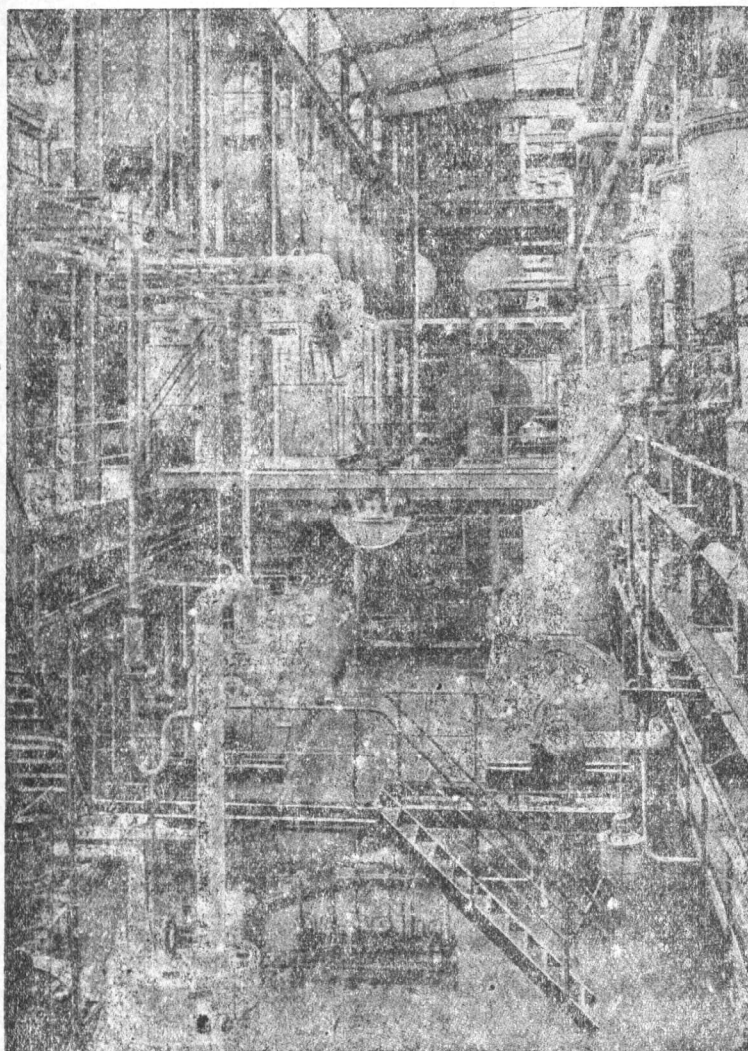


圖 101. 石膏法製造無水酒精之實在機械

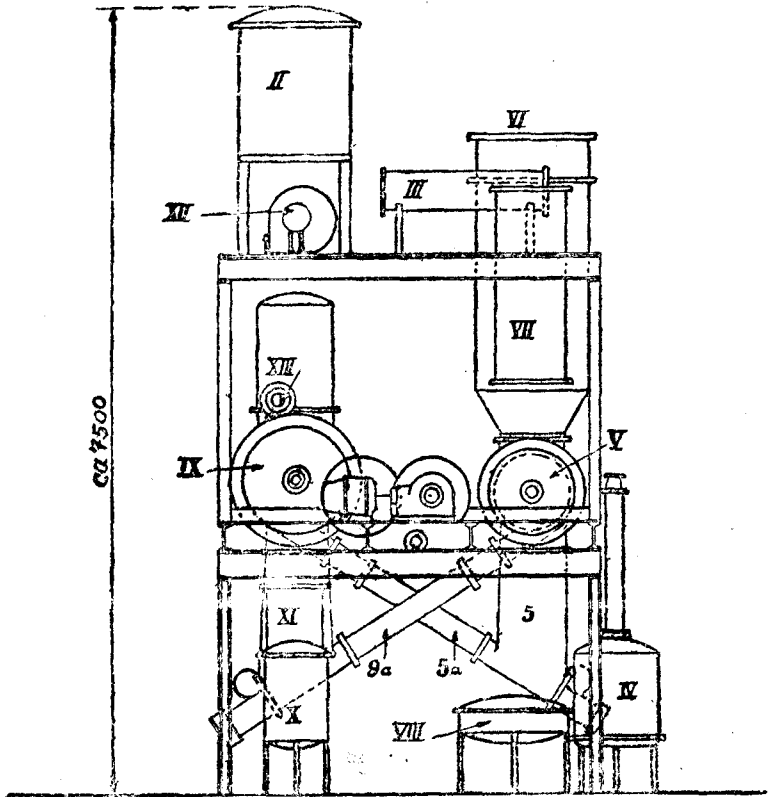


圖 102. 機械之位置 (石膏法)

使用石膏法製造無水酒精，其機械之裝設，無須極高之房屋；每日夜產量45000公升之無水酒精機械，高僅 25英尺。且於操作時，酒精均須化為汽體，故須與外間空氣隔絕，因此反無揮發之損失；又因機械中均為酒精汽體，故存留於機中之酒精量甚少，據該公司稱：每日夜能力 45000 公升者，其機械中僅存酒精汽體 30 磅，因此工作之停止與繼續並無絲毫困難與損失。因此方法，完全為直接吸水，故無淡酒之生

成，管理既便，材料亦省。至於脫水劑則為價廉之固體石膏，無燃燒性及毒性；即使無吸水性之石膏，無處利用，然對生產費之增加亦屬有限。

水蒸汽之消耗量，每製 100 公升無水酒精，而以酒精汽體為原料者，僅屬 114—133 磅；倘使用過熱高壓水蒸汽，與酒精蒸溜機並列，則水蒸汽之消耗當可更省。冷卻用冷水，因無中間凝縮與冷卻，故每製 100 公升無水酒精，僅須 43.2 立方英尺。酒精之損失率僅為 0.5%，因此製造費用較用其他方法為廉。惜此法成品常含極少量之石膏微粒；且因在高溫脫水，致一小部分酒精分解成不純物耳。

#### 第五項 希亞法

希亞(Hiag)法乃用醋酸鉀及醋酸鈉等飽和溶液為脫水劑，酒精汽體由下昇上，而鹽類溶液用以吸收酒精中之水分者向下流出。用 350°C 之過熱水蒸汽將鹽類脫水，循環使用。此法由 94% (容量) 之酒精製造 100 公升之無水酒精，約需 114—177 磅之水蒸汽，40 立方英尺之冷水。酒精之損失量約在 0.2—0.5%。圖 103 為德國金銀化學工廠最新改良之希亞法製造無水酒精之機械圖。圖 104 為每日製造無水酒精 25000 公升機械之中層照片。

圖 103 中 A 為儲存 94—96% (容量) 無高級醇及醛之純酒精，由 1 管經 B 調節器而至 C 預熱器，此預熱器之熱量乃由各處排出之水蒸汽凝縮水供給之。然後由 2 管至 D 鍋，鍋旁有 Q 汽化器用間接水蒸汽加熱，使酒精汽化上昇至 E 脫水塔。在塔中遇脫水鹽類吸收酒精中之水分成為無水酒精汽體。經 3 管至 F 凝縮器凝結為液體，經 4 管至 G 之成品檢查器，由 5 管至受槽。已吸收水分之鹽類下落至 D，由 6 管絡續流入 H



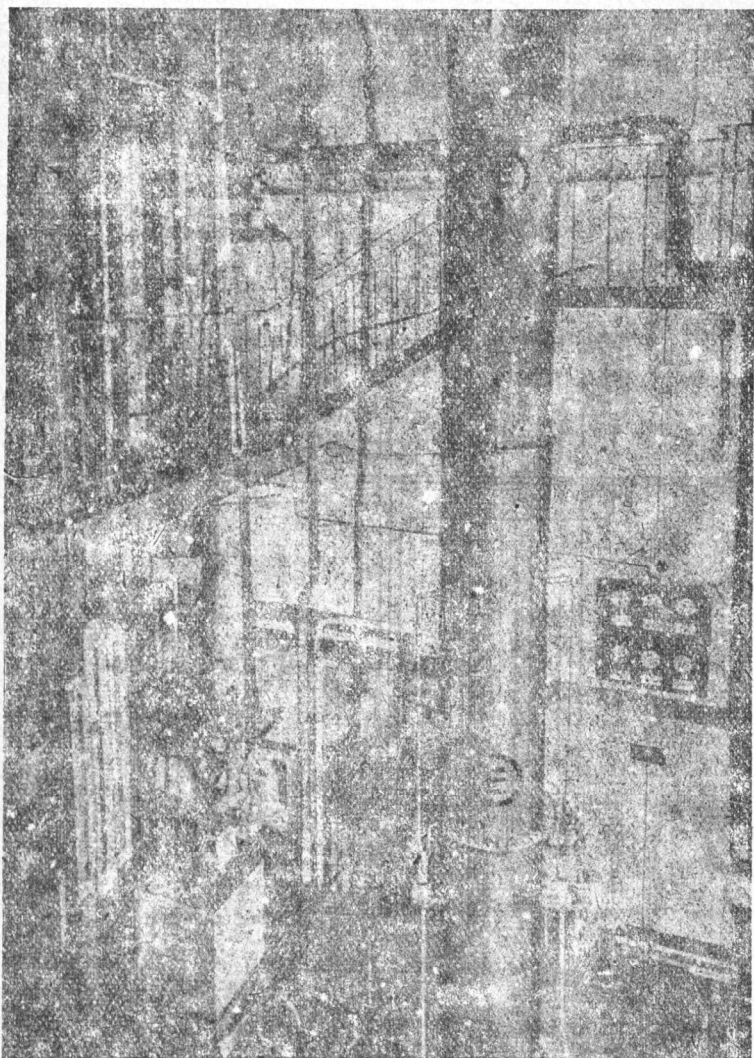


圖 104. 每日製造無水酒精25000公升機械之中層  
去鹽液中之水分，化爲水蒸汽由12管放出。已經驅水之鹽，成爲液狀，由  
下底流入M混和器。由10管將F中凝結之一部無水酒精導入M，使成酒

精溶液，而由11管再入E塔以供循環脫水之用。但M中之鹽類之溫度甚高，遇無水酒精後，一部當揮發為汽體，可用R凝縮器以凝縮之，使其不洩入空氣中。L器夾層中用過之水蒸汽溫度尚高，乃由14管導至N壓力調節器，使其壓力固定，分給Q、H、J等應用。P冷卻器中除15冷卻管外尚有冷卻管兩支，其一乃用以測視H塔底蒸汽中有無酒精存留，其又一乃用以測視D鍋中蒸汽之酒精量而供管理之用者。O為冷水槽，以供P、R等冷卻之用。其他尚有溫度計S六隻，壓力計T兩隻，以供管理之用。此機工作簡易，消費無多，堪稱近世無水酒精製造機之最優者，但須使用高壓過熱水蒸汽耳。倘酒精製造工廠將成品不經冷卻，而直接通至D鍋，則復可省去C預熱器。

#### 第六項 馬立勒方法

此法為大學教授馬立勒 (C. Mariller) 及法國巴黎非惟斯來爾 (Fives-Lille) 諸氏所發明，使用之脫水劑為甘油 polyglycerine 或氯化鈣，碳酸鉀之甘油溶液。其脫水作用與上述希亞法相似。圖105即為使用此法以酒醪為原料製造無水酒精之機械圖。圖中酒醪由1管進入C V預熱器，由2管導入R熱量交換器，然後通至提淨塔A<sub>2</sub>，下降至蒸餾塔A<sub>1</sub>，由塔底4管通入水蒸汽加熱，酒精遂化汽上昇，廢醪則由3管排出，至R熱量交換器而後再棄去之。酒精汽體一部經A<sub>2</sub>而得酒頭，而濃縮於A<sub>2</sub>酒頭濃縮塔中。已除酒頭之酒精由5管導至B<sub>1</sub>及B<sub>2</sub>之精餾塔，塔底有21管導水蒸汽加熱，22管為廢水排出處。酒精汽體至B<sub>2</sub>之頂由9管導至C V預熱器，使一部分凝結返流，故酒精在B<sub>1</sub>及B<sub>2</sub>逐漸濃縮，而得94—95%酒精。雜醇油則於a、b兩管取出。未凝結之濃酒精

汽體由10管導至 $B_2$ 上部之 $B_3$ 脫水塔。 $B_3$ 底部與 $B_2$ 並不連通， $B_2$ 之蒸汽必須經C V而至 $B_3$ ，不過 $B_2$ 之熱量，可以加熱 $B_3$ 。在 $B_3$ 中遇8管落入之脫水劑，酒精中之水分遂被吸收。無水酒精汽體凝結於 $D_1$ 中者，返流至 $B_3$ ；

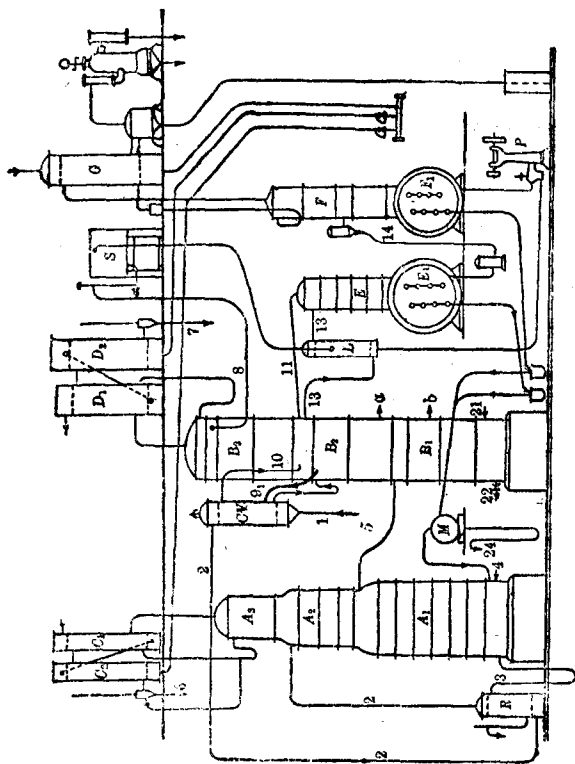


圖 105. 馬立勒方法



在 $D_2$ 中凝結者則由7管放出為成品。已吸收水分之脫水劑，其中有若干之酒精，由 $B_3$ 底部之13管經熱量交換器L，吸收已驅水脫水劑之熱量，而至E驅酒塔。塔底有 $E_1$ 之水蒸汽加熱器，使脫水劑中之酒精揮發由11管回至 $B_3$ 。已驅酒之脫水劑由14管至F真空驅水塔，塔底有 $F_1$ 之水蒸汽加熱器，加熱至 $140^{\circ}\text{C}$ ，使脫水劑吸收之水分完全驅出，化為蒸汽，凝結於G之凝縮器。無水之脫水劑由P之唧筒抽出，經L而打至S之儲槽，以供再用。

此法使用之水蒸汽甚省，水蒸汽之加入法：先經 $F_1$ 或 $E_1$ 之加熱器，剩餘之凝縮水及蒸汽在M中分離。凝縮水由24管排出，蒸汽則使用於A。使用之冷水亦先經G冷卻器，然後分用於 $C_{1,2}$ 、 $D_{1,2}$ 及其他用水地位。

此法製成之無水酒精之成分為99.7—99.9%，而在 $B_2$ 中通入 $B_3$ 之酒精汽體，其含酒精量並不限於94—95%，即在80—85%亦能脫水而成無水酒精，故其使用之水蒸汽能較以酒醪製成96%之酒精為省。每製成100公升無水酒精，視發酵醪中含酒量之多少，需用水蒸汽1066—1411磅。

### 第七項 共沸法

在二十世紀初葉，英國學者撒丁里楊格 (Sidney-Young) 發現如加適宜與適量之液體於酒精中（酒精與少量水之混合液），則該混合物之沸點較其中任何一物為低，將此混合液蒸餾之，最初蒸出者為三種均有之混合液，但其成分，因加入物之不同而異。如加入物之量，足與原酒精中之全水量及少量之酒精，共同於最低之沸點時揮發，則當原液中

溫度升高時，原液中之水分，已完全揮發；換言之，原液中之三種物質，只餘兩種；而此兩種混合物，亦能於較此兩種純物質沸點均低時揮發。其中一種，先行揮發完畢，而所餘者僅其他一種之純粹物耳；換言之，即加入物與少量酒精同時揮發，俟加入物揮發完畢後，所剩者為純粹酒精。

茲舉例以說明之：一 在實驗室中裝置一如圖106之蒸餾器，於蒸餾瓶中注入92.6%（重量）之酒精1000公分，再注入 $C_6H_6$  800公分，兩者混和；其時蒸餾瓶中實有酒精926公分，水74公分及 $C_6H_6$  800公分。用酒精燈加熱，瓶中溫度漸次升高，至溫度表為 $64.85^{\circ}C$ 時，已有蒸餾物集於受器中，此時受器中之成分，當為酒精18.5%，水7.4%，及 $C_6H_6$  74.1%，直至瓶中之水分完全揮發，均存於蒸餾物中，而蒸餾物之量已有1000公分。蒸餾瓶中之溫度又漸次上升至 $68.24^{\circ}C$ 時，將蒸餾物另集於一瓶。此

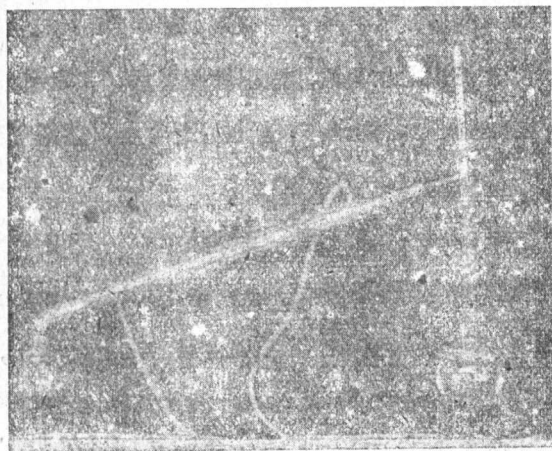


圖 106. 蒸 餾 器

時蒸餾液中成分爲酒精 32.37% 及  $C_6H_6$  67.63%。直至蒸餾液量爲 87.55 公分時，蒸餾瓶中之  $C_6H_6$  已完全揮發。而瓶中溫度又復漸次上升至  $78.3^\circ C$  則所得蒸餾液爲純粹之無水酒精矣。

依據各學者之試驗，除  $C_6H_6$  之外，尙有其他與  $C_6H_6$  有同一性質之物質焉，茲將其列表於下：

加入物名稱	加入物% (重量)	加入物沸點 ( $^\circ C$ )	混合沸點 ( $^\circ C$ )	酒精%(重量) (沸點 $78.3^\circ C$ )	水之%(重量) (沸點 $100^\circ C$ )
$C_6H_6$	74.10	80.20	64.85	18.50	7.4
$C_6H_6$	32.37	80.20	68.24	67.63	—
輕油	76.00	87.50	62.10	17.00	7.0
輕油	30.50	87.50	64.90	69.50	—
$CCl_2CHCl$	69.00	86.95	67.25	26.00	5.5
$CCl_2CHCl$	27.00	86.95	70.90	73.00	—
$CCl_4$	86.00	76.70	61.80	9.70	4.3
$CCl_4$	15.85	76.70	64.95	84.15	—
$CHCl_3$	92.50	61.16	55.50	4.00	3.5
$CHCl_3$	7.00	61.16	59.40	93.00	—

綜觀上表，可知上列五種物質，均可用爲製造無水酒精之脫水劑，其沸法即以  $C_6H_6$ 、輕油或三氯化乙烷爲脫水劑之方法也。

圖 107 爲國產上海化學藥品廠所設計的使用  $C_6H_6$  爲脫水劑製造無水酒精之蒸餾機。使用原料爲 94% (容量) 之酒精，其成品之成分爲 99.8% (容量)。圖中之 C 爲脫水塔，原料酒精先儲 M 儲槽中， $C_6H_6$  則儲

於N儲槽中，兩者按適量之比例，混和於Q視察玻璃器中，然後通過A熱量交換器，而至C脫水塔之近頂部分。C塔之底部有B加熱器，器中有多數銅管，管外包以水蒸汽，用以加熱。塔中設有多數巴培氏蒸餾級板，愈高則溫度愈低。故 $C_6H_6$ 與酒精之混合液加入後，及至B中，因水蒸汽之熱量，使低沸點之 $C_6H_6$ 、水及酒精之混合物，逐級上升，剩餘之高沸點無水酒精則留於塔底。達於塔頂之三種混合物汽體，先經D凝縮器（或稱返流凝縮器），使一部分之酒精與 $C_6H_6$ 凝結，返流至C塔之頂。剩餘之汽體再至E凝縮器完全凝結，流入F分離器。酒精與水及少量 $C_6H_6$ 下沉於器底，多量之 $C_6H_6$ 及少量之水與酒精則浮於液面，流回至C塔，繼續使用。C塔中原料繼續加入，則塔底之無水酒精遂逐漸增多，經A熱量交換器，以無水酒精之熱量，供進入的原料之加熱，然後自K冷卻器，經Q檢查器而成製品。F中下沉之淡酒，及少量 $C_6H_6$ ，先導至G分離塔，塔底有水蒸汽蛇管使其加熱，淡酒中之 $C_6H_6$ 及少量之酒精，揮發為汽體，導至H凝縮器，完全凝結，流至F分離器以分離 $C_6H_6$ 。G塔底部剩餘之淡酒精，流至I酒精收回塔以收回酒精。已濃縮之酒精汽體在J凝縮器凝結為液體，仍流至C塔以充原料。廢水則由塔底排出。使用之脫水劑為揮發性之 $C_6H_6$ ，故於E、H、J等凝縮器及F之分離器，難免有 $C_6H_6$ 之汽體，飛散於空中，故將此四處之空氣管，連接於L之特製脫水劑回收器以收回之，如此可使脫水劑之損失量減少。

使用此法製造無水酒精，據德國賴尼開多夫（Reinickendorf）試驗之結果如下：

試驗期間	8日
原料酒精	94% (重量)
日產無水酒精量 (99.8% 一容量)	3100公升
酒精平均損失率	0.45%
苯損失率	0.096%
水消費量 (每100公升)	116立方英尺
水蒸汽量 (脫水及精製) (每100公升)	345磅

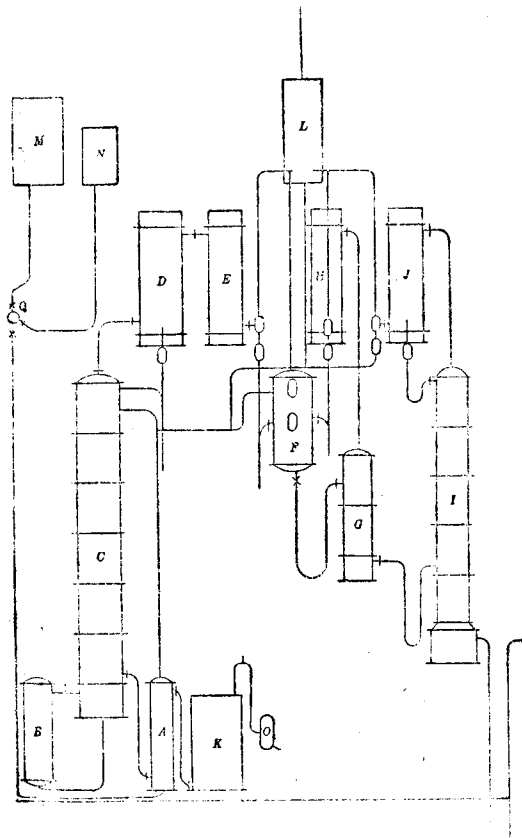


圖 107 使用  $C_2H_5$  為脫水劑之無水酒精蒸餾機

以酒精為原料添加  $C_6H_6$  為脫水劑製造無水酒精之外，尚可以酒醪為原料直接製成無水酒精者。圖108乃為以酒醪為原料，直接製成無水酒精之機械設備圖。此機為岐譜

特氏所改良，使用原料中之酒精含有量為6—7%。圖中之A為蒸餾塔，酒醪由1管加入，自塔底2管吹入直接水蒸汽，使酒醪中之酒精汽化，廢醪由3管排出。塔頂之酒精汽體由4管導至B加熱器，供C塔加熱之用。酒精汽體凝結者由5管流至D塔，未凝結者由6管導至D塔，D塔之底有水蒸

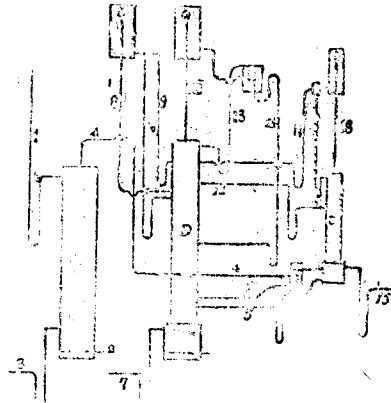


圖 108. 無水酒精蒸餾機(以酒醪為原料)

汽蛇管加熱，酒精在D塔下部濃縮，廢水由7管放出，D塔上部為脫水作用。開始蒸餾之時，將苯由塔頂注入，待自頂端以下第8—10級處，溫度降低，則停止苯之注入。自此以後苯即可在機中循環使用。下部上升之濃酒精與苯相遇，發生脫水作用。在D塔頂端向下第11—15級處，有8管導該級汽體之一部分，至E凝縮器，使其凝結，凝結液由9或10管返流至D塔頂端向下第5級或第12—13級處，以此調節D塔上半部之溫度，而使第10—13級處之酒精成分為98—99%，而由11管流至C塔。D塔頂部之汽體由12管導至G凝縮器，凝結後流至H分離器。上浮部分由13管返流至D塔頂部，下沉部分則由14管流至D塔中部而再濃縮。分離器中之成分及容量比例如下：一

上浮液(84%)	}	水 0.5%
		苯 84.5%
		乙醇 15.0%
下沉液(16%)	}	水 32.0%
		苯 11.6%
		乙醇 56.4%

流入C塔之濃酒精，在C塔中完全脫水，無水酒精由15管導出。C塔頂部之三種混合汽體，由16管導至F凝縮器，凝結為液體，一部返流至C塔頂，一部由17管導至D塔第五級處，以資再溜。酒醪中之低沸點物質均集於分離器H之下層液中，可由14管導出一部，至另一酒頭塔濃縮之，而分離低沸點物之酒頭。

使用  $C_6H_6$ 、輕油或汽油為脫水劑所製成之無水酒精，均稍有脫水劑之氣味，用以代替汽油尚屬適宜。如供化學或醫藥之用者，則非再加精製不可。

三種液體之混合物，用  $26^{\circ}C$  以下之冷卻水，方能充分冷卻；否則脫水劑與淡酒難於完全分離。此等脫水劑易於着火，故對於儲存及消防宜加注意也。

#### 第八項 共沸高壓方法

使用  $C_6H_6$  為脫水劑，可於高壓之下，行脫水作用。圖109為德國麥克 (E. Merck) 化學工廠所計劃之共沸高壓方法，以 40—50 % 之原酒為原料而製造無水酒精；圖中A為精溜塔，原料由a管加入，在塔中精溜濃縮為高度之酒精，由b管流入混合器B，與C槽中流來之脫水劑  $C_6H_6$  混和，用D唧筒打入E高壓脫水塔，塔中壓力常在每平方英

寸 140 磅左右，塔底用高壓過熱水蒸汽以加熱，脫水劑與水分，揮發上升，在 F 凝縮器凝結為液體或由 C 管返流至 E 塔，或由 d 管經 G 冷卻器，H 檢視器而至 I 分離器。淡酒下沉由 e 管經 J 預熱器，利用 A 塔之廢水預熱之後，由 f 管導至 A 塔濃縮之。上浮之  $C_6H_6$  由 g 管或至 K 儲槽或直至 B 混合器使用。E 塔下部之無水酒精與脫水劑之混合液由 h 管導至 L 精製塔，使脫水劑揮發後，在 M 凝縮器凝縮之，而由 i 管導至 B 混合器。純粹之無水酒精由塔底 j 管流出，經 N 冷卻器及 O 檢視器而至 P 儲。k 為雜醇油取出管，l 為酒頭取出管。因 E 之壓力關係，所生之汽體，常在  $150^{\circ}C$ ，而其成分常為乙醇 21.3%，苯 60.7% 水 18%，此混

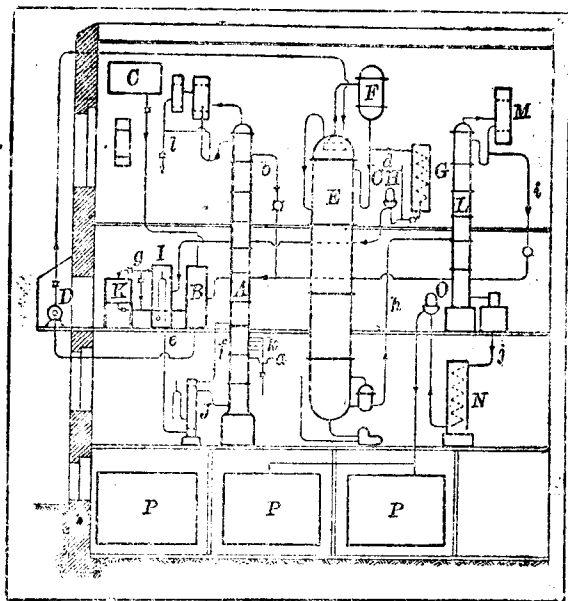


圖 109 共 沸 高 壓 方 法



合汽體所含水分較在常壓時爲多。又在此壓力，如無水分在內，則乙醇與苯之比爲62:38；所含苯量亦較常壓時爲多，故水蒸汽之消耗，似較常壓爲省。且此種高溫蒸汽足使F凝縮器外部之水汽化爲每平方英寸7磅壓力之水蒸汽，以供A塔或L塔之用。有此兩重效用之裝置，足以收回供給新鮮之高壓水蒸汽之70%之熱量，不爲無用之冷卻水所吸收，故消耗水蒸汽極省。此種高壓脫水法，亦可用發酵醱蒸餾所得酒精，直接行高壓脫水。圖110爲德國每日製造30,000公升無水酒精之高壓脫水法之工廠照像。

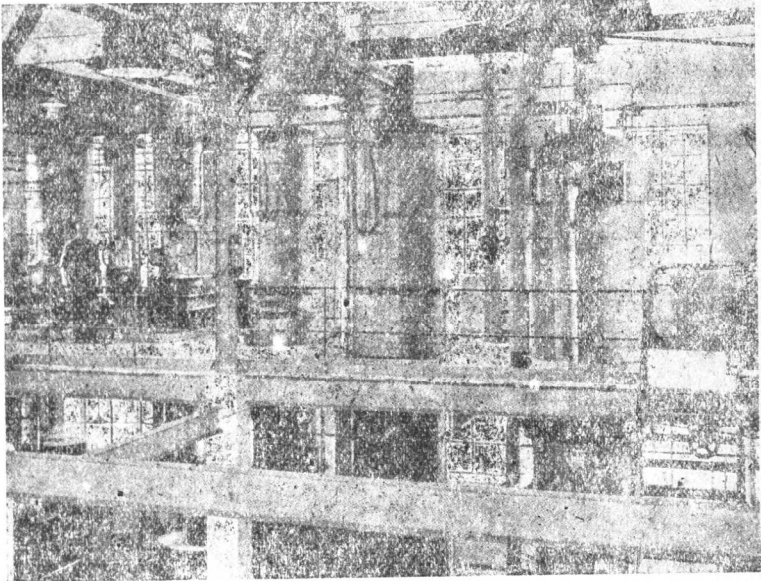


圖 110. 德國每日製造30,000公升無水酒精之高壓脫水之工廠

第九項 德勞威諾爾方法

此法爲德國麥克工廠所發明，而亦爲世界無水酒精製造方法專利之一。所用之脫水劑，據宣稱爲特製者，名爲德勞威諾爾 (Drawinol)；但據著者所知爲三氯化乙烯 ( $\text{CCl}_2\text{CHCl}$ )，加有特別之安定劑，使遇氧不易分解而生鹽酸。其所以能有脫水作用之原理與  $\text{C}_6\text{H}_6$  相同。但三氯化乙烯不能自燃，故可免爆炸及燃燒之危險，且揮發較  $\text{C}_6\text{H}_6$  爲難，故儲藏較爲安全；又與稀酒精之分離，無須低溫， $44^\circ\text{C}$  以下已足應用，故冷卻水不必特別選定。惟三氯化乙烯，對於光線有分解作用而生氯與酸。在高溫時更爲顯著，故製品中若有微量脫水劑，供汽油代用品之用者，引擎內部，不免被蝕。又三氯化乙烯有弱性之麻醉性，對於工作衛生，亦有妨礙。茲將此法應用之製造機械說明於下。

圖111爲該廠設計之德勞威諾爾法無水酒精製造機械，每24小時能出99.8—100%之無水酒精6000公升；而以95—96% (容量)之酒精爲原料。圖中A爲脫水塔，原酒先儲於B儲槽，經 $R_1$ 原酒調節器，由1管經 $F_1$ 之蛇管預熱器自2管導入A塔。 $F_1$ 中蛇管之外圍以溫度極高之新製成之無水酒精，一方使無水酒精冷卻，一方則使原酒加熱。原酒流至A塔中遇上部返流之脫水劑而與之混合；同時塔底右旁之K酒精汽體發生器所生之酒精汽，在塔中相遇而生分餾作用。K加熱用間接水蒸汽，溫度常在 $78.3^\circ\text{C}$ 左右。沸點最高之無水酒精下流至塔底，由3管經F儲器再經 $F_1$ 蛇管中，由4管至 $F_2$ 直管冷卻器以水冷卻後而，由V之成品檢查器而出。倘須化爲汽體者，則A塔底之無水酒精經5管而至K<sub>2</sub>汽化器，用水蒸汽加熱，使無水酒精化爲汽體，由6管導至 $F_2$ 之直管冷卻器 (虛線所示者)。直管之內，通入原料酒精使蒸汽凝結爲液體，更

可加熱原酒。已凝結之無水酒精，再經 $F_1$ 之蛇管中，(虛線所示者)，用冷水冷卻後，而至V成品檢查器。最低沸點之三種(脫水劑，水，酒精)混合汽體，由7管導至D及 $D_1$ 凝縮器，使其凝結為液體，一部由8管流回A塔為返流液，一部由9管流至H分離器。H分離器備有冷卻用之夾層，使液體溫度降低，脫水劑下沉，由10管流回A塔之頂；上浮者大部為酒精與水及少量之脫水劑，由11管導至C精溜塔之下半部。塔底有直接水蒸汽加熱，水分由塔底12管放出，94%(重量)酒精由13管導回至A塔，再行脫水。脫水劑與一部分之水及酒精，在塔頂部成汽體由14管導至凝縮器 $T, T_1$ 中凝結為液體。倘原料酒精中含有木精者，則混於此中同時凝結。

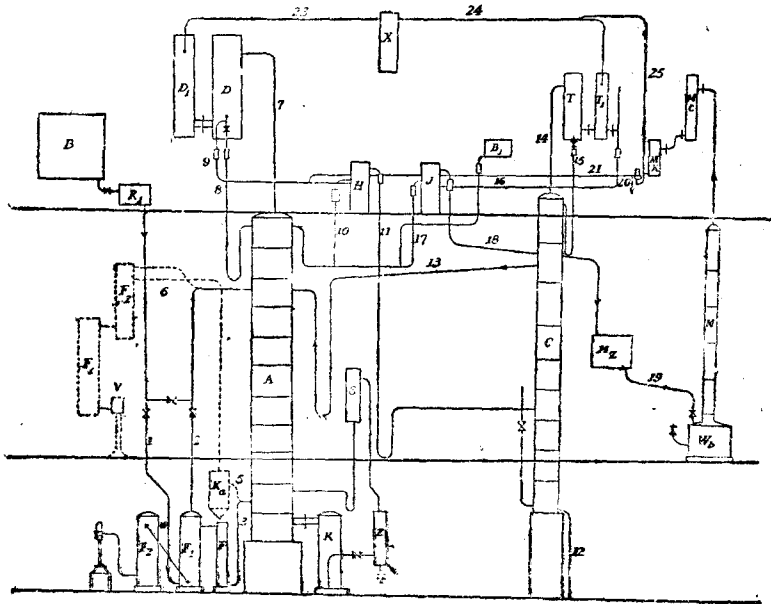


圖 111. 德勞威諾兩法製造無水酒精之機械

凝結液之一部由15管返流至C塔；其餘一部由16管導至J洗滌器，經洗滌後，下沉之脫水劑由17管導回至A塔頂；木精等則與淡酒精混和上浮，由18管導至 $M_2$ 之儲槽。俟儲有相當容量時，由19管放入 $W_b$ 蒸溜鍋，用水蒸汽加熱，在M精餾塔分餾；木精首先分離，在 $M_1$ 中凝結，於 $M_1$ 中冷卻，經試驗鐘於20管放出。其次為酒精，或仍混有若干脫水劑，亦如前經試驗鐘於21管至H分離器。再次為淡酒精，則仍由20管放至 $M_2$ 中，供加下一次蒸餾之用。圖中23, 24, 25等管，均為空氣管，使各部應流動之空氣，均先往X空氣冷卻器，而不使脫水劑洩入空氣中。Z為酒脚汽化器，倘原酒有高沸點之物質，在此器中可將酒精先行蒸發，在S中凝結，仍回至A塔，餘剩之高沸點物由E底放出。

此種機械，製成之無水酒精，其成分為99.8%（重量）以上。每製成100公升之無水酒精僅須水蒸汽215磅，冷卻用水約88立方英尺及脫水劑0.06公升。酒精之損失最多為0.5%。此法優點，乃用粗製酒精為原料，其中所含之不純物可以完全除去，而得純粹之無水酒精也。

圖112為由酒醪直接用此法而製成無水酒精之機械。圖中A為蒸溜塔，酒醪由1管流入，經塔底之直接水蒸汽加熱汽化，廢醪由2管排出。酒精汽上升至B塔，此塔為精溜作用；酒精及水所生之淡酒在此中濃縮。B塔之上半部分有3管導B塔中一部分酒精汽至C凝縮器凝結之。凝結液一部由4管導至D脫水塔之頂，一部由5管返流至B塔，以助濃縮。故4管流至D塔之酒精，當在94%。酒醪中所含之木精，與6管流入之脫水劑，共同揮發至塔頂，經7管至H凝縮器凝結之，一部返流至B塔，一部由8管導至E洗滌器洗滌。上浮之淡木精由9管流至

F塔濃縮，在G凝縮器凝結，由10管放出。E中下沉之脫水劑，由11管回至D塔。D脫水塔所需之脫水劑，由M儲槽經12管及13管加入。I塔底有I加熱器，用水蒸汽加熱，發生蒸汽。自4管流來之94%酒精及12管加入之脫水劑，經蒸汽加熱發生脫水作用。高溫之無水酒精由14管放出，三種混合蒸汽，由15管至J凝縮器凝結，由13管返流至D塔。未凝結之蒸汽，在K凝縮器凝結，經16管至L分離器。上層之淡酒，由17管流至A塔，下層之脫水劑分為二路，一由6管至B塔，一由18管至D塔。

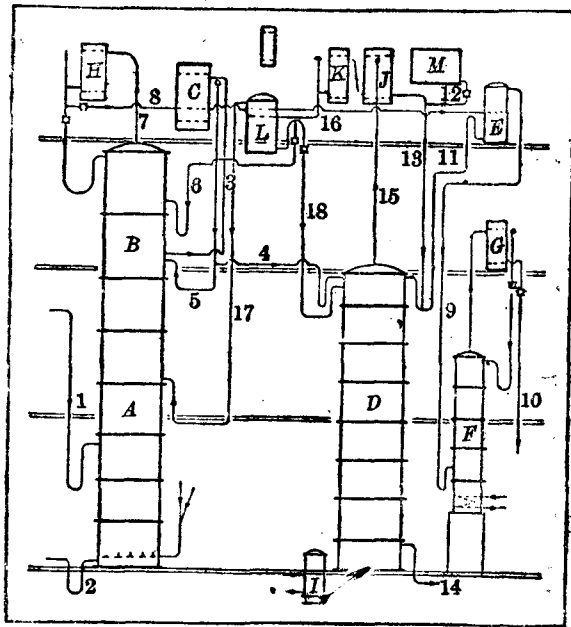
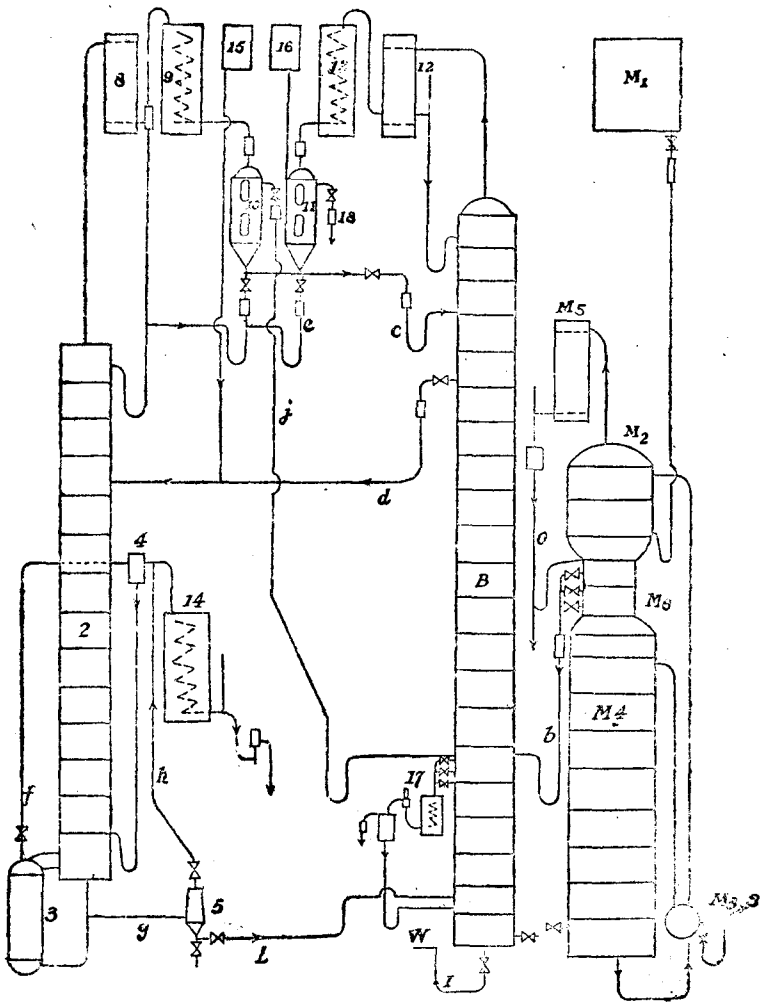


圖 112. 德勞威諾爾法製造無水酒精之機械

圖 113 又爲又一種以酒膠爲原料，使用德勞威諾爾法製造無水酒圖 113. 德勞威諾爾法直接用酒膠爲原料

精之蒸餾機。圖中 $M_1$ 爲酒醪儲槽，酒醪先由此放出，入 $M_2$ 預熱器，再經 $M_3$ 預熱器，使酒醪完全加熱而至蒸餾塔 $M_4$ 。塔底用直接水蒸汽加熱，汽化之酒精，經 $M_6$ 提淨塔與 $M_2$ 預熱器凝結之酒精相遇，低沸點之物質仍爲蒸汽狀凝結於 $M_5$ 之凝縮器，由 $o$ 管返流至 $M_6$ 或放出爲酒頭。

廢醪由 $M_4$ 底部流出，經 $M_3$ 預熱器而後由 $S$ 管放出。已提淨之酒精由 $b$ 管流入 $B$ 精餾塔。塔底用間接水蒸汽加熱，酒精在 $B$ 下部濃縮，廢水由 $W$ 放出。雜醇油在 $17$ 雜醇油分離器分離。 $B$ 之上部因由 $c$ 管加入之脫水劑，故有提淨木精及脫水之作用。頂部之次等酒精及水與脫水劑之混合汽體，在 $12$ 中凝結爲返流液。剩餘汽體在 $13$ 中凝結入 $11$ 洗滌器，由 $16$ 加入冷水。下沉之脫水劑由 $o$ 管流至 $2$ 塔，上浮之淡酒精由 $18$ 放出，而用普通分餾法分餾之。 $B$ 之中部可得純粹 $94\%$ （重量）之酒精，由 $d$ 管流入 $2$ 脫水塔。塔底有 $3$ 之加熱汽化器。此時底部之無水酒精汽化，使 $2$ 塔加熱，並由 $f$ 管經 $4$ 分離器，而至 $14$ 成品冷却器冷却而成製品。塔底剩留之高沸點物質由 $g$ 管至 $5$ 汽化管。純酒汽化由 $h$ 管至 $14$ 冷却，不純物由 $L$ 管導至 $B$ 塔。 $2$ 塔頂端之三種混合汽體在 $8$ 凝縮爲返流液，在 $9$ 凝縮者流至 $10$ 分離器中分離。下沉者一部返 $B$ 塔，一部返 $2$ 塔；上浮者由 $j$ 管導至 $B$ 塔下部以收回酒精。脫水劑則由 $15$ 儲槽中陸續加入。

#### 第十項 歧諾特法

1933年法國化學家歧諾特（H. Guinot）發明加 $35\%$ 之汽油與 $65\% C_6H_6$ 爲脫水劑於特製之酒醪蒸餾塔中，可以一次蒸餾而得無水

酒精。圖 114 即為該氏所設計之特種蒸餾機之大概也。圖中之 A 為一特製之蒸餾塔，其內設多數巴培氏蒸餾板，全塔可分為五種作用：在最下之一層為水蒸汽加熱部分，水蒸汽由 a 管導入，直接吹入酒醪中，廢醪則由 b 管導出；第二層為酒醪汽化部分，酒醪由 C 管導入，經第一層之蒸汽加熱在級板上汽化為酒精汽體；級板之數目約自 12 至 17，（最普通為 14）；第三層為濃縮部分，設有 36 至 40 級（最普通為 38）級板，酒精汽體在此部分與返流液體互換濃縮。另一方面在 D 及 H 之分離器中分出之淡酒精，由 d 管流入此部分使其混合濃縮。上部之返流液體及分離器取出之淡酒精均含有少量之脫水劑，故在此層之頂，酒精之成分可達容量 97.5 至 98%。再上為第四層之最高度酒精部分，此層有級板 4 至 5，此中之酒精成分常在 99—99.2%，而含有脫水劑 30—40%，此脫水劑則於開始時加於蒸餾機中者也。最高第五層為脫水部分，此層有級板 6—10，為全塔溫度最低之部。酒精中之水分與脫水劑混合揮發，而達塔頂，經 e 管而至 B 凝縮器凝結為液體，流至 C 之檢視器，檢視液體中之水分而定放出量之多寡，放至 D 分離器，其餘均返流至 A 塔；而 D 分離器中淡酒精與脫水劑分離，酒精下沉而由 d 管流至 A 塔之第三層；脫水劑則上浮由 f 管亦返流至 A 之頂，故 A 塔之第五層為脫水劑最多之層，即酒精中之少量水分在此層中與脫水劑混合，而在低溫揮發。餘剩沸點較高之純酒精，逐級由蒸餾板下流至第四層，故第四層之酒精含水量當為最低，而所含之脫水劑，當在 30—40%，由 g 管導至 E 塔。E 塔較小於 A，而其構造則相同，惟級板較少耳，大概 25 至 35 級，其目的在使 A 塔流來之第四層部分之酒精，在此塔中完全分出水及脫水劑。純粹之無水酒精



由塔底 h 管導出，再經冷却器冷却而成製品。分離方法則因 E 塔之底有 i 蒸汽蛇管，加熱至  $78.5^{\circ}\text{C}$  脫水劑與水及酒精之混合液，沸點均較純

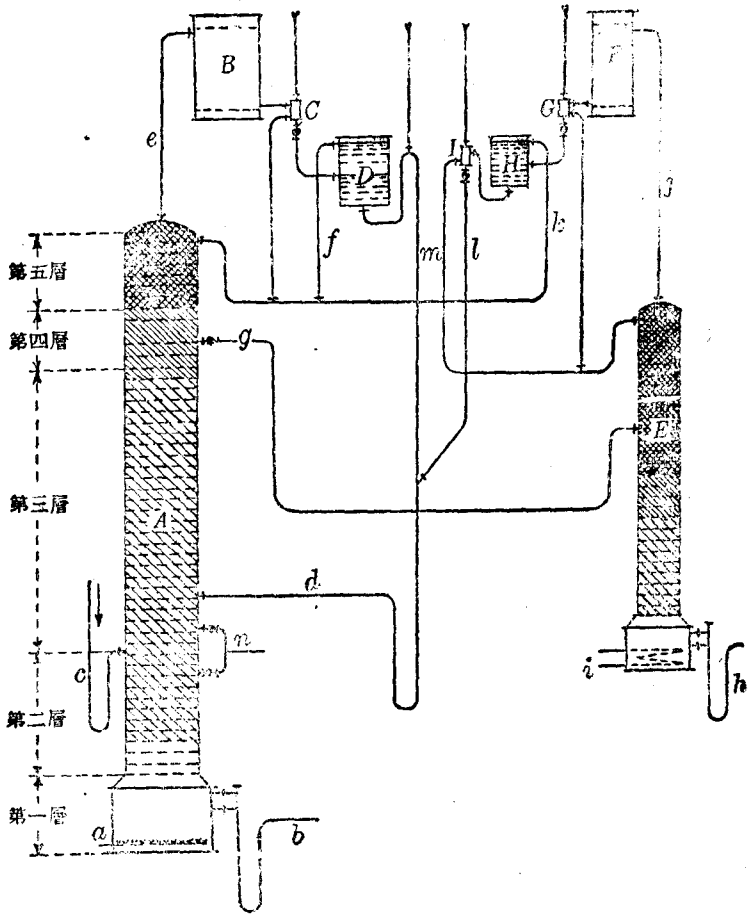


圖 112. 酒精塔

酒精爲低，故純酒精以外之物質，汽化爲蒸汽，經 j 管至 F 凝縮器，凝結爲液體，再經 G 視察器檢視成分，而定其返流量。其餘流至 H 分離器，上浮之脫水劑由 k 管流至 A 塔之頂部；下沉之液體，倘酒精含量較少，則由 l 管流至 A 塔之第三層；酒精含量較多，則由 m 管流回至 E 塔之頂；如此脫水劑在機中得能循環應用。至於酒醪中之不純物如高沸點之雜醇油等，則可於 A 塔之 n 管以取出之。低沸點之酒頭，大部分集於 D 及 H 之淡酒中，倘欲分離，則須另設酒頭塔以除去之，否則均雜入成品之中。分離之法，可將此種淡酒陸續取出一部，沖入若干冷水，使所含之少量脫水劑完全分離，然後在酒頭塔蒸濃，而得 95% 之酒頭製品。使用此種製造方法所得之無水酒精，其濃度爲 99.9%。倘用糖蜜爲原料，則每 100 公升無水酒精中含有不純物如下：

蠶類	7.0公分(以乙醛計)
酸	1.2公分(以醋酸計)
脂	1.5公分(以乙酸乙脂計)
高級醇	10.0公分(以異性丁醇計)
總計	19.7公分

· 使用此種方法，水蒸汽之使用量極爲經濟，倘酒醪中酒精含有量爲 10%，則每製成無水酒精 100 公升，僅需 444 磅之水蒸汽用於 A 塔，以供已達沸點之酒醪(已用廢醪預熱者)，使酒精與酒醪分離而濃縮爲 99% (容量)；44 磅之水蒸汽用於 A 塔，以供再餾塔頂部所出之淡酒；110 磅之水蒸汽用於 E 塔，以供分離水及脫水劑；總計之則爲 444+44+110=598 磅。如酒醪中之酒精含有量爲 6%，則 A 塔所需水蒸汽爲每 100 公升無水酒精需 666 磅。

## 第二章 麥酒

### 第一節 概說

所謂麥酒者，即麥芽之浸出汁，經麥酒釀母發酵後之一種含有酒精之飲料也。麥酒中酒精之成分甚低，且除酒精外，尚含有二氧化碳氣體及苦味質，有促進消化作用之效能。

麥酒釀造之起源極古，有史以前即已有之。最早之法，載於埃及第四王朝之史記上。埃及製法，經敘利亞而傳至羅馬。羅馬人稱麥酒為 *Cerevisia*，現在麥酒釀母之學名稱爲 *Saccharomyces cerevisiae*，即以此爲根據。嗣後傳至歐洲中部之德國以至英國；自是麥酒釀造之發展，日甚一日。古時麥酒之釀造，係經僧侶之手，且爲家庭工業。後因消費量激增，更因機械工業發達之結果，大規模工廠相繼成立，而爲最重要飲料工業之一。

麥酒中忽布（hops）之添加，始於十一世紀；白麥酒之釀造，始於1451年。英國之 Ale 及 Porter 兩種，於八世紀時即已製造。

日本麥酒之製造，始於明治初年，其後漸次發達。明治廿一年，產量爲407石，卅一年55,238石，四十一年137,617石，大正十年647,381

石，十三年 882,481 石，至昭和三年已增至 904,377 石。日本麥酒釀造工業，進步之速，可想見矣。

每石 = 180 公升

我國從前消費麥酒無多，近來國人習染歐風，用量日增。現國內雖有設廠製造，但多操諸外人之手。輸入麥酒為量頗巨，以由日本輸入者為大宗。

麥酒之種類甚多，常依發酵之性質，原料之種類，着色之程度，酒精含量之多寡，及使用之方法等而分類之。茲將照發酵性質之分類述之如下：

#### I. 屬於下面發酵者：

##### (1) 黑色麥酒

München 麥酒(黑色，發酵度弱)

此種麥酒專供出口者，發酵度強，其味亦異。

Nürnberg 麥酒(較前者色濃)

Salvatorbier 及 Bock 麥酒即屬此類。

##### (2) 淡色麥酒

Wien 麥酒(呈金黃色或淡赤色，着色度中庸)

Pilsen 麥酒(或稱 Böhmisches Bier)

Dortmund 麥酒，Berlin 麥酒

Dortmund 麥酒較 Pilsen 麥酒色淡，酒精含量富。

Berlin 麥酒則居此二者之間。

上列為德國釀造之麥酒

## II. 屬於上面發酵者：

Ale 麥酒 { Mild ale  
Stock ale

Stout 麥酒

Porter 麥酒

上列爲英國釀造之麥酒。

柏林白麥酒，或稱酸味麥酒（行乳酸發酵，故酸味強）

Grätzer 麥酒（燻烟麥酒）

苦味麥酒

褐色甘味麥酒（Malzbier 麥酒，Malzkraftbier 麥酒，Doppel 麥酒）

此外尚有 Provinz-Weissbier 白麥酒，Erntebier 麥酒（酒精含量達 12--14% 之一種上面發酵麥酒），Lichtenhainer Bier 麥酒及 Leipzig Gose Bier

上列爲德國釀造之麥酒。

## III. 屬於自然發酵者：

Lambic 麥酒

Faro 麥酒（此二種俱係比國製麥酒）

## IV. 依釀造期間不同而分者：

Schank 麥酒，又稱季節麥酒，或冬麥酒，於冬季釀造，後熟期短，不耐長久貯藏。

Lager 麥酒，又稱貯藏麥酒，或夏麥酒，於夏季釀造，後熟期

長，可耐久藏。

Export 麥酒，或稱輸出麥酒，比 Lager 麥酒貯藏期間更長，酒精之含量更強。

此外更有依麥酒之消費情形定其貯藏性之長短而有瓶裝與桶裝之分。瓶裝麥酒者，即裝酒入瓶，置入溫水中滅菌後之謂也；桶裝者，不行任何滅菌手續，即所謂生麥酒者，不能久藏。

## 第二節 原料

麥酒之原料，大都為水、碳水化合物、忽布及釀母四種。碳水化合物主要者為大麥，亦有因麥酒之種類不同，而採用小麥、裸麥及燕麥等；此外更有應用米、馬鈴薯澱粉、蔗糖、澱粉糖等作添加材料者。

### 第一項 水

麥酒釀造用水，在狹義上，如原料之洗滌、浸漬、麥芽汁之調製等屬之；至於廣義上，則機具之洗滌，汽鍋及製冰用水均應包括在內。製品之品質，不但與水之良否有重大關係，且製造上更須有多量之水。故釀造麥酒上用水，質與量均須加以注意。照道星格 (Thausing) 氏之計算，年產五萬公石之麥酒，有每小時十萬卡能率之製冰機之釀造工廠，其一日間之最高需水量為 4,500 公石，其中 2,500 公石之水係供冷卻機之用。大概言之，每釀造一公石麥酒，需水約為 10.84—25.95 公石。

水之性質，就一般言之，以良好之飲料水為適宜，但此種說法，含義甚模糊，而少根據，故實際上須經物理、化學以及細菌學上之試驗以決定之。

(1)水樣採取法 自井中採取水樣時，取已滅菌之瓶，沉入任何深度，啓其蓋，使水流入，又閉其蓋，引上。自抽水機中取樣時，抽水機管中殘餘之水，應先充分流出後，再流放水管之水，用清淨之瓶盛取之。施行細菌檢查所用盛水之瓶，應先行滅菌。

(2)水之物理性質 釀造用水，以無色澄清爲上，若着色濁濁，異臭及帶有浮遊物等之水，則絕不能應用。此外水溫亦以一年中無多大變化者爲佳。

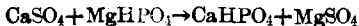
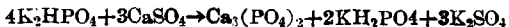
(3)水之化學性質 水中溶有種種可溶性礦物質，此等物質，其種類與含量，對於釀造上，尤其是關於麥芽汁之調製與發酵作用上，影響至大，故通常此等用水，應經正確之化學分析。普通水中所含有之物質，可分爲氣體類，如碳酸氣、氧氣及氮氣；溶解度低之鹽類，如碳酸鈣、碳酸鎂、硫酸鈣、矽酸鹽類、鋁鹽類及碳酸鐵；溶解度高之鹽類，如氯化鈉、氯化鈣、氯化鎂、硫酸鎂、硫酸鈉及碳酸鈉；此外又或含有其他如氮、亞硝酸、硝酸及有機物等。

行化學分析之先，可先依味與嗅之感覺行預備試驗。水味甘者，應含有硫酸鈣，味苦者應含有鎂鹽，味酸者屬碳酸鹽類，味鹹者爲食鹽，味辣者爲碳酸鉀，味澁者爲鋁鹽，墨汁之味者爲含有鐵鹽之證。水現濁濁者應含有石灰鹽或泥砂之類。煮沸而仍濁者爲含有碳酸鈣，水之着色者爲含有碳酸鐵之故。稍加振盪發出臭氣者，爲含有硫化氫之證。通常行味與臭之檢定者，應於水未加熱之先行之。

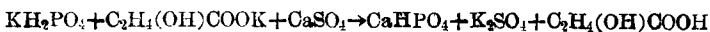
關於味之檢定，水溫以在 15—20°C 之間爲最適；臭之檢定以熱至 25°C 十分鐘爲最適。此外對於硬度及碳酸鈉之檢定上，可加忽布入水

中煮沸試之。就一般之情形觀之，水之硬度高者着色淺，硬度低者着色深。水中含有碳酸鈉時，着色特濃。水中含有碳酸鈉時，可加入硫酸鈣使變成硫酸鈉，則其着色度減少。經上述之預備試驗後，乃進行精密之化學分析手續，將水蒸乾，取其殘渣檢定鈣、鎂、硫酸、氯素、有機物、硝酸、亞硝酸、磷酸及氨等之含量。

(4) 水中含有礦物質對於釀造上之影響 研究英國著名麥酒釀造地柏吞 (Burton) 之用水，其特異之點，在於含有多量之硫酸鈣（即石膏）；故凡其他地方水中缺乏此質時，在麥酒之釀造上，更須特別加入補充之，但在今日已認為實非必要矣。含有石膏之水，其最要之優點，在於對於忽布之着色淺薄，因之可製優良之淡色麥酒；其與麥芽汁之最大影響，為其對於磷酸鹽之作用。據文提什之見解，石膏與磷酸二鉀及磷酸鎂同時存在時，生下述反應，生成不溶性之磷酸三鈣及磷酸二鈣，與可溶性之磷酸一鉀及硫酸鎂，因之麥芽汁之酸性增高，且味變苦，為害不少，其反應如下式：—



再者，麥芽汁調製之時，與乳酸鉀共同生成之可溶性磷酸一鉀將與石膏化合成不溶性之磷酸二鈣，而致磷酸分量減少；且同時生成硫酸鉀（或鎂），使麥酒味劣，其反應如下式：—



此外因有多量之石膏存在，將因麩質 (glutin) 而瀉濁，且於行滅菌時，有增加蛋白質分離之傾向。此說與以前立論完全相反，認為石膏之



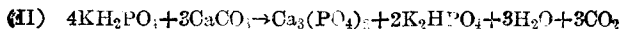
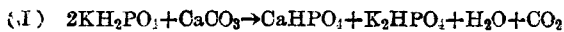
加入，不但不能改良水質，且反有惡劣之影響云云。

據西村資治氏之研究（釀造學雜誌，昭和三年，六卷，二號）則稱石膏對於麥芽汁調製上，有下列之利點：(1)糖化時間縮短，麥芽汁之過濾手續容易；(2)浸出物 (extract) 微增；(3)酸度稍高；(4)磷酸鹽之溶解度降低，因之減弱其緩衝作用；(5)促進蛋白質之分解；及 (6)與忽布共同煮沸之時，蛋白質凝固良好。此等現象，均認為對於發酵有顯著之影響。照此說可知於水中稍加入石膏，對麥芽汁之製造，實有優良之結果，尤其在應用澱粉水解酵素力薄弱之麥芽及採用米等原料作添加材料時，其收效更著。故於實用上，為顧全用水之性質計，添加適當量之石膏，實為必要。

硫酸鎂之作用，上段業已述過，因其呈苦味，對麥酒之製造實為有害。就釀母灰分之分析而言，其組成中含有硫酸鎂，是或鎂質在釀母之營養上不無相當之關係。發酵醪全為麥芽汁時，其礦物質含量甚足，毋須另行加入之必要；但應用多量之合成汁時，無機成分含量甚微，於釀造 ales 上，硫酸鎂實與其他無機成分有同時加入之必要；但其用量須極少，每公升汁中，加入 0.06 公分已足。但釀造 Stout 及 Porter 時，味之關係非常重要，則硫酸鎂以不加入為妙。此外有所謂“black beers”者，其特點在於含有較多之未發酵糖分，為迎合消費者之口胃起見，硫酸鎂亦不可加入。

水中含有碳酸鈣、碳酸鎂及其他酸性碳酸鹽等時，在大麥浸漬上能將大麥中之苦味質、釀母之有害物質及其他不良物質浸出；此外於調製麥芽汁時，又能將有害於釀母之草酸化合物成為不溶性之草酸鈣或鎂

而析出。但據文提什之意見，認為碳酸鹽在麥芽汁調製上，能使汁中之第一磷酸鹽變成不溶性之第二或第三磷酸鹽，因而減少磷酸含量，實為不利云。其作用隨碳酸鹽存在量之多少而不同；碳酸鹽少時，起如第一式之變化，生成第二磷酸鹽；碳酸鹽多時，起如第二式之變化，生成第三磷酸鹽。

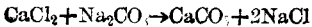


上式生成物中，第二磷酸鎂  $MgHPO_4$  當麥芽汁加熱至沸時，變為可溶性之第一磷酸鹽與不溶性之第三磷酸鹽  $[4MgHPO_4 \rightarrow MgH_4(PO_4)_2 + Mg_3(PO_4)_2]$ ，但一經冷卻後，又稍可恢復原來形態。故熱麥芽汁迅速冷卻時，如有碳酸鎂存在，磷酸鹽多少必受損失。綜上理由，釀造用水中含有之碳酸鹽類，稍行除去，對麥酒之製造上實為有利。概括言之，水中含有碳酸鈣時，有麥芽汁之酸度減少，糖化及蛋白質分解作用遲緩，麥芽汁之澄清困難，着色較濃，磷酸鹽減少等等弊病。但由於碳酸鹽所引起之惡劣影響，可加入石膏以除去之。

水中含有之鈉鹽，大都為食鹽及碳酸鈉。食鹽大都來自動物之排泄物，含量有限時，對發酵尚無惡劣影響；至於碳酸鈉，則為害甚著。因麥芽汁調製之時，碳酸鈉可引起如下之反應，生成可溶性之鉀及鈉之第二磷酸鹽，使液之鹼性增加，妨礙糖化作用，且於添加忽布煮沸時，着色更濃。



故除製濃色麥酒外，碳酸鈉應設法除去之。此可由加入石膏，使成碳酸鈣沉澱而出。但殘留之硫酸鈉，帶有苦味，為害則一。故實際上以加入氯化鈣為優，因氯化鈣與碳酸鈉起如下之反應，生成之碳酸鈣，由沉澱而析出，所殘留之氯化鈉，對麥酒並無妨害。



水中含有之氯素，主為食鹽質，為來自岩鹽層或海水中，此外動物之排泄物經微生物之作用，亦可生成之，為釀造上有利之成分。換言之，即水中含有適量之食鹽時，可促進釀母之繁殖，使發酵旺盛，製成之麥酒，便於久藏；對糖化力劣之麥芽，亦可恢復其澱粉水解酵素之活動力。

水中含有鐵時，當大麥發芽與麥芽汁調製時，可使着色濃厚，更與麥芽汁以不快之味，妨害發酵。其最大之含量，以每公石中含有 2—3 公分為限。含量過多時，通常可加入 Permutit 以除去之。鐵質成為碳酸鐵之形態而溶於含有碳酸氣之水中時，可於水中通以空氣，或作成霧狀飛散空中，逐出水中之碳酸氣使碳酸鐵沉澱而出。

氮鹽與硝酸鹽，多為動植物質之分解生成物，其含量甚少時，為害不烈。

亞硝酸鹽對澱粉水解酵素之糖化力大有妨礙，故不論其來源為何，均屬有害。

磷酸鹽通常均為動植物質之分解生成物，因每以其混有微生物，故認為有害；但若純粹之磷酸鹽，不但無害，反為有益。

(5) 水之硬度與化學之標準 釀造用水化學成分之利害得失，如上

所述，其影響極大，但對於用水中各成分之含量，至今尚未得有一定之標準。要之，麥酒之種類與製法之不同，關於水之需要成分與硬度亦略異，故釀造家應各就其採用之目的而慎重選定之。茲將有名釀造地用水之分析表與林德納 (Lintner) 及什發茲赫斐 (Schwaskhöffer) 所定之標準範圍摘錄於下，以供參考：

	1 公升中之公分數		1 公升中之公絲數	
	某市釀造用水	某釀造所用水	柏吞用水	
總硬度	14.80	7.40	鹽化鈉	55.7
永久硬度	0.60	0.97	硫酸鉀	22.7
石灰	10.60	4.15	硝酸鈉	28.1
氯化鎂	3.00	2.33	硫酸鈉	145.7
硫酸	0.75	2.11	硫酸鈣	1111.2
碳酸結合體	11.15	5.00	碳酸鈣	108.7
硝酸	極微量		氟化鈣	—
亞硝酸	—	—	碳酸鎂	304.1
氯素	0.16	0.75	硫酸鎂	—
氮素	—	—	二氧化矽及氧化鋁	14.0
有機質	0.44	0.13	硬度	72.2
(運送硫酸鉀消費量)			硝酸鐵	—
蒸發總殘渣	28.40	18.55		
灼熱殘渣	24.10			

	林德納標準表 (1 公升中之公絲數)	什發茲赫斐標準表 (1 公升中之公絲數)
總固形物	500	500
氧化鈣及鎂	160—250	180—200

氯	50	20—30
硫酸	80—120	80—100
硝酸	4	5
亞硝酸	—	—
氧	—	—
用以氧化有機物所需之氧素	2	2—2.5
硬度	16—25	15—20

(6) 釀造用水之細菌檢驗 水之理化學性狀，雖能適合於釀造上之目的，但苟含有多數之細菌，或有少數之釀造上有害細菌混入時，亦絕對不能應用。通常地下水之所以含有細菌者，乃由地面水混有多數細菌而流入所致；凡水之分析結果，苟有磷酸、氮、亞硝酸等存在時，即為含有多數細菌之暗示。

水中有多數之細菌存在時，不論有害無害，其存在之數目多少，影響於釀造上甚大，尤其有害細菌存在時，在釀造上危險更甚，故通常須照下列方法檢驗之：

1 公撮水中細菌數之測定 吸取 0.5—1 公撮待驗水混入麥芽汁瓊脂培養基或麥酒瓊脂培養基中，照常法行平面培養，放置 22—32°C 中發育至 48 小時後計算其菌集數。若水中含有細菌數量極多時，待驗水須先用無菌水稀釋至適當程度後，再行測驗。

發酵試驗 量取已滅菌之麥芽汁 50 公撮入一消毒之圓玻璃瓶中，加入待驗水 5 公撮，移入純粹培養之麥酒釀母少許，放置 6—8°C 之溫度下令其發酵。檢其發酵間有無異臭發生，並用顯微鏡檢視其沉澱釀母，

是否有其他細菌發現。

取二個消毒圓玻璃瓶各盛入已滅菌麥酒100公撮及待驗水5公撮，取其一移入二重平皿，放置室溫中，時時觀察其有無溷濁及異臭產生。

取二個三角形玻璃瓶各盛待驗水150公撮，將其一瓶煮沸滅菌後，兩瓶各加入蔗糖10公分，先保持在 $30^{\circ}\text{C}$ 下10小時後，又放置常溫中72小時。若煮沸之瓶，仍發現溷濁時，則此水絕對不可應用。

釀母洗滌用水之檢查 取純粹釀母浸入待驗水中，混合後，放置 $6-8^{\circ}\text{C}$ 下2—3日。分出其水，加入滅菌之麥芽汁行發酵試驗，時時檢查其氣味，並用顯微鏡檢驗有無其他細菌之感染。

以上各種試驗，僅可決定用水之大體適宜與否而已，最好應再行下述之什發茲赫斐之檢查法。

取無菌麥酒及麥芽汁各10公撮，各盛入25公撮之試驗瓶中，每瓶各加入待驗水一滴，放置室溫（約 $20^{\circ}\text{C}$ 左右）中八日，由生溷濁之試驗瓶數對各該試驗瓶總數之百分數，以作標準而決定之。兩方均不生溷濁時為最優良；對麥酒無變化，對麥芽汁生10%之溷濁時為良水；對麥酒不生溷濁，對麥芽汁生50%之溷濁時，此水尚可使用；對麥酒生10%以下之溷濁，對麥芽汁生50%以上之溷濁時，此種用水應加以限制。

(7)釀造用水之過濾 用水中含有多數細菌或少數有害細菌時，應先行過濾後使用之。過濾裝置種類頗多，用水少之工場，可採用紫外線法。

## 第二項 碳水化合物

### 第一段 大麥

大麥爲禾本科植物 (Graminae) 大麥 (*Hordeum sativum*) 之種子。應用於麥酒釀造上之大麥，以蛋白質含量少，澱粉含量豐富者爲佳。

I. 大麥之選擇 適用於麥酒釀造上之大麥，其選擇之標準如下：

(1) 不含夾雜物 大麥中應不含有他種穀粒、土砂、塵埃以及破碎粒、未熟粒及發霉等粒等。

(2) 種粒整齊 大麥之種粒須整齊。

(3) 粒子肥大 就一般言之，麥粒外觀以圓而肥大者爲上品。麥粒大小不定時，發芽不能均一，因之不能得品質一定之麥芽。

(4) 皮薄 欲自一定之原料中，製得多量之麥芽汁時，則麥粒之皮以薄爲要。檢驗粒皮之厚薄時，可取一定數之大麥粒子，用 5% 之氫水加熱之，則種皮起分離，可用手剝出，然後乾燥而定其量。

(5) 色澤 色澤呈鮮黃色而帶光澤者，爲成熟完全之證。呈綠色者爲未成熟；呈褐色者爲受黴類侵害之徵。尤其麥粒尖端呈褐色者係受絲菌之害，發芽必將不良。麥粒呈白色者，係屬陳舊之麥，或係褐色麥而用亞硫酸氣脫色者，均不宜使用。

(6) 香氣 香味以如新鮮麥稈之味者爲佳。取穀粒置入玻璃杯中，用鐵面玻璃蓋之，放置 30 分鐘後嗅之，以無異味者爲佳。

(7) 重量 100 公升之重量，應在 138—165 磅，在 138 磅以下者爲較輕，138—150 磅者爲適中，150—158 磅者則較重，在 158 磅以上者則極少。如以千粒之重量計算之，則爲 35—50 公分，33—37 公分者爲輕，38—40 公分者爲適中，40 公分以上者爲重。大麥以粒重者爲佳。

(8)化學成分 大麥以含澱粉多蛋白質少者爲佳。此可由檢查其胚乳組織上而約略認識之，大都胚乳現粉狀者澱粉富，現玻璃質狀者蛋白質多。檢驗胚乳組織之方法有二：一、係應用穀粒截斷機截斷穀粒，由其橫斷面所現之狀態而檢知其性質。另一係用所謂徹照檢查機 (diaphanoskop) 以檢查穀粒所能通過光線之程度而定其性質。大概玻璃質之穀粒，光線通過易而透明，粉狀之穀粒，光線通過難而不透明。故可由穀粒之透明或不透明之現象而決定其爲玻璃狀質或粉狀質。

穀粒有呈所謂一時之玻璃質狀者，即其所含之蛋白質並不多，不過因過於乾燥，水分缺少，因之而現玻璃質狀。如是穀粒，經水浸漬後即可恢復原狀。即將穀粒浸水中 24 小時後，徐徐乾燥之，不使腐敗，至回復至通常狀態時，再行前之試驗，當現粉狀性質。

(9)發芽力與發芽率 所謂發芽率者，即發芽粒數對於全體粒數之比率也；所謂發芽力者，即在一定時間內所能發芽之粒數對於全體粒數之比率也。檢驗發芽力之規定時間，通常爲三日，而檢驗發芽率之時間，大都爲七日。優良之大麥，其發芽力爲 80%，其發芽率應爲 100%。行發芽試驗時，可取二重平皿，鋪以溼濾紙，放置大麥於其上，加蓋，移置適溫中令其發芽。此外又有應用所謂香揚 (Schänjahn) 式及射恩斐爾特 (Schönfeld) 式之發芽裝置者。新鮮大麥，發芽率低，係由於收穫後所謂後熟不足故也。如置入乾燥器貯藏至相當時間之後，再行發芽試驗，無不現其本來之發芽力者。又大麥被絲菌侵犯者，其發芽亦緩。如是可將原料用醚或酒精浸漬一小時，或用飽和石灰水加一倍其量之水沖稀之溶液浸漬 5—8 小時，洗滌後再行試驗，亦可現其原來之發芽力。



(10)乾燥度 大麥所含水分以在 12% 左右者為佳。

上列各標準可各定出一適當之分數，而以其總分數之多少以決定大麥之品質。例如對蛋白質上所定之分數為 1—18，色澤為 1—5，整齊度為 1—18，重量為 1—18，皮之厚薄為 1—9。茲更將分數評定之標準詳列於下：

乾燥物中之蛋白%	評分	乾燥物中之蛋白%	評分	乾燥物中之蛋白%	評分
14以上	1	13.1—14.0	3	12.6—13.0	5
12.1—12.5	7	11.6—12.0	10	11.1—11.5	12
10.6—11.0	14	10.1—10.5	16	9.5—10.0	17
9.5以下	18				

穀粒之均齊度係取振動篩 I+II，或 II+III 所篩得之數對於總數之百分數以表示之。(篩目之大小，I 號為 2.8 公厘，II 號為 2.5，III 號為 2.2)

%	評分	%	評分	%	評分
50以下	2	50—60	4	60—70	6
70—75	8	75—80	10	80—85	12
85—90	14	90—95	16	95以上	18

就重量上

千粒 / 公分	評分	千粒 / 公分	評分	千粒 / 公分	評分
33以下	2	33—34		34—35	6
35—36	8	36—37	10	37—38	12
38—39	14	39—40	16	40以上	18

色澤及皮之厚薄，可由其外觀上評定其分數。同樣，對夾雜物存在

之多少，定分 2—18，水分之多少為 1—5，不過須自總分數上減去之。

水之記分法如下：

%	評分	%	評分	%	評分
15—16	1	16—17	2	17—18	3
18以上	5				

II. 大麥之化學組成 大麥皮層之組織，水分為 7%，粗纖維（一部分為多戊糖）22—23%，粗蛋白質 7%，粗脂肪 2%，其他如澱粉、苦味質、色素、鞣質等各有少量存在。就穀粒全體言之，水分佔 10—20%，其乾物質中，澱粉為 58—65%，脂肪 2%，粗纖維為 5.8%，其他非氮物質約 15%，蛋白質 8—16%，灰分約為 3%。碳水化合物中，澱粉佔 60—80%，粗纖維（一部為多戊糖）8—10%，蔗糖為 0.5—2%，其他為糊精、棉實糖、melibiose、葡萄糖、果糖、amylan 及植物膠質等。脂肪中遊離脂肪酸佔 13%，中性脂肪 78%，cholesterin 6%，lecithin 4% 及少量之phenasterin。就脂肪酸而言，有 stearin, linol, linolin, palmitin 及 olein 酸等。蛋白質中，據俄斯文 (Osborne) 謂有 albumin, globulin, prolamin, 及不溶於水及酒精之蛋白質等存在。又據該氏云 albumin, 或稱 leucosin, 含量為 0.3%，globulin, 或稱 edestin, 含量為 1.95%，可溶於 75% 酒精之 prolamin, 或稱 hordein, 含量為 4%，水與酒精不溶之蛋白質含量為 4.5%。據中村章彥氏之報告云：百分之全氮素中，水溶性蛋白質氮素佔 13.679—19.555，10% 食鹽水溶解性蛋白質氮素佔 11.321—16.102，70% 酒精溶解性蛋白質

氮素 (hordein) 佔 18.904—29.19, 20% 苛性鈉溶解性蛋白質氮素 (glutenin) 佔 29.129—39.585% 云云。此外其他之含氮物質有胺 (amine), 氨基酸, 天冬精 (asparagin), allantoin, 甜菜鹼 (betaine), 膽汁鹼 (cholin) 及陳乾酪酸 (tyrosine) 等。灰分之總量為 3%, 其組成之百分數為  $K_2O$  21%,  $P_2O_5$  35%,  $SiO_2$  26%,  $MgO$  8%,  $CaO$  3%,  $Na_2O$  2.5%,  $SO_3$  2%,  $Fe_2O_3$  1.5%, 及  $Cl$  1%。磷酸大都成爲 lecithin, phytin, nucleoprotein 等存在, 於發芽及糖化時, 分解成爲無機磷鹽。於至酵素, 則有澱粉水解酵素、氧化酵素、轉化酵素、細胞溶解酵素、麥芽糖酵素、peptase 及 phytase 等存在。

III. 大麥之貯藏 大麥未發芽之先, 須貯藏之。貯藏之要點在於穀粒中之水分可逐漸減少 (10—12%)。貯藏大麥須置於乾冷之處。如有蟲害時, 可散佈二硫化碳氣以防止之。

### 第二段 小麥燕麥及裸麥

有數地方亦有應用此等麥類以作麥酒釀造上大麥芽之代用品, 但通常上多不用之。

### 第三段 補充原料

I. 玉蜀黍、米及馬鈴薯澱粉: 此等物質, 多用作麥芽汁調製上之補充原料。白米含蛋白質較少, 添加調製後所得之麥酒, 富於保存性及耐久性, 頗適合於日本人之嗜好。故日本之釀造麥酒, 多用白米或碎米以作補充原料。

II. 麥芽糖、蔗糖、澱粉糖: 此等物質在英國於釀造上面發酵麥酒時多用之以作添加材料。

## 第三項 忽布

忽布 (hops) 爲製造麥酒之重要添加材料，使麥酒具特有之芳香與苦味，且對麥芽汁中之蛋白質之沉澱性關係極大，故可預防製品因蛋白質而溷濁，藉以增加麥酒之保存力。

忽布屬蕁麻科 (Urticaceae) 植物，學名爲 *Humulus Lupulus* L, 雌雄異株，用製麥酒者爲雌花。

忽布之著名出產地爲德國及奧大利亞之拜厄因 (Bayern) 浮泰姆堡 (Württemberg) 阿爾特馬克 (Altmark) 薩茲 (Saaz) 埃爾薩斯 (Elsass) 等地。英美等國亦有多量栽培，日本之信洲，甲州，九州等地亦有出產，但品質不佳。在麥酒釀造上，欲採用優良之忽布品種，以自德奧輸入者爲佳，採用次等品質時，可使用自美國輸入者。

(A) 忽布花之形態 忽布之花爲蔓狀簇生(圖115)，每一花體爲一花軸與多數之鱗狀葉片連合組成。鱗葉有前葉與苞葉之別，總數自 40 至 100 枚。苞葉扁平，下部稍如匙形，呈濃綠色。前葉爲卵形，每前葉二枚，有苞葉一枚包之。釀造所用忽布中最重要之 lupulin 體，即存於前葉之內側根端，爲黃綠色粘稠性之無數粒狀物質。

(B) 忽布之化學組成： 忽布之組成分爲水分 12—17%，粗纖維 13—16%，含氮物 15—24%，灰分 6—9%，鞣酸 2—6%，樹脂 16—26% ( $\alpha$ , 4—7,  $\beta$ , 8—13,  $\gamma$  4—6) 油分 0.3—1%。此外尚含有少量之蘋果酸及檸檬酸。就中最主要之組成分爲忽布油，苦味質、樹脂及鞣酸。

(1) 忽布油： 忽布油含於 lupulin 體中，予麥酒以特有之香氣。

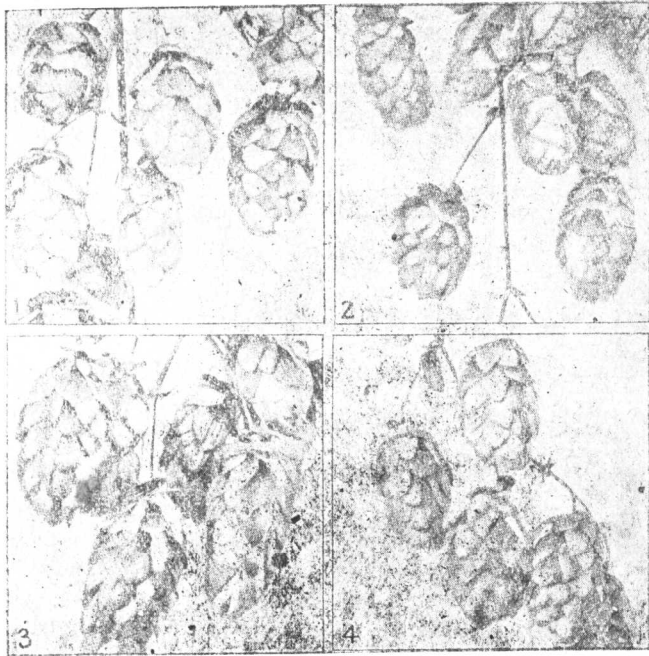


圖 115. 忽布 1. 2. 3. 4.

新鮮時為黃色揮發性之油狀液體，若在不同溫度下蒸餾之，分出下列數種成分：

myrcene 有特有刺激性之香味，為無色之流動液體，沸點為  $167^{\circ}\text{C}$ ，分子式為  $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ ，質易變，舊之忽布中無之。

linalool. 有非常爽快之芳香氣味，為無色之油狀物質，沸點為  $197^{\circ}\text{C}$ ，其分子式為  $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$ ，含量甚少。

geraniol. 其分子式與 linalool 相同，亦有同樣之爽快香味。沸點為  $229^{\circ}\text{C}$ ，含量亦少。

linalyl isononoate 稍帶香味，為重要之成分。

humlene 殆爲無臭無色之油狀流動體，沸點爲  $264^{\circ}\text{C}$ ，爲分子式  $\text{C}_{15}\text{H}_{24}$  之 sesquiterpene，其含量佔忽布油之 50% 以上。

luparone 含量極少，沸點在 3 公厘氣壓下爲  $75^{\circ}\text{C}$ ，分子式爲  $\text{C}_{13}\text{H}_{22}\text{O}$ ，乃酮之一種。

luparenol 爲無色無臭粘稠性之流動物質，沸點在 3 公厘氣壓下爲  $127^{\circ}\text{C}$ ，分子式爲  $\text{C}_{16}\text{H}_{24}\text{O}$ ，含量極少，

luparol 微帶香味，爲淡黃色之油狀物質，沸點在 2 公厘氣壓下爲  $123^{\circ}\text{C}$ ，分子式爲  $\text{C}_{16}\text{H}_{26}\text{O}_2$ ，含量極少。

忽布中之揮發油，當麥芽汁調製之時，大部分損失。故設預將綠忽布中所含多量之揮發油蒸餾分離出之，然後於麥酒販賣之先再行加入，當爲良策。

(2) 忽布之苦味質：苦味質亦稱苦味酸，爲 lupulin 中所含之結晶物質，其含量佔忽布乾物質中之 8—18%。苦味酸與忽布中之樹脂共同予麥酒以苦味，有  $\alpha$  苦味酸或 humulon，與  $\beta$  苦味酸或 lupulon 之別。

humulon 可自溶液中用醋酸鉛使之沉澱，有苦味及特有之香氣，融點爲  $65-66^{\circ}\text{C}$ 。據維蘭特 (Wieland) 之考察，其分子式爲  $\text{C}_{21}\text{H}_{30}\text{O}_6$ 。

lupulon 爲醋酸鉛所沉澱，有苦味而無臭，融點爲  $94^{\circ}\text{C}$ ，維蘭特定其分子式爲  $\text{C}_{26}\text{H}_{38}\text{O}_4$ 。

苦味酸易溶於普通任何有機溶劑中，但不溶於水。氧化劑如過錳酸鉀一類之化合物可使之分解生成額草酸。陳舊之忽布，有似舊牛酪之惡

臭，乃由於氧化後生成類草酸之故。就氧化量，humulon 比 lupulon 為速。

(3) 忽布樹脂：忽布樹脂為自忽布中之苦味酸變化而成，難溶於水，但易溶於有機溶劑，予麥酒以苦味，並增加其保存性與泡沫持久性。

忽布樹脂有  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  三種， $\alpha$ ,  $\beta$  二者屬軟性樹脂， $\gamma$  屬硬性樹脂。

羅姆堡 (Romberg) 氏自新鮮之忽布中分析出如下之成分：

忽布，醱浸出物	15—24%
$\alpha$ 樹脂	4—7%
$\beta$ 樹脂	8—13%
$\gamma$ 樹脂	4—6%

$\alpha$  樹脂為 humulon 之氧化生成物，呈鮮赤褐色，有激烈之苦味。 $\beta$  樹脂之苦味柔和，稱為貴苦味素，因之  $\alpha$  樹脂稱為粗苦味素。石油醚，及其他普通之樹脂溶劑均可溶之，鹽基性醋酸鉛可使之沉澱。

$\beta$  樹脂為 lupulon 之氧化生成物，其性狀大都與  $\alpha$  樹脂相似，但與鹽基性醋酸鉛不生沉澱。

$\gamma$  樹脂為 humulon 及 lupulon 之氧化與疊化之生成物，為脆弱之固形體，無味，無臭，性與  $\alpha$  及  $\beta$  樹脂相反，不溶於石油醚。

忽布樹脂之滅菌能力乃因含有軟性樹脂之故，就中  $\alpha$  比  $\beta$  滅菌力為強， $\gamma$  殆無價值。

(4) 忽布鞣酸 忽布鞣酸含於忽布之花瓣，花軸及 lupulin 體等之中，含量達 2—4%，優良之忽布，含量應更多。易溶於沸水中，稀酒精及冷水則難溶之，遇礦物質及食鹽則沉澱，與氧化鐵生濃綠色之沉澱。煮沸時可與麥芽汁中之蛋白質結合，其一部於熱時為可溶性，但一經冷

卻後則不溶而析出，其量比煮沸時所分離而出之蛋白質爲少。煮沸時不能分離之蛋白質，即爲麥酒現狀質 (glutin) 溷濁之原因，此爲蛋白質分離上之一重要點也。

鞣酸易分解，氧化後二分子結合成赤褐色之 phlobaphen。phlobaphen 有水溶性與不溶性兩種。舊忽布之呈褐色者，即鞣酸氧化生成 phlobaphen 之故。

phlobaphen 於熱時及冷時均與蛋白質結合成不溶性之結合物。

忽布鞣酸可增加麥酒之保存性，此並非鞣酸本身富有保存性，實因其減少麥酒中之蛋白質，因而間接提高其保存性也。

此外鞣酸對於麥酒之着色有關，即於麥芽汁調製及發酵之時，麥酒之着色爲之減少，然設有碳酸鹼質存在時，因鞣酸氧化成爲赤褐色之 phlobaphen 故，麥芽汁之着色反爲增加。故於製造淡色麥酒時，多餘之碳酸鹼質必須除去之。

(5) 含氮物質 此爲真正蛋白質、類似蛋白質類 (albumoids)、消化蛋白質、及醯胺類、天冬精、澱粉水解酵素等。

(6) 碳水化合物 含有 3—4% 之果糖，及葡萄糖，其他如多戊醣，半纖維素 (hemicellulose)、樹膠 (gum) 等亦含有之。

纖維之含量達 50%，對於麥芽汁之澄清關係至大。

(7) 酸類 忽布中含有蟻酸、醋酸、癩草酸、琥珀酸、壬酸 (nonylic acid)、octylic acid、蘋果酸、檸檬酸等酸類。癩草酸爲苦味質之分解生成物，由其量之存在即可證明此忽布係屬陳舊物質，將予麥酒以惡臭。



(8) 忽布之植物鹼質(alkaloid) 此為lupulin及種子中之hoffein。忽布帶有種子時,其質不良。

(9) 灰分 忽布中之灰分達6—10%,主為鉀、磷酸、石灰、硝酸、硫酸等。

(10) 水分 乾燥適當之忽布,水分含量在10—17%之間。水分含量過少時,鱗葉及lupulin體易脫落,因之品質低劣;反之,水分過多時,易起霉敗。

(C) 忽布之試驗法 忽布品質之良否,對於麥酒品質之影響至為重大,故其品質之選定,不可不充分加以注意。試驗之方法,普通僅依從來之經驗,行外觀之鑑別;如必要時,更須檢查有無用硫黃燻蒸;特別需要時,須行化學試驗。

茲將優良忽布外觀之特徵,大略舉之如下:

(1) 花圓形,大小適中,葉片密着,尖端閉合。

(2) 花之主軸細小,葉脈纖細,少種子。

(3) 花帶黃綠色,光澤良好。花呈綠色者係採摘過早;呈褐色者係貯藏中起發酵之故;呈赤色者為乾燥不良,有過熟之弊;呈黑色者為有絲菌繁殖之徵。此等忽布,品質均不良。陳舊忽布,應用硫黃燻蒸以脫色者,可檢查其有否硫黃之存在而察知之。

(4) 具有特有之芳香氣味者為佳;如帶有蘋果味、蒜臭、乾酪臭或其他異臭者均不良。

(5) 富有lupulin體者為佳。lupulin體呈粘稠性,破碎之,塗抹於白紙上,現如脂肪之鮮黃色。夾置於二玻片之間壓之,有流動之液體流

出者，皆為新鮮之證。反之，若缺乏上述特性，且塗抹於白紙上現褐色者，是為陳舊之貨品。

(6) 用手握之，粘着於手者為新鮮。

(7) 乾燥適當。

(D) 忽布之貯藏 忽布之使用，自然以新鮮者為佳；但忽布之價格，常與年間收穫之多少成反比例，故有經驗之釀造家，每於年收豐富，物價低落之時，大量收買而貯藏之。且常用同一品質之忽布，對於製成麥酒之品質亦有一定，是亦有利之圖也。

忽布之貯藏有燻硫法與罐頭法之別，要之宜貯藏於乾燥良好冷暗之處。取出時，勿與空氣接觸，更宜防止其氧化及微生物之繁殖。

#### 第四項 釀母

在麥酒釀母中每依其發酵性之不同，而分為上面發酵性釀母與下面發酵性釀母 (yeasts) 二種：

下面發酵性釀母營養酵之溫度須較低，約在  $5-10^{\circ}\text{C}$  之間。發酵終了後，細胞固結沉澱槽底。發酵之時，麥芽汁表面起透明之泡，含釀母較少。發酵液甚澄清，沉澱之釀母，雖振蕩後，仍呈塊狀。

上面發酵性釀母之發酵溫度較下面者為高，約在  $10-20^{\circ}\text{C}$  之間。沉澱於槽底之釀母呈疏鬆之狀，振蕩之可如霧點而分散。發酵液表面之泡呈泥狀，含多量之釀母，發酵中發酵液顯濁濁。

#### 第三節 麥芽之製造

在麥粒生命之發軔時，由其間某種細胞內含有酵素之分泌與增殖，

而使穀粒內部之組織與成分起變化。此種酵素。昔時認為係一種“組織之酵素”(unorganized ferments)者，今已知其確為存於生物體中之有機“接觸劑”也。所謂接觸劑者，意即指能引起他種物質之化學變化而自身不受影響之一種媒介也；換言之，即接觸劑本身在反應之終並不生變化。

麥芽之製造，既屬於有生命的，則凡生命上所必備之條件均須注意；其次妨礙生命發育上之其他生物，如絲菌、細菌之類，必須除去。要之，欲製得良好之麥芽，必須(一)有適當生命力之大麥；(二)有適宜於麥粒生長之環境；(三)無妨礙其生長之微生物；及(四)如何保存此麥粒生命上之活動力，即酵素。

根據上理，麥芽之製造，除主要之浸漬、發芽與乾燥三種工程外，尚須先經一預備操作。所謂預備操作，即包含麥粒精選與人工乾燥二工程。

### 第一項 預備操作

精選工程：包括清粒與選粒二項操作，以求品質優良與發芽力均一之麥粒。先用篩除去粗大之夾雜物，次用脫芒機除去麥芒，又經除鐵機藉磁石之作用，除去混有之鐵屑，再經除塵機除去塵埃等。然後藉精選機(圖116)以分開大小之麥粒並除去破損之麥粒及雜草等。

人工乾燥：未到成熟期間收穫之大麥，或氣候潮溼地帶所出產之大麥，含有水分常多至15%以至17%。水份含量過多之大麥，不但貯藏時有發熱變質之虞，而其發芽力亦大差。為增進發芽力起見，大麥水分過多時，應於精選之後，加行人工乾燥，或稱去溼法(sweating)。去溼

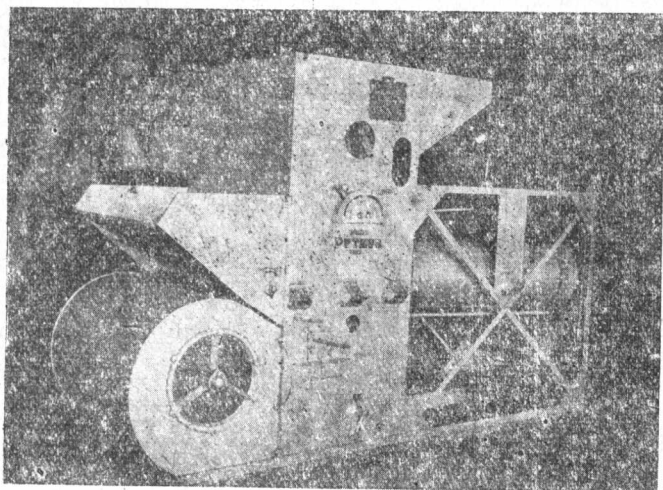


圖 116. 大麥精選機

操作甚為簡易。法將大麥置入烘爐 (kiln) 中，在  $32 - 49^{\circ}\text{C}$  之低溫中烘乾至二十四小時，每隔六小時用鏟翻轉一次。如是乾燥之大麥，不但各麥粒含有之水分均一，且發芽整齊。

去溼操作對於大麥發芽力增加之優點，曾有人試驗證明之。試驗所採用之大麥，為次等之品質，其結果列舉如下：

未加“去溼”之大麥	不發芽粒達	46 %
“去溼”後直接使用之大麥	不發芽粒達	31 %
“去溼”後貯藏至十六天後	不發芽粒達	12 %
“去溼”後貯藏至三十天後	不發芽粒僅	7 %

由上表可知大麥經人工乾燥後並貯藏至一月以上者，其發芽力最

佳。人工乾燥既可使麥粒之水分均一，故爲安全計，大麥收穫後，應加人工乾燥後貯藏之。但成熟時間後或乾燥地帶出產之大麥，含有水分認爲適當者，可無須再行人工乾燥。

費用最廉而效率最著之乾燥器，當首推旋轉鼓形爐，用煤既省，且裝卸需用人工亦有限，可於九小時內完成乾燥手續。

### 第二項 大麥浸漬

(甲)浸漬之目的：大麥浸水之目的，在驅逐麥皮與胚乳間之空氣，予麥粒發芽上必要之水分，並浸出穀粒中含有之色素、苦味質與其他對釀母有害作用之物質。

(乙)浸漬之用具：浸漬麥之用具稱爲浸漬槽、木材、石料、水泥、或鐵質加以塗料者均可，最合用之形式示如圖 117 A B，於洗滌，通氣，混和與浸漬均極便利。

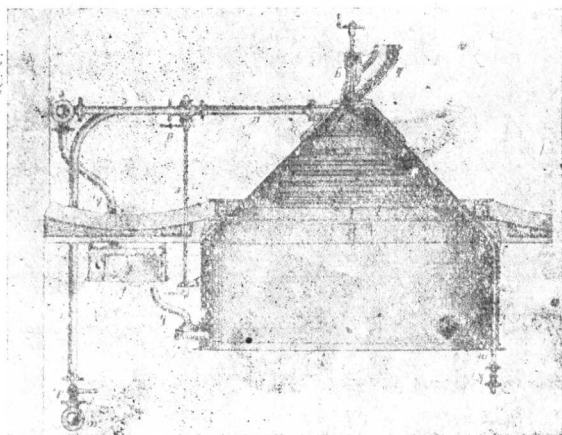


圖 117. A 浸漬槽

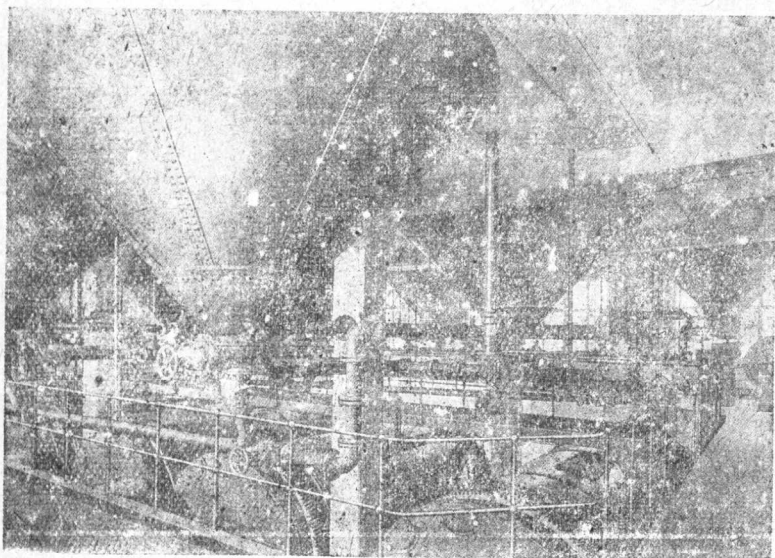


圖 117. B 浸漬槽

(丙)浸漬用水：浸麥用水與製麥酒用水不同，以含有碳酸鈣與磷酸鎂者為較優。換言之，即浸麥用硬水比軟水為有利。就時間而言，軟水比硬水之溶解力大而進行快；但就結果而言，硬水較軟水為佳。主要之原因，以軟水可使大麥中之可溶成分多量浸出，其量常在1%以上，就中以磷酸鉀之損失為最大。此磷酸鉀為後來發酵上釀母之主要營養料。若用硬水，此磷酸鉀可與鈣質結合成為不溶性之磷酸鹽而仍遺留於大麥中，不至損失。其次可溶性磷酸鹽之多量浸出，利於絲菌之繁殖，使浸出水易於腐敗，故須常加換水，結果大麥中可溶性成分之浸出更多。

(丁)浸漬手續：浸漬操作可分為預備浸漬與本浸漬兩段。預備浸漬之進行，係於浸漬槽中盛約至八分程度之大麥，加水至淹過大麥表面約4英寸高，攪拌之，靜置一小時，粒輕之麥及夾雜物上浮水面，撇去

之。如是附着於麥粒表面之塵芥及絲菌亦同時洗去。

本浸漬進行時，麥粒經長期之浸漬，有微生物繁殖並穀粒窒息之虞。為避免此危險起見。水中可吹入空氣並時換清水以防止之。浸漬之時間，依浸水之溫度、換水之次數及製成麥酒之種類而有一定，大略述之如次：浸水之溫度在 10—15°C 之間者，於開始 1—2 小時，次 2—3 小時，再次 8—12 小時，換水各 2—4 回。麥粒曾被絲菌等侵害者，於第一次浸水中，應加入石灰或亞硫酸鈣以滅菌。近來浸水有用 30—32°C 之高溫者。第一次用 30—32°C 之溫水浸四小時，洗滌後去其水，用飽和石灰水潤溼之。第二次用 25°C 之溫水再浸四小時，洗滌後，去其水。第三次用 20°C 之水浸漬四小時，洗滌後，去其水，然後放置六小時，使與空氣接觸。第四次又用 20°C 之水浸漬六小時，如是浸漬之時間，合計約四十小時左右。如麥粒曾被絲菌侵犯者，全操作中應用石灰水二次潤溼之。

(戊)浸漬程度之檢驗：麥粒浸漬程度適當，其所呈之物理現象大約如下：

(1) 麥粒富有彈性，在指間壓之，容易壓縮而其核心不至穿出皮外。

(2) 小刀容易切斷之，可得一柔軟之橫斷面，除核心之小點外，全部潤溼均勻，且呈膠狀。

(3) 種子可隨意彎曲而其外殼不至破裂。

(4) 在幼根之一端，其外皮似將裂開。

(5) 用齒輕咬之，其核心將分向兩端移動但不致破損麥粒。麥粒吸收之水分約等於原粒重量之 50%；浸漬優良之大麥，其水分應不超過 44%。

## 第三項 發芽工程

麥粒浸漬終了，即行堆積使之發芽。發芽之目的，在於諸種酵素，尤為澱粉水解酵素之生成及其間物質之變化。由於此等酵素之活動力及呼吸發熱之結果，麥粒中之物質遂起變化。因酵素之生成，與物質之變化係同時並行，故酵素生成多時，物質變化亦大；物質之變化，依發芽時間之長短，溫度之高低而不同。因酵素之作用，使穀粒之組成分起種種變化；澱粉分解酵素、解脂酵素 (lipase)、磷酸酯酵素、細胞溶解酵素 (cytase), phytase 等，使穀粒之成分起溶解作用；Protase 等，使蛋白質起分解作用。發芽之目的，在使澱粉水解酵素之生成與蛋白質之分解。但發芽之時過長時，溶解作用旺盛而物質損失亦大。其次發芽之溫度在  $20^{\circ}\text{C}$  以上時，麥酒發生早期蛋白質之濶濁。此二點不可不注意焉。

## 第一段 大麥發芽之化學變化

在未敘述大麥發芽的化學變化之先，對於麥粒之形態，應稍加說明。在麥粒腹部上有一皮稱為外殼 (圖118之A) 恰覆蓋於內殼 (palea interior) (圖118之B) 之邊上。在殼之內有二層種皮，稱 pericarp 與 testa。許多植物種子，僅有二層種皮，但大麥則另有外殼緊包於種子之外，以保護初生之幼芽。

在種皮之內，為一雙層之細胞，含有脂肪與蛋白質，以供給幼植物生長時之養料。此種細胞，稱為“aleurone”細胞。再內則為胚 (embryo) 與胚乳 (endosperm)。胚為大麥之生命機構，而胚乳為含有澱粉粒之細胞。





圖 118. 麥粒之形態

麥粒發芽時，麥粒內部之各組成分起變化，此變化係由於各種不同之酵素所引起之作用。此等作用，稱為加水分解 (hydrolysis)，因酵素之作用，每使其所作用之物質附加一分子之水。

大麥發芽時，麥粒內部發生之變化如下：

(1) 某種酵素，稱為細胞溶解酵素或纖維酵素 (cellulase)，先行侵入，溶解包圍於澱粉粒外之纖維質或纖維組織。如是纖維質形成可溶物質，而釋出澱粉質。

(2) 繼纖維質分解酵素之後，大麥分泌另一種之酵素，稱為澱粉水解酵素。澱粉水解酵素有兩種形態，一稱為大麥澱粉水解酵素 (barley diastase) 存於未發芽之大麥中；另一則為發芽時所分泌之酵素，

其量之增加為發芽工程之主要目的。

(3)此外尚有兩種酵素，即蛋白質分解酵素，能將蛋白質或含氮物質分解成為可溶或可滲析之物質，以供給大麥胚芽生長上需要之可溶性含氮物質。一種稱為peptase，在適宜之溫度下，將蛋白質類 (albumins) 變為蛋白醱類 (albumoses)；另一種稱為 tryptase，將前此生成之蛋白醱類繼續變為醯胺類與氨基酸，此等物質均立即可為麥酒發酵時之釀母營養料。

由上可知發芽之主要目的在分泌纖維分解酵素以溶解含有澱粉之細胞膜，分泌並增加澱粉水解酵素，且分泌蛋白質分解酵素至適當之數量，以利於此後麥芽汁之製成。所謂適當數量意即指於大麥發芽時不可使其生成過量之可溶性蛋白質，因此等物質將減退製成麥酒之固定性與光澤。為避免此項危險起見，發芽時應採取低溫，並當發芽時，勿澆過量之水。

大麥發芽間，麥粒中組成分變化之情形約如下：

(a) 蛋白質之變化：

據羅斯馬肯齊 (J. Ross-Mackenzie) 之多數試驗，大麥發芽前與發芽後，蛋白質成分之量與質之變化約如下：

	原料大麥	麥芽
蛋白質總量	10.6 %	9.8 %
就組成而言		
不溶性蛋白質	8.06 %	4.7 %
可溶性蛋白質	2.54 %	5.1 %
合計	10.6 %	9.8 %

## (b) 糖類之變化:

據薩利凡 (J. O. Sullivan) 之分析, 未發芽之大麥, 糖類含量均低, 且無麥芽糖; 但一經發芽, 糖類各成分均見增加:

	原料大麥	麥芽
蔗糖	1.39	4.5
麥芽糖	—	1.98
葡萄糖	0.62	1.57
果糖	—	0.72

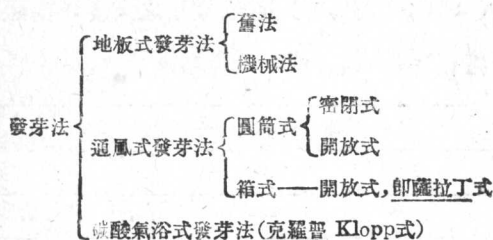
## (c) 灰分之變化:

就羅斯馬肯齊之試驗結果觀之, 灰分在發芽前與發芽後無多大變化, 不過其中易溶成分如鈉、鉀、磷酸、硫酸及氯等稍為減少, 此大概由於大麥浸漬時被浸出之結果。

	原料大麥	麥芽
氯化鉀 ( $K_2O$ )	1.54	1.44
氧化鈉 ( $Na_2O$ )	5.3	4.9
氧化鈣 ( $CaO$ )	4.5	5.0
氧化鎂 ( $MgO$ )	7.7	8.3
氧化鐵 ( $Fe_2O_3$ )	0.9	1.4
磷酸 ( $P_2O_5$ )	32.9	31.2
硫酸 ( $SO_3$ )	1.5	1.3
矽 ( $SiO_2$ )	30.6	32.7
氯 ( $Cl$ )	1.2	0.8
合計	100.0	100.0

## 第二段 發芽之方法

發芽之方法，依所採用之形式可分之如下：



(一)地板式舊發芽法：如圖 119 此為原始之發芽方法稍加改良

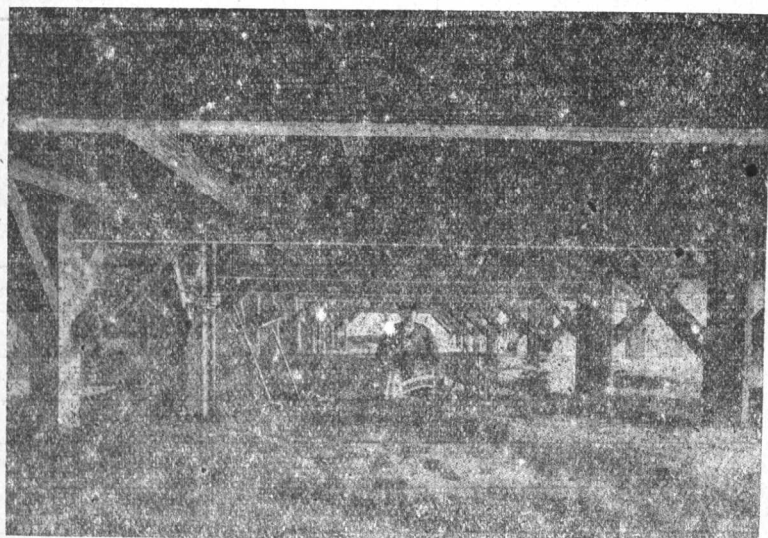


圖 119. 地板式發芽法

者，發芽室換氣與溫度可以自由調節。大麥在磚、石板、水泥或其他適當之材料之地板上使之發芽。通常堆積之高度約為 3—4 英寸，每大麥一百公升需有地板面積 24 平方英尺。浸漬後之大麥，堆積之於地板上成半圓形，待發芽進行時，用麥芽耙翻轉之，並隨時調節溫度、溼

度及空氣分量等，使之得適度之發芽。

發芽之經過，概述之如次：最初堆積於地板上時，麥粒浸漬潤溼，稱爲潤溼堆積。每隔 12 小時翻轉一次，使之乾燥均齊。溼潤堆積時，穀粒逐漸乾燥，麥皮表面，不帶水分，此時稱爲乾燥堆積。乾燥堆積初期，幼根形成，有多量水分及碳酸氣等之氧化生成物發出，同時溫度升高，在此初期，麥皮下端有白色根毛發出，此時稱爲出芽堆積。根毛逐漸分枝，生活作用更甚，表面出汗，發出如新鮮胡瓜之香氣。待幼根生成至 3—4 枝時，即稱爲幼芽堆積。幼芽堆積時，生長最爲旺盛，溫度節節上昇，堆積之程度，應減薄一半。又依發汗之情形與溫度上昇之程度，增加其翻轉之回數。普通每六小時翻轉一次，幼根呈連合之象時，每 8—10 小時翻轉一次。此時生活作用雖盛，但水分開始缺少，生活力有急退之虞。爲避免此項危險起見，減少翻轉次數，並以噴霧機噴水（大麥 120 磅需用 15—16°C 之水 0.25—0.5 公升）。發芽完全後，生長與發汗作用次第衰退，溫度下降。此時堆積稱爲老芽堆積。每隔 8—12 小時翻轉一次，堆層並須逐漸加厚。於此時期，須隨時採取麥芽樣品，檢驗其溶解度，待達到所需要之溶解度時，即爲綠麥芽製造手續完畢。收集之裝入搬運車，送至另一操作場。自幼芽堆積至老芽堆積間，於製造濃色麥芽時，需有溶解度大之物質，故當於麥芽操作衰退期間，使之繼續行生活作用與溶解作用；如是需有一特別之操作，稱爲維持堆積。堆積之維持在製造濃色麥芽時行之，但在淡色麥芽之製造時則不必要。

上述爲地板式發芽經過之大概，至於其詳細之操作，依溫度之高低，分爲高溫式與低溫式二種。

(甲)高溫式： 高溫式操作，開始時，大麥之堆積厚達 16 英寸，每 8 小時翻轉一次。發芽進行後，堆積之厚度減至 8—12 英寸，每隔 10—12 小時翻轉一次。最後又堆高至 12—20 英寸厚，全操作中，溫度常保持 36—41°C。於 4—6 日間得製品。高溫式發芽比低溫式為快，但有害微生物易於繁殖，麥芽製品品質低劣，故多不採用之。

(乙)低溫式： 低溫式之發芽溫度常在 17—20°C 之間。浸漬後之大麥移置發芽地板上，堆積成中凹之形。開始之厚度為 8—14 英寸，每隔 7—8 小時翻轉一次，使溼度及溫度各部均一。在 24—48 小時後，幼根生成，此時厚度應至 8—10 英寸。其後，發芽作用進行，品溫上昇達 20°C 左右，麥堆內部起發汗作用。此時應時行翻轉。嗣後視溫度之高低，每隔 5—6 小時翻轉一次。麥堆翻轉上用麥芽耙。幼根長至比麥粒一倍半時，厚度須更減薄至 4 英寸，達 2 倍時，厚度須減薄，使發芽完全，同時並行乾燥。應用此法，大都 7—9 日可得製品。

就一般言之，堆積之厚度與發芽作用有重大之關係。堆積厚時，空氣之流通與水分之蒸散均少，發芽作用逐漸進行，發芽溫度顯著升高，酵素作用強，糖類之生成多，因之，所得製品，甘味與酵素均富。但堆積過厚，於溼潤堆積時，麥粒受長時間水之作用，有浸漬過度之危險；於幼芽堆積時，因溫度過高，堆積各部不甚均勻，生成之製品反劣。堆積薄時，空氣之流通與水分之蒸發均速，故有屢行供給水分之必要。堆積過薄，表面冷卻，水分蒸散過速，溫度低下，發芽困難，有乾燥之危險。普通可依大麥之浸漬之程度以決定堆積之厚薄；大概浸漬程度大時，堆積須薄，浸漬程度小時，堆積須厚。

(二)地板式機械發芽法：發芽室之地板上，全部鋪以大麥，用機械裝置（如圖120）以代麥芽耙之翻轉。至於發芽之經過與操作，則與舊法相同。

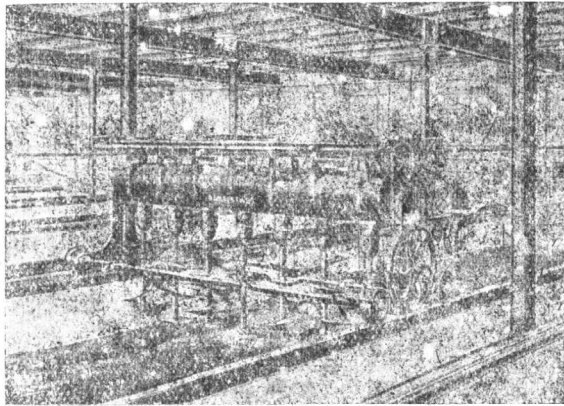


圖 120. 地板式機械發芽法

(三)通風式發芽法：通風式發芽法較地板法勞力既省，且不受外圍狀況之影響，故現世採用者日廣。此法之要點乃以一定之溫度與帶有飽和溼度之空氣吹入堆積大麥之容器中。至於麥堆之翻轉，或由容器之迴轉，或附有特別之攪拌器行之。此法有圓筒式與箱式二種之別。

(甲)圓筒式發芽法：大麥裝入如圓筒形之容器使之發芽，又有密閉式與開放式兩種：

(1)密閉式發芽法：由採用機械之不同，又分為加隆 (Galland) 式與什未革 (Schwager) 式二種。

(a)加隆式發芽罐：此為完全密閉之鐵製大圓筒，擱置於裝有輪齒之臺柱上，於圓筒之一端，裝有調節瓣，以為溼潤空氣導入管與空氣室 A (圖121 A, B, C) 間之連絡。於圓筒之內壁，間隔安有數個穿有多數

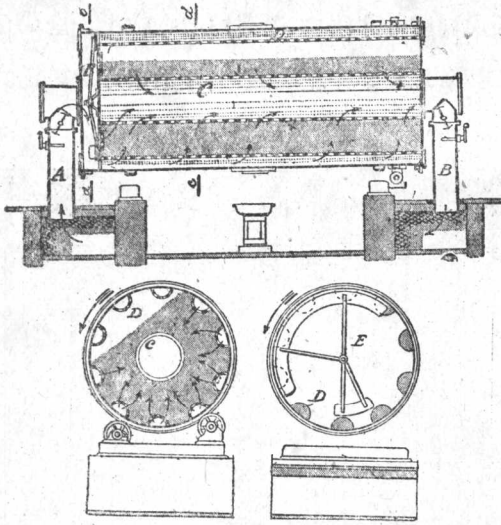
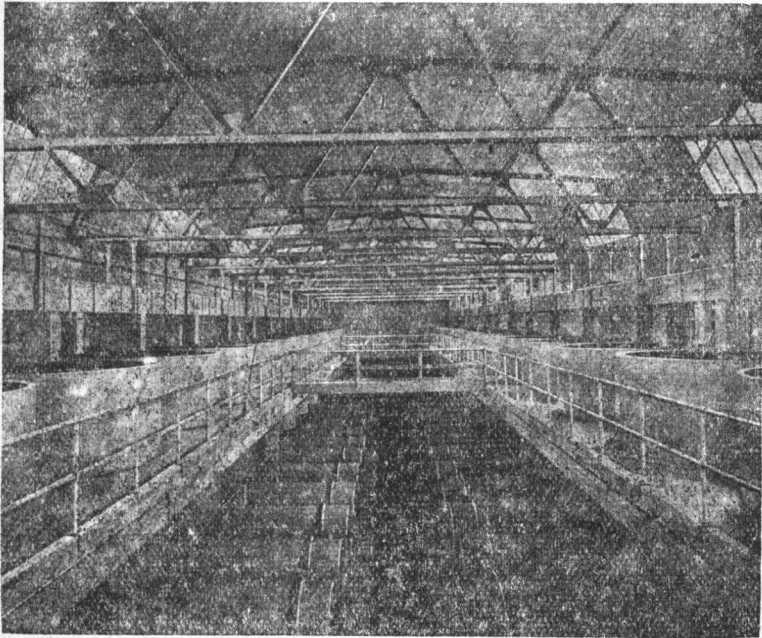


圖 121. A 加隆式發芽罐



板 121. B 加隆式發芽罐



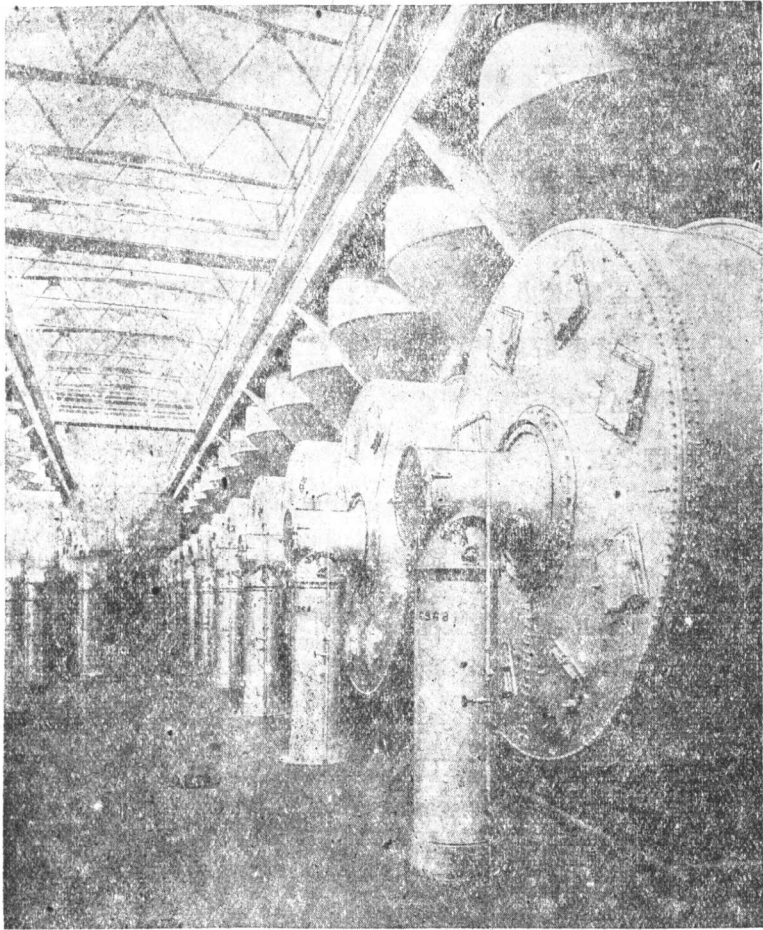


圖 121. C 加降式發芽罐

小孔之側管，其長與圓筒同，作為溼潤空氣之通路。於圓筒之中央，亦設一穿有多數小孔之內管，與吸出機連絡，以排出溼潤之空氣。在內管與吸出機之間，亦有調節瓣之連絡。圓筒設有二出入管，以供原料裝卸之用。原料裝入於內管與外壁之間。空氣則自空氣室A經側管D通入原料

間，再由內管C而排出。側管D中，當其迴轉至上方向時，藉振子瓣E而閉塞之。當圓筒迴轉時，大麥同時得翻轉之效果。圓筒之迴轉極慢，每四十五分間迴轉一次。

空氣飽充水分之方法，係使空氣通過一溼潤焦炭之厚層與水之噴霧機之塔中。噴霧機藉壓縮空氣之力將水噴出成爲細微之水滴。乃自相反之方向，導入空氣，使其飽含溼氣。再通過焦炭層使空氣濾淨。

(b) 什未革式發芽罐(圖122)：密閉之圓筒A，其圓筒軸依臺柱C, D, 而迴轉。A之內另有一圓筒B。在A, B二圓筒之間有隔壁E，藉此使內外兩圓筒之空氣路閉塞。圓筒中央，有穿孔管G，管之中央用壁分隔爲二，故吸入之空氣分兩面之排出管H而出。A, B兩圓筒之中間有穿孔鐵板，爲B圓筒之外壁，此壁之穿孔，適與B圓筒不同，即B圓筒有孔之處，壁上無孔，如此空氣通入大麥而無表面受風吹之虞。

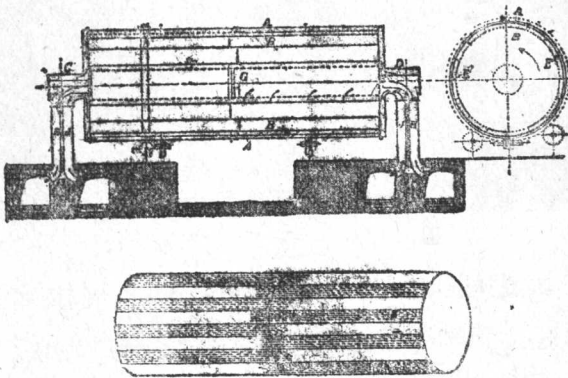


圖 122. 什未革式發芽罐

(2)開放式發芽法：此式中發芽罐，空氣通風裝置等與密閉式無大差異。但大麥係與外部之空氣直接接觸。且空氣之流通，與密閉式相反，自發芽罐之中央管通過大麥之外部而折反之。此式中有多斯撲式，提爾頓 (Tilden) 式及多室發芽罐式等。

(a) 多斯撲式發芽罐：此式與加隆式罐相同，外被有無數之孔，使罐內與罐外之空氣相接。大麥之翻轉，亦由罐之迴轉行之。

(b) 提爾頓式發芽罐：此式與多斯撲式大體相同，兼司炒乾之用(圖123)。

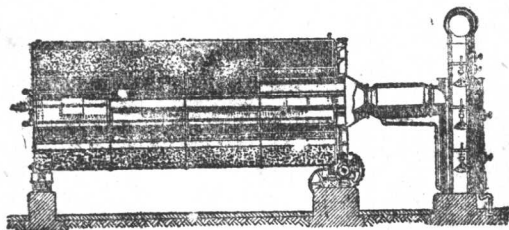


圖 123. 多室發芽法

(c) 多室發芽罐：此式亦殆與多斯撲式相同，但隨圓筒軸之直角處，有2—6之隔板，將一發芽罐分開為數室。一個發芽罐同時可進行不同程度之發芽操作。

(乙)箱式發芽法：此法中有稱薩拉丁式者，亦如圓筒式，為發芽箱、加溫裝置與換氣裝置三部組成。發芽箱為磚築成，分為數室，如方形之箱，上部開放。室之長短無一定，於箱底二英尺高處裝有篩形之假底。於其上堆積大麥厚約至二英尺。空氣之流通有定，除去碳酸氣，加入氧氣，同時並行冷卻作用。用攪拌機行攪拌。攪拌機為一軸裝有螺

旋狀之翼，與軸成垂直。全體可以移動搬運。麥芽之取卸，可自箱之前面行之。空氣流通之方向，觀圖(圖124 A,B) 即可明瞭，藉調節瓣之作用，或自大麥之上部或自大麥之下部通入之。

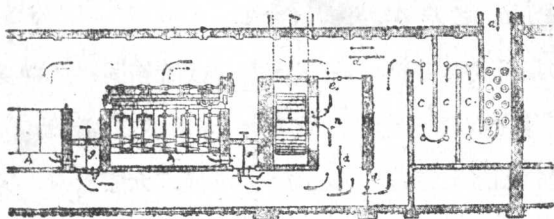


圖 124. A 箱式發芽法

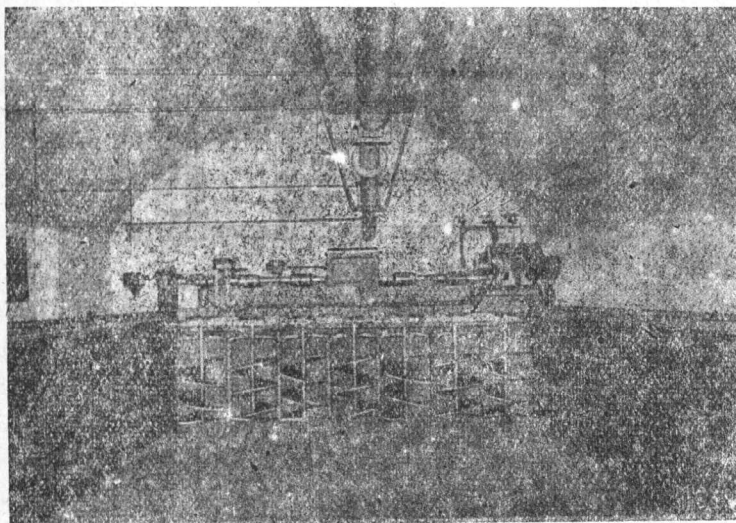


圖 124. B 箱式發芽法

此外又有所謂謨格爾 (Mügel) 式，大體與薩拉丁式相同，發芽箱亦區分為數箱。

(四)克羅普 (Klopp) 式發芽法：又稱碳酸氣浴室發芽(圖125)。

此法開始進行時與普通地板式相同，待起相當之物質溶解時，完全密閉之，行箱式之發芽，不時送入新鮮之空氣。所以此式顯然分為二段：第一段自由導入空氣，行普通式之發芽法；第二段與空氣隔絕，但或間隔通入少量空氣，餘時使大麥浴於碳酸氣中。按發芽之目的，在產生酵素並使物質溶解，當發芽旺盛時，因呼吸作用之強烈，物質之損失甚大。故當酵素之產生及物質之溶解至相當程度時，停止氧氣之供給，使呼吸作用受限制，則物質之損失可以減少，此為本方法之主要目的也。

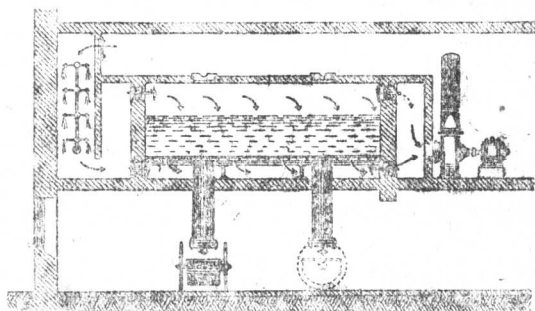


圖 125. 克羅普式發芽罐

克羅普式為發芽箱、加溼裝置與吸氣裝置三部所組成。於箱底1-1½英尺高處設一多孔之假底，於其上堆積大麥厚約3英尺。此箱無攪拌裝置。以少量之空氣通入後即完全閉密之。

大麥先照地板式法發芽，使酵素之作用得相當之強度。歷時約四、五日。於是即移入發芽箱，遮斷空氣之供給。箱中存在之氧氣，以供大麥芽中呼吸上之消費，新陳代謝上所生成之水分與碳酸氣，仍殘留於箱中。箱中之大麥，有時給以相當之氧氣，使繼續成長。於成長時，氧氣又

減少，碳酸氣又增加。其間氧氣與碳酸氣之比，時時變化，最後碳酸氣之量遂增至極大。因碳酸氣較重之故，其存在分量，在麥芽堆積之下部比上部為多。碳酸氣之量既逐漸增加，呼吸作用遂感困難，故物質損失較少。但氧氣之遮斷若過長久，大麥必至窒死。大麥即不致窒死，其分子間亦起呼吸作用，因之製成有病害之麥芽。所以在一定之時間須供給相當量之空氣，此空氣之需要量，依大麥之種類而異。

就一般言，經過四小時後，箱中之氧氣殆全部耗盡。故遮斷空氣至六小時以上必有意外之危險。大約每間隔六小時通入空氣 15—30 分鐘。

### 第三段 製品

前段所述發芽操作完畢時，所得之麥芽，稱為綠麥芽。綠麥芽以芽之長短，分為短麥芽及長麥芽二種。短麥芽者，發芽長至麥粒三分之二以至四分之三；長麥芽者，發芽長至麥粒之一倍半以至二倍。

長麥芽與短麥芽相比較時，短麥芽品質較優良而長麥芽糖化力較強。即就同量乾燥物上麥芽之糖化力相比較時，長麥芽為 100，而短麥芽為 63，故就糖化力一點言之，長麥芽為最優。但長麥芽因發芽上之耗費多，故澱粉之損失亦大。製造酒精以得強大糖化力為目的者，應製長麥芽。但麥酒之釀造，則以短麥芽為宜，因短麥芽之物質損失較少，故製品較為濃厚也。

### 第四項 麥芽之風乾與炒乾

如上製成之綠麥芽，水分含量多，不耐貯藏，故須行人工乾燥法。麥酒特有之芳香與色澤，全由此乾燥操作時得之。

麥芽依乾燥程度之不同有風乾麥芽與炒乾麥芽之分。風乾麥芽者藉日光或人工熱使麥芽水分約降至 8%；炒乾麥芽則更須加行炒乾之操作。乾燥之法有二：一係先使空氣加熱，以此熱空氣通入綠麥芽以行間接之乾燥之方法；一係以直接火行直接乾燥之方法。

行乾燥時，物理與化學之性質均起變化。乾燥開始時，溫度低，綠麥芽繼續生長，且物質起溶解。熱至 45°C 左右時，生活作用逐漸緩慢，蛋白質分解酵素及澱粉水解酵素等酵素之活動力漸旺。溫度更高時，着色物質及芳香物質增加而水分減少。概言之，溫度高時，水分少，香氣與色澤俱增，而浸出成分減少，糖化力降低。

炒乾之方法，依火力之來源有間接與直接之分；依裝置之形式有棚式與圓筒式之分。棚式又依棚之數目又有一段式、二段式、三段式等之區別。

(一) 棚式乾燥 棚式乾燥法行於室中，溫度得以調節，綠麥芽載於鐵製之細網目上；有直接式與間接式之別。

(a) 直接乾燥法 為製造 Lichtenhainer 及 Grätzer 麥酒所用燻煙麥芽之乾燥法。又此法所製得之麥芽，於 Lager 麥酒釀造時亦用少量。製造燻煙麥芽時，用富有焦性之特別燃料如山毛榉等；製造 Lager 麥酒麥芽時，用無煙炭及焦炭等。應用焦炭時，由燃燒所生之亞硫酸氣體，有漂白作用，可製淡色麥芽。

(b) 間接乾燥法 此法可除去直接法中生成不快之焦臭，以及其他之缺點。此法中以二段式在 Lager 麥酒製造上採用最廣。三段式焦性物質生成更少，比二段式能率更高。

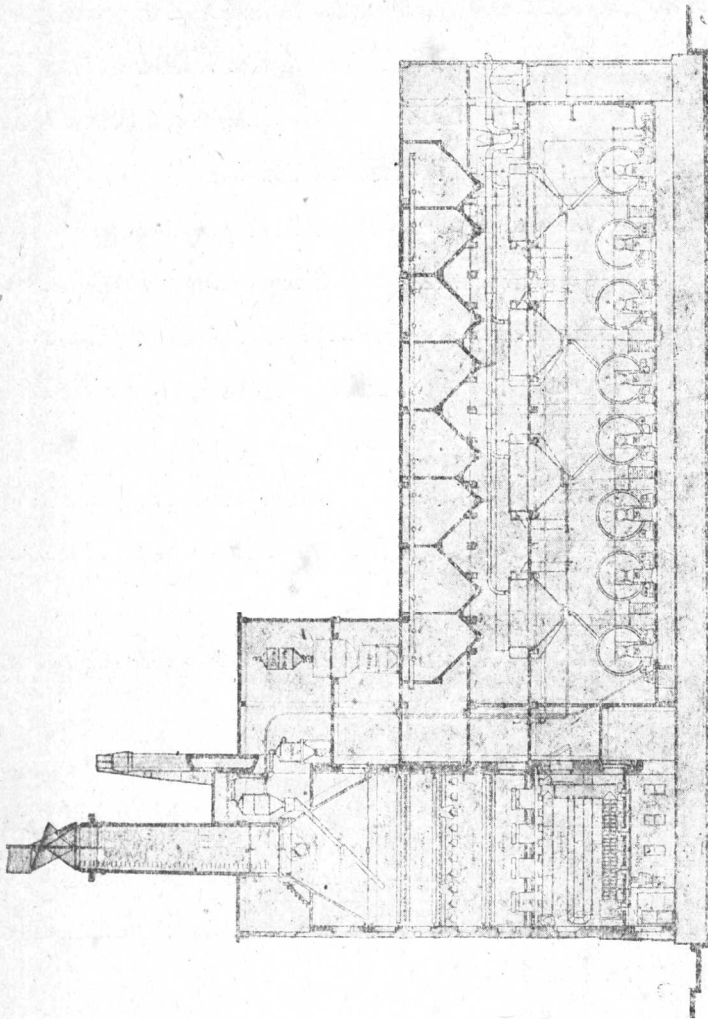


圖 128. 大麥浸漬槽發芽罐及乾燥器

二段式之乾燥法依麥芽種類之不同而異其操作。如製造 Pilsen 麥酒上，需要比較淡色之麥芽。法將綠麥芽在上段時堆成 5—6 英寸之厚，用比較低溫之空氣迅速通過，使水分降至 6—8% 之乾燥度。次移入



下段，送入溫度 80—95°C 之熱空氣，而十分攪拌之。上下二段操作，需時各十二小時。

製造 München 麥酒麥芽等時，須有濃色麥芽，於上段中麥芽堆積至 8—12 英寸之厚，徐徐送入熱空氣，使溫度保持 50—60°C，水分在 20—25% 之狀態，其時間較久，使糖化作用得充分進行。至水分減至 15% 左右時，乃移入下段，最後溫度升高至 95—105°C 以上，以得十分之色素與香氣。上下二段，各需 24 小時。

三段式之操作方法與二段式略同，不過在時間上，每段各需時 12 小時。

如圖 126 之右邊為大麥浸漬罐及發芽罐，左邊為乾燥窖。

(二)圓筒式乾燥法 多斯撲及提爾頓式發芽罐均可應用，或將加熱空氣送入發芽罐中，或在外壁與內壁之間通以溫水。由罐之徐徐迴轉以達乾燥或炒乾之目的。其操作之手續，與二段式間接乾燥法同。

### 第五項 麥芽之加工處理

#### 第一段 着色麥芽

麥芽經炒乾之後，移入焙焦罐在 180°C 以上之溫度焙焦之。如是麥芽着色性大而浸出成分少。

#### 第二段 焦糖麥芽

綠麥芽或乾燥麥芽入水浸漬後，移入焙焦罐中，先加熱至 60—70°C，使澱粉水解酵素活動，一部澱粉起糖化，隨後加熱至 105—110°C，糖分變成焦糖。如是着色性雖不甚大，但浸出成分則比着色麥芽之含量為多。

### 第三段 麥芽之除根

乾燥或炒乾麥芽用麥芽研磨機以除去幼根、幼芽以及塵埃等夾雜物，然後貯藏於陰冷乾燥之貯藏室。

### 第六項 大麥發芽時量之變遷

有良好發芽力之大麥，每蒲式耳(bushel等於36.6公升)之平均重量應為56磅。發芽優良之乾燥麥芽，每蒲式耳之平均重量為42磅。則每蒲式耳大麥發芽後，其重量之損失為14磅。以此為標準，則理論上大麥發芽後之平均損失量為25%。此項損失可分配之如下：

幼根.....	4%
呼吸作用.....	4%
浸漬.....	2%
水分.....	15%
合 計	25%

但此係對於發芽良好之麥芽而言。事實上氣候潮濕之地帶或未至十分成熟之大麥，其水分之含量每有超出15%者。再者劣等之大麥，每不能全數發芽，其不發芽之數，常在3-5%之間，因之此損失量之百分數當更高。反之，十分優良具有全發芽力之大麥，同時乾燥充分，水分含量常在10%左右；因之乾麥芽每蒲式耳之重量每在42磅之上，其平均之重量，常超過上述理論數之6-9%。此多餘之數量，稱為“超過量”。

下列為發芽損失量之計算法：

2000 麥粒重.....	81.32 磅 (grain)
2000 麥芽粒重.....	67.04

$$\text{則 } \frac{67.04 \times 100}{81.82} = 82.4\% \text{ 之麥芽}$$

100 - 82.4 = 17.6% 發芽時之損失量。

其間損失之分配：

浸漬.....	1%
幼根.....	3%
水分.....	10.3%
呼吸作用.....	3.3%
合 計	17.6%
今： 每蒲式耳大麥重.....	56 磅=100
每蒲式耳標準麥芽重.....	42 磅=75

此 75 數係理論上認為標準之麥芽量。

$$\text{則 } 100 \times \frac{82.4}{75} = 109.87\%$$

減去 100.00

9.87 為該種麥芽之“超過量”

### 第七項 麥芽之鑑定

優良之乾燥或炒乾麥芽，各粒均一純粹，不含有他種穀類與雜草之種子、塵埃、幼芽、破損粒以及絲菌等侵害之種子。有新鮮之芳香，呈與優良大麥同樣之色澤。嚼之質脆而味甘，其切斷面呈色良好。

普通被絲菌侵害之麥芽帶綠色或黑色；經長時間不良貯藏時，芳香全失；有幼芽混雜時，呈刺激之芽臭。凡顯霉臭、泥臭、酸臭或焦臭者，均為不良之徵。100公升之麥芽重為105—133磅。凡原料大麥質重者，所製之麥芽量亦重。濃色麥芽，其幼芽之生長盛，物質之溶解度大，故較淡色麥芽之幼芽生長有限，物質溶解度小者為輕。粒形不整齊者，係由於所用原料大麥形粒不齊之故。麥芽粒之大小，為判定大麥價值之標準。胚乳之性質與麥芽之性質關係最大。胚乳有粉狀質、玻璃質、半玻璃質

及石狀質等。除粉狀質外，其他諸種均不良，普通多由麥芽製造方法不完備所致。粉狀質柔軟輕鬆，溶解性大，乃由綠麥芽受正常之乾燥及炒乾方法所得。玻璃質麥芽與玻璃質大麥相同，有真玻璃質與假玻璃質之別；前者通常均係由於玻璃質大麥所製成，其玻璃狀質不能除去；後者係因乾燥之際，當尚含有多量水分之時即加高溫等不正當之操作所致，有護膜玻璃質（由於水化纖維素之硬化）與蛋白玻璃質（由於貯藏蛋白質之硬化）二種，當貯藏之時，此等玻璃質即可復原。呈玻璃質之麥芽，含量在 7% 以下者尚可應用。石質者係穀粒受乾燥，不發芽而硬化所致。幼芽之長度，應在未乾燥前時加測定之。濃色麥芽，其芽長有麥粒全長四分之三者，在 70% 以上時為佳。淡色麥芽，其芽長有麥粒全長三分之二者，在 70% 以上時為佳。

着色麥芽以穀皮呈暗褐色，胚子呈黑褐色，置入乳鉢中研之容易破碎，且碎麥芽 15 公分入 1 公升水中煮沸後，過濾後呈濃褐色液而無瀾濁無味者為優。

焦糖麥芽以穀皮呈淡黃色，內部呈褐色玻璃狀，味甘無焦臭，浸出成分含量多者為優。

就乾燥或炒乾麥芽之化學組成而言，新製者水分為 1—3%，貯藏後達 4—6%，濃色麥芽比淡色麥芽為少。水分含量過多者不佳。麥芽之浸出成分（即麥芽汁之收量），所含固形物通常為 72—80%，優良者為 76—78%，此與麥芽粉之粗細與糖化時間之長短有關。浸出物中糖分之比例，以麥芽糖為 1 時，其他糖類應為 0.4—0.7。濃色麥芽較淡色麥芽之比例為大。麥芽之色澤，可用簡單之比色法檢之，即取內容

100 公撮之玻管二，於一管中盛入麥芽汁，他管中盛入 100 公撮之水，再自滴管滴入碘之十分一當量溶液於水管中，至兩管之呈色相等為度。讀取所用碘液之公撮數。對淡色麥芽為 0.17—0.25 公撮；對濃色麥芽為 0.6—1.0 公撮。蛋白質之含量，通常在 12% 左右，蛋白質含量與麥酒之濁濁有重大之關係。

優良麥芽中含氮物質之形態應如下：

- (1) 麥芽中可溶性含氮物質應在全氮素之 33% 以下。
- (2) 麥芽中之蛋白質分解生成之含氮物質應在全氮素之 27% 以下。
- (3) 麥芽汁中應含有蛋白質 II 屬之蛋白質。蛋白質 II 者，即 edestin 及其鹽類之謂也。
- (4) 麥芽汁之全氮素中有 19—20% 為 trypsin 之分解物，即為醯胺類及氨態之氮素物質也。
- (5) 麥芽全氮素物質中有 5—6% 為蛋白質 I 屬之含氮物質，即 leucocin 態之含氮物質。

#### 第四節 麥芽汁之調製

##### 第一項 麥芽汁調製之理論

磨碎之麥芽粉，加水處理，使內容物經理化的變化，以適合於將來釀母之發酵，是謂之麥芽汁之調製。麥芽汁之調製手續，對於內容物之理化的變化之影響甚大；換言之，即對於發酵之結果，與製成麥酒之品質風味關係至大。多數之麥酒之品質，依此時之操作手續而定；故麥芽汁調製之方法，亦隨製品之種類而稍異。欲製成優良之麥酒，須採

取適當之麥芽汁調製方法；欲決定製汁法之宜否，則對於內容物理化的變化之方式如何？進行之條件為何？進行之程度應如何限制？尤應先為明瞭。故在未敘述麥芽汁調製方法以先，對於麥芽汁之調製理論，應先加以探討。

### 第一段 麥芽汁製成之原理

發芽後之麥芽，雖當發芽時成分上已起多少之變化，但其澱粉之含量，仍佔全麥芽量之 60% 以上。澱粉為不溶性與不發酵性之物質，其本質在麥酒發酵上毫無價值。此等澱粉經發芽後已成為游離或半游離之狀態。麥芽汁調製之目的：第一步在使此存於麥芽中之游離或半游離狀澱粉，因熱而糊化成為澱粉糊(starch paste)，同時浸出麥芽中含有之酵素；第二步，糊化之澱粉，受液化酵素之作用，液化而成為澱粉溶液；第三步，此液化之澱粉，再經澱粉水解酵素之作用，分解成為易發酵性之麥芽糖，與另一組發酵性較差而多少似樹膠狀之混合物，(總稱為糊精)。糊精有安定糊精與麥芽糊精(malto-dextrin)之別，二者之組成與性質均異。在初期，安定糊精之生成量常有一定，約為原來澱粉之五分之一，不易分解，且無發酵性。麥芽糊精之組成分，隨澱粉水解酵素之活動力與製汁時之溫度而異，其發酵性較緩；當主發酵時，*S. cerevisiae* 釀母對之全無作用，為全不發酵性；但隨後能再受澱粉水解酵素之作用，變為麥芽糖並受某種副釀母之作用，乃得發酵。

此外，麥芽中含有多少業經分解之含氮物質，同時受某種蛋白質分解酵素之作用，使不溶性之含氮物質變為可溶性之含氮物質，以供給釀母之營養料並予麥酒以特殊之風味。

## 第二段 麥芽糖與糊精之比率

澱粉糖化之結果，其麥芽糖與糊精之比率，隨糖化溫度之高低而異。此麥芽糖與糊精之比率，變化極大，常在 2 份之麥芽糖比 1 份之糊精與 2 份之糊精比 1 份之麥芽糖之間，但不出此限度之外。然而留心在 60°C 溫度下煎浸時，麥芽糖與糊精之比率，可成爲 4:1 之比。

開始之溫度，愈近於低溫 (60°C) 之範圍，隨後逐漸昇高約 5—6 度，麥芽糖對於糊精之比率爲高；反之，開始之溫度愈近於 70°C 者，雖用同一之麥芽，糊精對於麥芽糖之比率爲高。

此外，麥芽汁之流動性，對於麥芽糖與糊精之比率亦多少有影響；即濃稠之麥芽汁可減少通常之麥芽糖比率；反之，稀薄之麥芽汁增加其比率。

富有麥芽糖之發酵醪，爲易“減濃性” (attenuates)，意即其浸出之固形分於發酵時分解極易，結果可得一淡麥酒；此“減濃作用” (attenuation) 進行至極端時，結果有不良之“衰變” (greyiness) 現象發生。換一方面，富有糊精之發酵醪，其“減濃性”較差，大部分之浸出固形分，在主發酵時並不分解，留待後發酵時以供他種釀母之營養料。若發酵適當並糊精之比率尙不過度，則製品較爲濃厚，且具適當之刺舌辛辣味，此係由於飽和有碳酸氣之故。

就一般言之，製造“行銷之麥酒” (running beers) 時，麥芽糖之比率應較糊精爲高；反之。製造“封陳麥酒” (stock beers) 時，糊精之比率應較麥芽糖爲高。

當麥芽汁之調製時，欲增加糊精之比率，可將麥芽先在 64—66°C

之低溫與水混和，待麥芽漿混和完畢後，立即通入蒸汽使溫度昇高至70°C。或可更昇高3—4度使澱粉水解酵素之糖化作用降至極低。如是，若操作適當，可得一優異之糊精質膠。

### 第三段 麥芽汁之功用

麥芽汁之主要功用為：

(1)製成之麥芽汁，濃厚適度，可以供給釀母繁殖與發酵所必需之一切有機與無機成分。

(2)除麥芽中原來含有之蛋白質分解生成物浸出外，麥芽中尚含有多量之蛋白質分解酵素，此等酵素在糖化鍋中仍可使麥芽中未分解之蛋白質繼續分解成為可同化 (assimilable) 而無膠凝性 (uncoagulable) 之含氮物質與磷酸鹽類，不但供給釀母充分之營養料，以增進釀母之繁殖力，且可增進製成麥酒之一般特性：(a)增加麥酒風味；(b)增加麥酒之固定性；(c)無釀母之刺激性，此項缺點以低濃度之淡麥酒尤為顯著；及(d)帶有緊密黏性之泡沫。

(3)浸出之澱粉水解酵素，與未發芽麥粒中之澱粉質相作用，使其進行液化及糖化，浸出成分因而增多。

### 第二項 製汁用機械

製汁機械裝置，有複式與單式之分。複式之裝置，適於大規模釀造之用，有糖化槽、糖化鍋、過濾槽，及忽布煮鍋四種主要裝置。單式裝置適於小規模工場之用，其糖化槽與過濾槽兼用，麥芽汁與忽布之煮沸亦同在一鍋。不論採用任何一式，尚須另加三、四種附屬裝置。

(1)粉碎機 乾燥貯藏後之麥芽，須入粉碎機 (圖127) 研碎，如是



麥粒破碎，使內容物及酵素等易於浸出。粉碎機之種類頗多，隨輾之數目而不同；欲得適度粉碎之粉粒，可由調節輾之迴轉速度以定之。普通麥芽之粉碎程度，以穀皮 15%，粗粉 20%，中粉 30%，細粉 35% 者為佳。但穀皮不可過細，否則後來過濾不免發生困難。

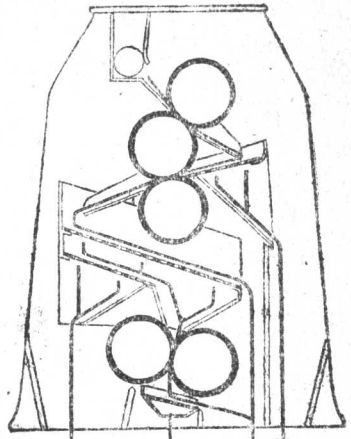


圖 127. A 麥芽粉碎機

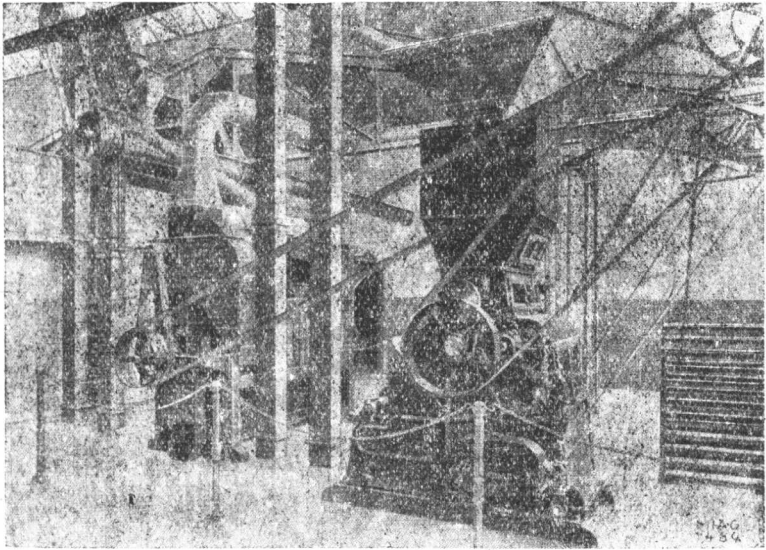


圖 127. B 麥芽粉碎機

(2) 加水機 為麥芽粉末未入糖化槽之先，加入水分使成一定之溼潤性之機械裝置。

(3)糖化槽 如圖 128 爲鐵或銅製之槽，附有攪拌機，爲防止內容物之容易冷卻起見，槽外加板圍之，以免熱之外散。

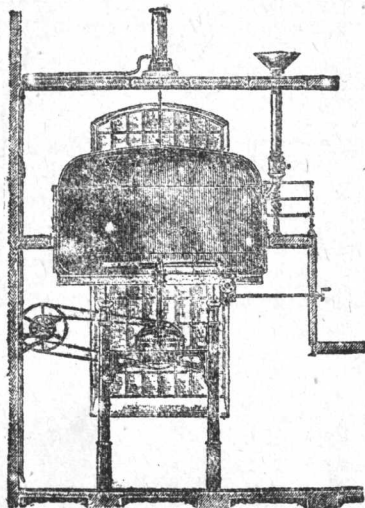


圖 128. 糖化槽

(4)糖化鍋 糖化鍋(如圖 129, 130) 爲大麥粉末與水之混合物加熱煮沸之用，爲銅或鐵製之鍋，附有攪拌機。上部爲圓形之蓋，蓋之中央設有蒸汽排出口，用直接火或蒸汽加熱均可。

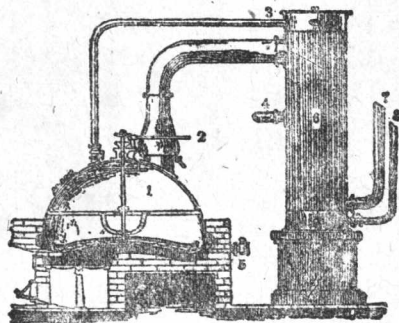


圖 129. 糖化鍋

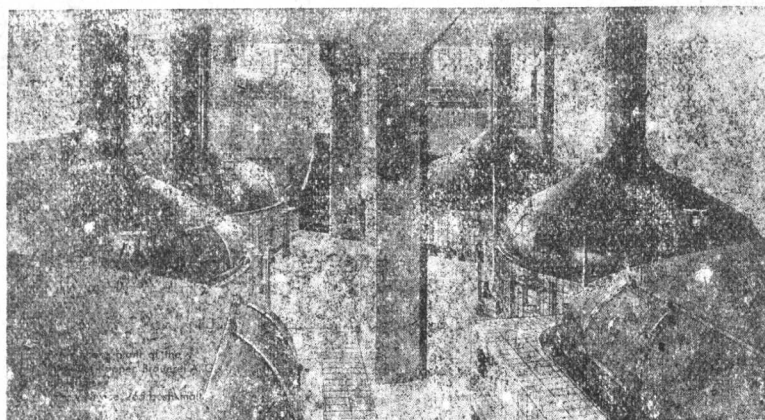


圖 130. 糖化鍋

(5) 忽布煮鍋 與過濾槽相連，流出之麥芽汁加入忽布而後加熱煮沸之。為銅或鐵製之鍋，其構造與麥芽煮鍋相同。

(6) 忽布過濾機 與忽布煮鍋相連，為麥芽汁加忽布煮沸後除去忽布渣粕之用。為鐵製之箱，內部設有五個之篩板。

(7) 唧筒 唧筒單式者備一個，複式者備兩個，為移送麥芽汁自一容器至另一容器之用。

### 第三項 糖化液調製之方法

麥芽粉碎後，加入溫水使行糖化作用，糖化後即成糖化醪；再行過濾，所得濾液加忽布煮沸後，又濾過之，即成麥芽汁。

糖化時，麥芽與水之混合物在澱粉水解酵素作用的適當溫度下加熱調製之方法有二：一為煎出法，為德日兩國所通用；二為浸出法，為英國所通用。

煎出法者係取麥芽與水混合物之一部加熱至沸騰點，又移返原槽，

使與他部分之混合物混和。如是連續操作，使全部之混合物上昇到所需要之溫度。

概言之，糖化之方法，依麥芽之長短與炒乾度及製品之種類與風味而各異。

普通麥芽汁之調製，多單用麥芽，但爲利用澱粉水解酵素之餘力，節省費用，並增加保存性起見，可添加去皮及幼芽之玉蜀黍粉或精白碎米等等之澱粉質原料。此等添加品之使用量，本無一定之標準，隨穀類之性質，糖化力之強弱，麥酒之澄清度與品質而定。就一般言，添用米之麥酒，保存性大，色澤呈淡褐色，酒精含量多，日本人頗多嗜好之。據云，加米量在5—10%者，可製得淡色之麥酒，泡沫持久性與色澤均佳。

米之添加法如下：取碎米與水及少量之麥芽混和之，徐徐煮沸使行糊化，然後加入糖化槽中。

糖化液調製時，所用麥芽，米等澱粉原料之分量稱爲“裝入量”；所加之水量稱爲“注水量”。此裝入量與注水量之比，隨使用麥芽之性狀，糖化液調製之方法，與麥酒之種類而異。就大體言之，對原料一容量之注水量，約爲2—2.5容量之比。製成麥酒之分量，對注水量言，約爲注水量之一半。普通注水量約分二期加入；大部分之主注水量於糖化之時加入，其餘之後注水量，則留待洗粕時之用。

茲將糖化液調製之實際操作方法，分述於下：

### 第一段 煎出法

法取麥芽與水混合物之一部煮沸之，煮沸之部分又移返原槽，使全體溫度得以昇高。此法又分爲數種。

(一)三回煮沸法：此法應用最廣，取麥芽與水混合物三分之一煮沸之，倒入原槽，第二回又取全部三分之一煮沸之，又倒入原槽，最後靜置片時，取上層澄清液約等全部三分之一之分量煮沸之，又倒入原槽。

先將粉碎麥芽全量用溫水或冷水充分混和，裝入糖化槽。水溫為 $10-15^{\circ}\text{C}$ 時，取注水量三分之一入鍋熱之，倒回槽中使全體溫度為 $35-37^{\circ}\text{C}$ ，又取其三分之一入糖化鍋漸漸煮沸之。

遺留於糖化槽之三分二之混合物，起種種變化。其一，即磷酸鹽之變化；此項變化，隨水、麥芽種類與糖化操作之手續而稍異。水中有鈣及鎂之碳酸鹽多量存在時，麥芽中之第一磷酸鹽變為不溶性之第二與第三磷酸鹽。其二，因其溫度適於生酸細菌之生殖，依種種細菌之作用，生成乳酸等之有機酸類。此生成之酸類又與鈣或鎂之第二磷酸鹽結合成為可溶性之第一磷酸鹽。

同時，澱粉及其他物質，十分吸水而變軟，但尚不受酵素之作用。故此時糖化槽中之變化實以酸量之增加，為最主要。因此酵素作用更見盛旺。

第一回分入糖化鍋之三分之一部分，含有多量之不溶性固形物，可溶性之部分則殘留於糖化槽中。在此鍋中之部分，富有澱粉，質較濃厚，當徐徐加熱以至沸騰之間，於蛋白質分解酵素 ( $50^{\circ}\text{C}$ ) 及澱粉水解酵素 ( $60-70^{\circ}\text{C}$ ) 之適溫中，行所謂蛋白質分解作用與糖化作用。所用之麥芽優良時，糖化作用盛行。一分鐘溫度可上昇一度，約計 45 分後即可達沸騰點。蛋白質分解作用主為 *peptase* 與 *tryptase* 之作用，使蛋白質分解。但濃色長麥芽，於發芽之際，蛋白質變化業已終止，不起蛋白

質分解作用。短麥芽則有相當限度之進行。

同時麥芽中之澱粉水解酵素因受熱之故而致減少；但細胞膜中之澱粉可以糊化，使其後之糖化進行更為容易。

煮沸之連續時間，濃色麥芽為 20—30—45 分，淡色麥芽為 15—25 分。濃色麥芽之煮沸操作較長，使麥酒之滋味濃厚之物質煎出，着色度增加，蛋白質分離，磷酸鹽起變化，酸類含量增高。淡色麥芽於短時間煮沸後，即停止之，以防着色度之增加。

第一回糖化醪煮沸至適當時間後，用唧筒打回糖化槽，急速攪拌，使全體溫度昇至 50—54°C，保持二小時。此時酵素之活動力更強，不溶解物質，尤其業經煮沸之物質受作用最烈。但其溫度對澱粉水解酵素之作用，尚嫌太低，故其作用不強。在此溫度下，麥芽糖多量產生，糊精則較少。在 50—54°C 之溫度，為蛋白質分解最適宜之溫度。於第二回濃厚糖化醪煮沸間，遺留於糖化槽之部分，約有二小時之久，受強力之蛋白質分解作用。

第一回煮沸糖化醪移返原槽後，約經三十分至一小時，即行第二回煮沸，所取之醪量，略較前次為多。仍須徐徐加熱，使行糖化作用。此回作用與前回略同，因有一部曾經煮沸之醪存在，故受酵素作用，較前尤著。

第二回煮沸糖化醪返入糖化槽時，使全體溫度達 62—65°C，為澱粉水解酵素最適之條件。凡麥芽中酵素含量少，且溶解度少時，此一步之操作尤關重要。經此操作，麥芽汁中糖分及浸出成分急激增加，麥芽中之成分，大部分可以糊化與糖化。

最後第三回係取澄清之糖化醪入糖化鍋煮沸之；此為澱粉及粕中

之可溶性部分。法將糖化醪靜置一時而取其上層之澄清液，或用過濾機過濾亦可。此澄清液煮沸後返入糖化槽時，使液體溫度上昇至 $75-78^{\circ}\text{C}$ 。

澄清糖化醪之加熱煮沸方法，與濃厚醪不同，不必徐徐加熱。其煮沸時間，則較濃厚醪要長 $30-45$ 分鐘。此一時間，對澄清醪論，自屬過長，但對殘留於槽中之濃醪而論，尚嫌過短。殘留部分應在 $65^{\circ}\text{C}$ 之溫度中，長久保存，使糖化作用充分進行。

澄清糖化醪之加熱目的，在破壞其中含有之酵素。糖化液卸出時，糖化業已充分，此後之酵素，已非必要，故取富有酵素之澄清部分煮沸之。此一操作，依澱粉分解時糖分與非糖分之比率，發酵度，氨基酸對Albuminoids及Peptone之比例等而定，麥酒之味及碳酸之結合力亦於此時決定之。即此段為決定澱粉及蛋白質分解程度之重要操作。此外，當澄清醪煮沸時，曾經一度溶解之蛋白質，又可分離而出之。

第三回煮沸糖化醪移返糖化槽時，全體溫度上昇至 $78^{\circ}\text{C}$ 。煮沸時糊化之澱粉完全糖化，碘液反應全無，麥芽汁之糖化遂告完成。

經第三回煮沸後，於發芽時生成及糖化作用時主活動之酵素全體消滅，麥芽之澱粉質，完全變成糖化液，即可供發酵之用矣。

三回煮沸後，澱粉水解酵素破壞，茲將各回中澱粉水解酵素力列表示之如次：

	溫 度	澱粉水解酵素力
第 一 回	$35^{\circ}\text{C}$ .	100 (假定)
第 二 回	$52.5^{\circ}\text{C}$ .	61.1

第 三 回	62.5°C.	26.1
卸 出 溫 度	75.0°C.	7.53

此一方法，普通為製造黑麥酒及應用澱粉水解酵素力弱之麥芽時採用之。

(二)二回煮沸法：二回煮沸法原理與前相同，不過僅經二回煮沸手續而已。普通將冷水先熱至 50°C.，次取其一半或一半以上之濃厚糖化醪徐徐加熱以至沸騰，需時 30—40 分鐘。煮沸醪返入糖化槽，使全體溫度達 65°C.。又取其三分之一煮沸二十分鐘，倒回原槽，全體溫度為 77°C.

此法勞力與燃料均節省，着色度少，為釀造淡色麥酒上所通用之方法。

(三)一回煮沸法（鍋糖化法）：麥芽與水混合同入鍋中，溫度昇高，約 30 分鐘，以行蛋白質分解作用。厥後糖化溫度徐徐上升至 67—70°C.，十分攪拌後，靜置一時。取上層富有酵素之糖化液，移入槽中，殘留之濃厚醪，十分攪拌，徐徐加熱至沸，繼續煮沸一小時後，全體移入糖化槽中，依醪量之多寡，全體溫度昇至 64—76°C.。30 分鐘後，全體移入糖化鍋中加熱，使卸出溫度達 75—77°C.

(四)文提什氏高溫短時間糖化法：酵素含量甚富之麥芽，可採用此法。時間與勞力均甚節省，故可製得廉價之成品。此法之特點，於 62°C. 下開始糖化，次取濃厚糖化醪，煮沸五分鐘，返入糖化槽，使全體溫度在 70°C.。糖化進行一小時，更取出其一定量，又煮沸五分鐘，返回槽中使全體卸出時之溫度達 77°C.。此法操作時間可縮短至 1—2 小時。但不良



之麥芽，則不能採用此法。

(五) 文提什氏斯普林 (Spring) 糖化法：此法糖化開始之溫度為 $37^{\circ}\text{C}$ ，次溫度上昇至 $70-72^{\circ}\text{C}$ 。使溫度升高之方法，視麥芽汁中需要之糖分量，而將麥芽與水混合物之全部或一部在不同溫度下逐漸升高。此法須應用糖化力強之麥芽。此法之原理屬於浸出法，依操作之手續，有一回、二回與三回煮沸法之分。

一回煮沸法於槽中在 $37^{\circ}\text{C}$ 下開始糖化，次混入 $75-100^{\circ}\text{C}$ 之熱水，使全體在 $70-72^{\circ}\text{C}$ 下進行糖化，次移入糖化鍋，使升高至 $77^{\circ}\text{C}$ 。糖化液之一部，移返糖化槽，殘留部分煮沸後又移返糖化槽。

二回煮沸法糖化開始之溫度為 $35^{\circ}\text{C}$ ，取其一部分移入糖化鍋加入 $75-100^{\circ}\text{C}$ 之熱水，使溫度保持 $70^{\circ}\text{C}$ 一定時間後，再行煮沸。又取出糖化槽中低溫之物質，按前法加熱水使溫度昇至 $70-72^{\circ}\text{C}$ 後，取其一部返入糖化槽中，殘留部分，加熱煮沸，又返入糖化槽中。

三回煮沸法與上相同，不過增加一回之煮沸操作。

### 第二段 浸出法

浸出法物質之變化，專恃酵素之作用，即不行煮沸，使酵素之破壞較少，卸出之醪，所含酵素之力猶強，俟麥芽汁行煮沸時，酵素始全破壞。採用此法，浸出成分少，糖分多，發酵度大。此法又分二種：

上向浸出法：粉粹麥芽與水入鍋徐徐加熱，使行適當之蛋白質分解作用與糖化作用。卸出時熱至 $75^{\circ}\text{C}$ 。

下降浸出法 此法與文提什之斯普林法大略相同。

### 第三段 加壓法

上述各法中，粕中猶存未變化之澱粉。此殘存之澱粉量，有高至 1% 以上者。若用高壓加熱，使澱粉先行糊化後再行糖化，則無此損失。此外，於糖化之時，蛋白質受 peptase 之分解作用，使收量增加。

雷基亞斯——斯文仁 (Lachiars-Swingen) 法 先照普通法行糖化，然後用濾過槽濾出一部之麥芽汁，使殘醪中尚含有 30—40% 之麥芽汁，乃移入加壓釜，在二氣壓下煮沸 20—30 分鐘。冷卻至糖化溫度時，將前此濾出之麥芽汁倒回混和之。如是麥芽汁之收量可增加至 3—4%，色亦較濃。但於裝瓶滅菌時，生有一種味與臭氣。此種臭味，或於發酵時消失。製造淡色麥酒上，不能採用此法。

楊格法 先行普通糖化法並濾過之，殘粕用水洗滌。殘粕與洗滌水共入加壓器在 144°C、三氣壓下，加熱並攪拌 30 分鐘。加壓器可用過濾槽兼代之。隨後冷卻至糖化溫度，加入麥芽浸出液再行糖化。麥芽汁之着色與味之變化，較雷基亞斯——斯文仁法為甚，收量亦較增加。淡味麥酒不能採用此法，製 Sank 麥酒時可用之。

#### 第四項 過濾與忽布之添加

##### 第一段 過濾

糖化後之糖化醪，須行過濾，使麥芽汁與殘粕分離。過濾法有過濾槽與過濾機二種之別。

(1)過濾槽法 糖化終了時，小規模工場如圖 131，利用糖化槽兼作過濾槽；大規模之工廠，則應用特別裝置之過濾槽(圖 132)。

糖化醪入槽過濾，初次所得濾液，仍呈濁濁，須入槽，再行過濾，方得澄清之麥芽汁。殘存於過濾板上之麥粕，仍帶有少量之麥芽汁，取

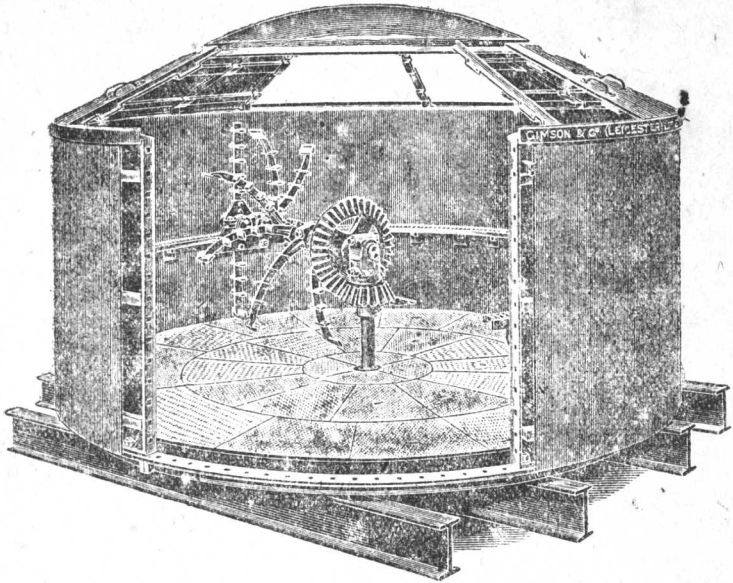


圖 181. 糖化兼過濾鍋

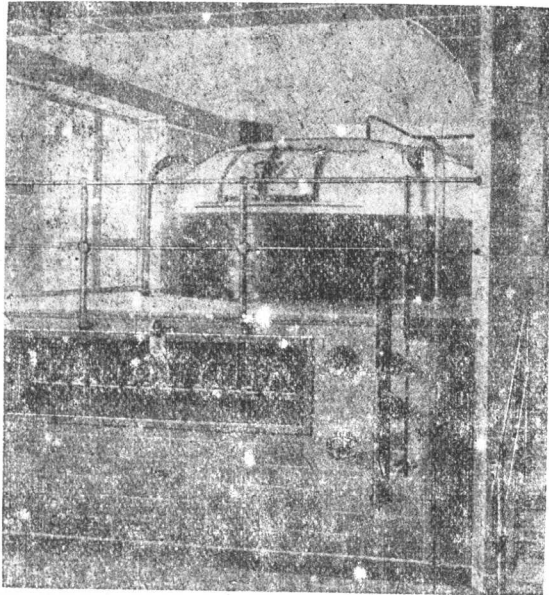


圖 182. 過濾鍋

注水量之一部(即所謂後注水量者),加熱至 $76-80^{\circ}\text{C}$ 時洗滌之。洗滌法或為連續的,或為間歇的,經數次洗滌後,最後稀薄之洗滌水,移作下次糖化用水之用,或供特種麥酒製造之用。洗滌用水,溫度不可過高,否則粕中殘存之澱粉,因高溫而溶解,有使麥芽汁溷濁之虞。過濾之澄清汁與初次之洗滌水混合而成所謂麥芽汁,以供後此釀造之用。

(2)過濾機法 糖化終了之醪,用唧筒送入壓濾機(圖 133)以行過濾之方法。此法較上法所得之液更為澄清,且時間短而收量多。此法對於粉粹極度之細微麥芽粉尤為適用。即麥皮 12—15%,極細粉 40—45%,細粉 40—45%,粗粉甚少之麥粉,採用此法最佳。

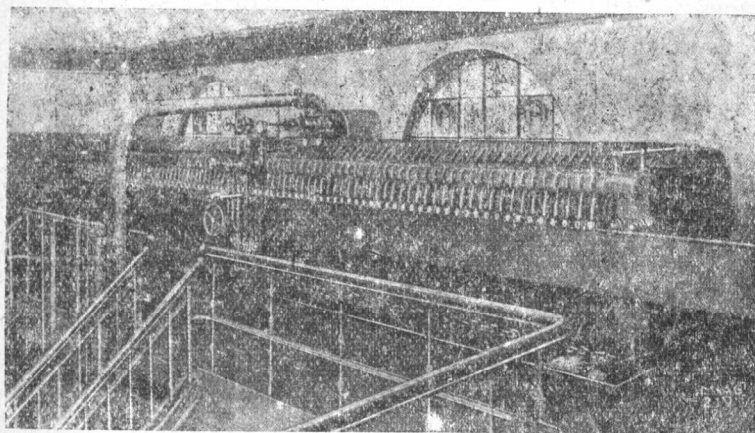


圖 133. 壓濾機

### 第二段 煮沸與忽布之添加

過濾後之澄清麥芽汁,移入銅鍋中煮沸之,使其色澤與濃度均佳。

(A) 煮沸之目的 麥芽汁煮沸之主要目的為:

(1) 麥芽汁於煮沸時,水分多量蒸散,如是可增加其濃度而利

於發酵。

(2) 煮沸之結果，可使麥芽汁中含有之細菌消滅，故麥酒發酵時，不致發生腐敗現象。

(3) 麥芽汁中所存之澱粉水解酵素及蛋白質分解酵素等為熱所破壞，因之可增加發酵醪之固定性，使於將來發酵時，醪中之碳水化合物及蛋白質成分不致再有分解之虞。

(4) 麥芽汁中含有之溶解性蛋白質，將為熱所沉澱而分出。

(5) 浸出忽布中之特有成分 (a) 苦味酸，予麥酒以特有之苦味；(b) 忽布油，予麥酒以特有之芳香，(c) 樹脂質，增加麥酒之保存性；及 (d) 鞣酸，使與麥芽汁中某種蛋白質結合而生沈澱。

(B) 煮沸之時間 麥芽汁煮沸之時間，隨糖化之方法及麥芽汁之濃度而異。用煎出法製備以供 Lag 麥酒發酵之用者，巴林 14 度，煮沸 2—2.5 小時；同上法供 Sank 麥酒釀造用者，巴林 12 度，1—1.5 小時。採用浸出法行糖化時，含有多量之蛋白質，故煮沸時間須延長至 4—8 小時。製造淡色麥酒時，着色不欲過濃，故煮沸時間，不可延長太久。

(C) 煮沸用鍋 麥芽汁之煮沸鍋，通常大多為銅製，有直接火煮鍋與蒸汽煮鍋之別。鍋之深淺以適度為宜，鍋太深時，因液層過厚，且當蒸煮時於密閉鍋中發生壓力之故，每引起一部碳水化合物之焦化，予麥酒以不爽之苦味；反之，鍋過淺時，因過分蒸發之故，忽布油中之芳香成分多量散失，且同時煮沸溫度每較低，使忽布中樹脂與鞣質不能充分浸出。在管理上，蒸汽鍋較直接火煮鍋為便，既省勞力，且無須特備良質之燃料。此外直接火每不均勻，有熱力過度之虞。但反因此過度之熱力，每使

製成麥酒具特殊之“烹調味”(cooked flavor)，此種風味，應用蒸汽鍋煮沸時則較遜。蓋應用蒸汽鍋實不過為“蒸煮”(stewed)，而直接火實兼有“烹調”(cooked)之效力。

(D)忽布之添加 忽布之添加量隨忽布之品質、水之性質、麥芽汁之濃度、煮沸時間之長短、發酵貯藏等之製造方法、麥酒之種類及添加之方法等而異。大抵忽布品質不良，釀造長期貯藏之麥酒且煮沸時間較短時，可用比較多量之忽布。

茲將對於數種麥酒之添加量舉例如下：

(a) 對麥酒一百公升之忽布添加量(公斤)

München 麥酒	0.2—0.2
Wien 麥酒	0.3—0.5
Böhmen 麥酒(即 Pilsner 麥酒)	0.3—0.55

(b) 對麥芽一百磅之用量(磅)

淡色麥酒	1.0—1.6
濃色麥酒	0.8—1.0

忽布添加之方法有數種。有全量於開始煮沸時同時加入者；亦有先加入一半，待煮沸一小時後又加入其餘之半；又對於特種之麥酒，忽布用量較多時，更有分為三次加入，最後一次，係於煮沸後 30 分鐘時加入。

關於忽布添加方法之意見，爭論不一。或謂於開始煮沸時全量加入，則忽布經長時間之沸騰，其精華方能充分浸出；但反對者則謂忽布煮沸時間過久，其芳香油與揮發成分因蒸發而損失，且有價值之軟樹脂質亦將因過分之煮沸而變成無用之硬樹脂質，故忽布僅可於煮沸至相當時候後加入之。

(E) 煮沸時水分之蒸發量 實際上，煮沸期間水分之蒸發量可供作麥芽汁沸騰操作完全與否之記號。此項水之蒸發量，各釀造工場每不相同，但任何工場，苟操作合式並能加以適當之調整時，則此水分損失之百分數，必在一定限度之內，此中關於大氣之情形實為主要之因素，為釀造者所最當注意而加以調整者。操作方法不同，水之蒸發損失量亦各異，若以裝入煮沸鍋之麥芽汁量作計算標準時，此損失量約為8%以至15%。

(F) 忽布過濾機 煮沸後，移入忽布過濾機，或過濾槽濾過之。忽布過濾槽通常為一圓形或長方形之淺槽，近槽底處裝有一假底，以便濾液之排出。當麥芽汁與忽布之混合物移入槽中時，忽布沈於槽底構成一過濾層，使蛋白質等膠凝之懸浮物沈積其上，而與澄清之麥芽汁分離。他如麩質，本係溶於熱醪中者，因入此槽後，吸收氧氣變為不溶性物質沉積於忽布上而同時除去之。此亦即製醪之必需行“熱通氣” (hot aeration) 之一原因也。

此情形之發生，約在 82—88°C 之間，但麥芽汁自煮沸移入忽布過濾槽之時間極短，故此項“熱通氣”現象，在此短時間是否發生，尚屬疑問。存於殘粕中之麥芽汁，用壓榨法或用熱水洗滌後加入主液一併移入冷却裝置。

(G) 麥芽汁與麥酒粕之組成分 忽布含有之麥芽汁與殘粕之組成分約如下：—

(1) 麥芽汁

碳水化合物——

粗麥芽糖(麥芽糖、葡萄糖、果糖)

61—68%

粗蔗糖	5—8 %
多戊醣	2—4 %
糊精	4—3 %
粗蛋白質	4—6 %
其中, 蛋白態氮素佔	30 %
消化蛋白質態氮素佔	10 %
氨基態氮素佔	60 %
灰分	20 %
醱類	1 %
(2) 麥酒粕	
蛋白質	23 %
粗脂肪	5 %
非氮素物質	50 %
灰分	5 %
粗纖維	17 %

### 第五項 冷却

煮沸過濾之麥芽汁, 用冷却機 (圖 134, 135) 迅速冷至適合於發酵

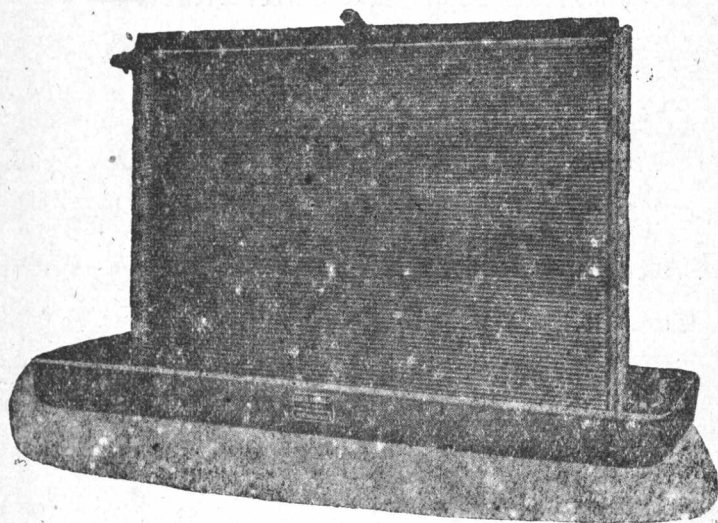


圖 134. 直式冷却機



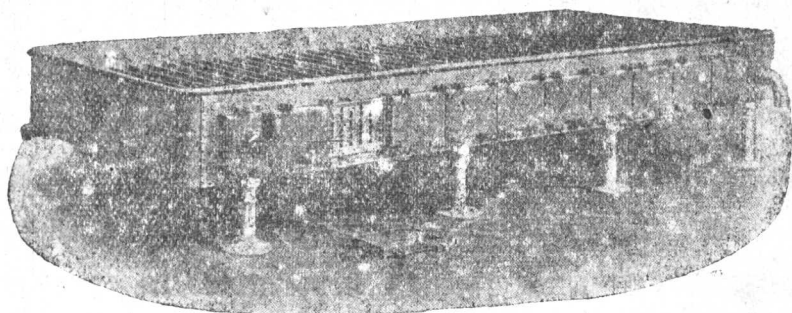


圖 135. 橫式冷却機

之溫度(下面發酵為 $5-6^{\circ}\text{C}$ ,上面發酵為 $10-20^{\circ}\text{C}$ )。

冷却之目的在使溫度之降低,同時麥芽汁濃縮,可溶性蛋白質及其他物質之析出,並供給釀母之繁殖所需要之氧氣等物理及化學之變化。其理化變化,以氧氣之作用為主,有“熱通氣”與“冷通氣”之二階段。

(A)麥芽汁之熱通氣 所謂熱通氣即在高溫時(僅限於高溫)大氣中之氧氣能與汁中之某種成分,樹脂質或含氮物質,起化學之結合,成為沉澱而出,如是可增加製品之風味,光彩與固定性。關於此點,釀造界應歸功於巴士特,因該氏首先宣告熱通氣之理論並其關於製成麥酒光彩上之重要性。該氏更證明於麥芽汁分佈成為薄層時,能吸收氧氣而構成化學之結合,即氧氣與樹脂化合生成無數沉重之粒狀物質,得沉積於冷却器上。為充分行熱通氣起見,自忽布過濾槽濾出之麥芽汁,可用一噴霧管使汁成為霧狀而噴入冷却槽中。麥芽汁在冷却槽中,液層愈薄,則與空氣接觸之面積愈大,如是則空氣中混有之普通或病害微生物侵入之機會亦大。此等侵入之微生物,據計算有至數千萬之多,此數雖遠在釀母(據最適度之計算,每磅之壓縮釀母數約為 $900,000,000,000$ )之

下，但因其繁殖力甚速，故不久即可佔優勝之地位。

(B)空氣過濾機 麥芽汁一被病害或生酸細菌傳染，則釀母之活動力受損害，結果製成之麥酒乏固定性，香味欠佳，且現溷濁，甚至使製品絕不能出售。

在戰前，釀造界爲減少此項病菌之侵入起見，每增加忽布之比率，並提高麥酒中酒精與二氧化碳之濃度，以加強其防腐力。此外更選擇釀母繁殖力與作用力最強盛時之膠以作酒母，如是不但其數量大可遏制病菌之繁殖，且因其繁殖力極旺之結果，更可使釀造者利用此較純淨之中間泡沫以作下次之酒母。

戰後麥酒釀造之性質改變，即原麥芽汁濃度低，忽布用量比率少，且酒精含量低，如是均無法防止細菌、絲菌與野生釀母之侵害。此外，麥芽汁中可溶之無機與有機釀母營養成分較爲缺乏，使釀母之繁殖力降低，因之釀造者除用特殊製備純淨與強有力之釀母外，不能如從前之可應用其撇去無用之泡沫以作酒母。至於冷卻室內之空氣亦非經過濾，使不含微生物，不能避免不良之發酵也。

經細菌學上之研究，知任何細菌，均不能通過水中，已無疑義。所謂黑蘭 (Heenan) 式空氣過濾機，即應用此原理。

黑蘭式空氣過濾機(圖 136)爲固定式機械，外框爲堅韌柔鋼板製成之長方形框，框底構成一槽，以盛藉唧筒流通之冷水。

過濾材料，爲一系列平行排置之篩板所構成，各篩板中間堆置捲曲之磷銅卷。此等篩板係裝設於濾箱之上部，冷水經多孔之水槽後而充滿其間。空氣用扇風機自下方送入各篩板，當自上方發出時，業已十分純淨。

過濾空氣之出口，設有多數之片狀去水器，以收集混於空氣中之水滴。

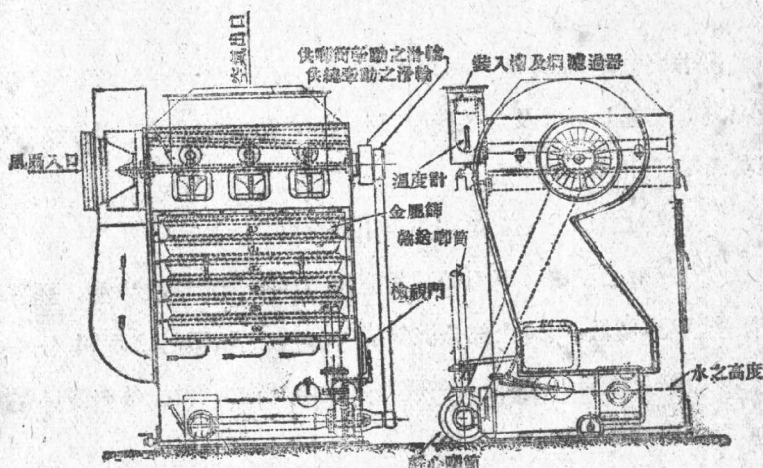


圖 136. 黑蘭式空氣爐過機

過濾的空氣溫度較其通過之冷水高  $1-2^{\circ}\text{C}$ 。若欲增高其溫度時，可於其輸送管中設一加熱器，熱至任何需要之溫度。

麥芽汁經冷却槽後，溫度降至  $55-60^{\circ}\text{C}$ ，如是之麥芽汁再移入冷却機繼續冷却。普通冷却機上部管用平常冷水流通，可冷却至  $20^{\circ}\text{C}$  左右，下部管則用鹽水或特別新鮮之冷水，故可冷却至  $6^{\circ}\text{C}$  以下。

冷却機有密閉與開放二式：密閉式者，即麥芽汁在管中流通，管之外部則通以冷水。開放式者，即係管中通以冷水，麥芽汁於管外自上流下。

經此冷却時，麥芽汁中溶解有多量之游離氧氣，以供發酵時釀母之消耗，是謂之“冷通氣” (cold aeration)。此時溫度低，氧氣不起化學之結合，僅起物理的溶解現象。

## 第五節 發酵方法

發酵之方法，依麥酒之種類而異，大約按所用釀母之種類，可分為下面發酵、上面發酵及自然發酵三種；前者盛行於德日二國，後二者則為英國所通用。

### 第一項 下面發酵

(一)發酵之設備 下面發酵為應用下面釀母發酵之方法，發酵進行徐慢，溫度較低，釀母大部分沉降於發酵槽底。依發酵之時間，分主發酵與後發酵二階級。主發酵係在發酵室之開放槽中之行，後發酵係在貯藏室中之密閉貯藏槽中之行。

發酵室多設在冷卻室之下或側方，其地面、屋頂及牆壁等可用石板、石棉、水泥或磚等造成。室內換氣便利，尤須保持清潔。室高約12—15英尺，每製麥酒一公石，需有2.2平方英尺之面積。

冷卻設備昔時多係於隔室堆置雪塊，送入冷風。近代則應用冷卻機，將冷卻的鹽水或氯化鈣溶液用鐵管導入室中，或吹入冷卻空氣以冷卻之。

發酵槽作圓形或長方箱形，用水泥、鋁或塗珞瑯之鐵製成之（圖137, 138）。槽之大小，隨規模之大小而異；小規模者，容量自100—300公石，大規模者容量為300公石，槽內附裝冷卻管。

貯藏室不得已時可設於地面上，普通則用發酵室之下層，造成地下窖，以換氣便利乾燥充分、且保持清潔為要。為避免貯藏室受外界之直接影響及麥酒過濾與釀母貯藏等事便利起見，有設前窖之必要。貯藏室

與前室之地用三合土造成，上層用土瀝青塗之。各室間之門戶，均爲二重，以便保溫。冷却設備與發酵室同。



圖 137. 玻璃裏發酵槽

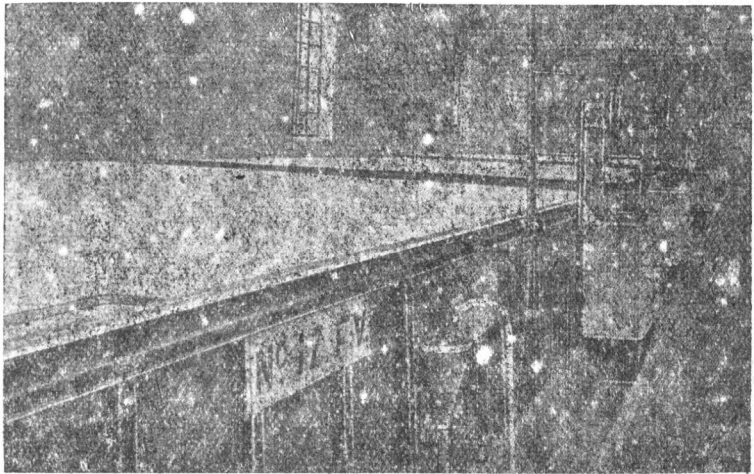


圖 138. 鉛裏發酵槽

貯藏槽昔時多用櫟木製成，容量爲 12—15.6 公石，內部用漆、石蠟或土瀝青塗之。現今多爲鋁製或鐵製內部塗以珞瑯之圓筒，容量爲 40 公石。桶上裝有二塞。

(二)釀母之添加及麥芽汁之濃度 麥芽汁之濃度，製 Lager 麥酒時爲巴林 13—14.5 度，製 Schank 麥酒時爲巴林 12—13 度，製 Doppel 麥酒時爲巴林 20 度，製 Tafel 麥酒爲巴林 25 度。麥芽汁過濃時，加水稀釋之；過稀時則須蒸濃。

麥芽汁加入純粹培養之釀母使其發酵；所加之釀母，稱爲種釀母。種釀母之添加量，製 Lager 麥酒時，對麥芽汁一公石，採取前發酵槽之沉澱部分或泥狀釀母 0.5 公升。此外又依麥芽汁之濃度及溫度而增減。製 Lager 麥酒時，於醪冷卻至 10°C 時加入之，過冷有野生釀母繁殖之虞。發酵槽容積小時，添加釀母之比例必須增多。

釀母添加之法有二；即乾狀添加與濕狀添加是也。

所謂乾狀添加，即取相當大小之容器，注入一定量之麥芽汁，取適量之濃厚粥狀釀母加入攪拌後，倒入另一容器後，又倒回原容器，撇去其泡沫。如是麥芽汁與釀母混合良好，氧氣含量多，發酵進行可以盛而且速。將此混合液與麥芽汁共入發酵槽中，充分攪拌之。麥芽汁與釀母之混合，可用釀母混合機，此機附有供給過濾空氣之裝置。

所謂濕狀添加者，即應用新培養之釀母也。釀母使用量少者可用此法以增殖之；又釀母發酵力減弱者，可行此法以加強之。加入之量，大概對巴林 12—15 度之麥芽汁 12—15 公升加入釀母一公升。此液可供約用 120 磅麥芽調製所成之冷麥芽汁之發酵。

與此二法不同者，尚有所謂分段培養法。其法取麥芽汁量之四分之一、三分之一乃至二分之一，先加入釀母使其發酵，其餘之麥芽汁再分數回或一回加入之。此法於釀母使用量少時行之最為方便。釀母繁殖既盛，發酵情況亦安全。

### (三) 發酵之進行

(A) 主發酵 主發酵為麥芽汁在發酵槽中發酵之時期也，釀母繁殖及發酵作用旺盛，大部分糖分分解為酒精。麥芽汁移入釀母槽中時，在冷卻槽與發酵槽之間，設有添加槽，將麥芽汁入此添加槽中，加入釀母，於尚未開始發酵時，即分移入各發酵槽中。

當主發酵時，所生現象有碳酸氣發出，溫度上升，固形分減少，麥芽汁澄清，釀母沉降等。此等現象中，最主要者為泡沫之發生，其狀態隨發酵進行各階段而異。正常發酵時，泡沫發生之變化有如下述，即起泡、低泡、高泡、落泡等之區別。

(1) 起泡 此為發酵開始之第一階段。釀母添加後 15—20 小時，麥芽汁表面之邊緣部分發生小泡時之謂也。泡微細而色白，呈乳酪狀，逐漸佈滿全槽表面，邊緣部分較中央部分為高。此狀態之連續時間在釀母量少溫度低時，當更為延長。此時忽布、樹脂與其他瀉瀉物略為分離。

(2) 低泡 此為發酵第二期之現象，當第一段狀態進行至相當時間，泡沫次第增高，密集而成如鋸齒狀或捲縮狀之泡沫層，是稱為低泡。在此泡層中，因忽布、樹脂及蛋白質等在表面分離之故，呈黃褐色。此泡為麥芽、釀母及忽布成分中之膠狀物質，味極苦，富黏着性。此泡依麥

芽汁之溫度、忽布之種類及釀母之種類而異。忽布新鮮且用量多時，泡量多而美，呈脂肪狀。泡之酸度與發生之碳酸氣體有關。

(3)高泡 此屬發酵之第三期。泡量最多，碳酸氣急激發生，呈亂髮狀之濁黃褐色。

(4)落泡 此為發酵之第四期。泡沫呈崩潰狀，釀母繁殖終止，沉降於器底成堅層；其表面殘留之物質在淡色麥酒為黃褐色，在黑色麥酒為褐色，即所謂蓋也。

此蓋在正常之發酵時其狀不一，一般均係一厚層，間含有泡沫。其成分與麥芽汁尤其與忽布之成分有關，主為蛋白質、忽布樹脂及釀母細胞等。此蓋予麥酒以不快之苦味，於行後發酵之前應掬去之。

麥芽汁之溫度，隨發酵作用進行時，由於物質之分解並釀母之繁殖而升高。普通添加釀母時之溫度為 $5-6^{\circ}\text{C}$ ，淡色麥酒尤較濃色麥酒為低，發酵進行更為遲緩。無特殊人工冷却設備之發酵室，溫度須較低，但發酵室較冷，且釀母添加量少者，則溫度須稍高。

低泡之時期，溫度上昇至 $8.5-10^{\circ}\text{C}$ ，但最高應限於 $9.5^{\circ}\text{C}$ 。高泡發生時為釀母活動最急激之時，此時溫度升高，在 $9-10^{\circ}\text{C}$ 之高溫中經24—36小時或48小時後，用冷却機行人工冷却。但冷却過速或過於急速冷却，對於釀母均有害。然冷却過遲，則於貯入貯藏室之時，有發酵物質缺乏之虞。溫度下降之程度，以於24小時內降低一度為宜。至第四期時，溫度下降至 $5^{\circ}\text{C}$ 左右。

主發酵終了時，24小時內，固形分減至 $0.15-0.120\%$ ，用玻璃採取樣品透視之，浮游釀母應迅速沉降。此時麥酒稱為未熟麥酒，掬去其



蓋，冷卻至  $2.5-4^{\circ}\text{C}$ ，用壓送機移入貯藏槽以行後發酵。

(四)種釀母之採集 未熟麥酒移去後，殘留於發酵槽底之釀母塊，可分為三層，上層為死細胞、野生釀母、細菌及麥酒成分中之沉澱物，下層為死釀母。棄去此二層，取有強健發酵力之中層淡色部分移入清淨之釀母槽，用冰水攪拌洗滌之，用毛髮製之細目篩篩之，移入加漆或塗珫瑯之槽中，用釀母洗滌機以清冷水洗之。留充下次用之種釀母。於貯藏中，日行換水一次。貯藏長久之釀母，於使用時，應行一次預備發酵。洗滌水應用軟水時，對釀母頗多危害，故以應用生理水，即有  $8-10$  度硬度之冷水為佳。亦有用壓榨法以行貯藏者，但貯藏中起自家分解作用，死滅者多。

#### (五)主發酵中之異常現象

(1)起泡之遲延 起泡之遲延現象，概由於釀母添加量過少，釀母發酵力過弱，或添加溫度過低所致。補救方法或加入新鮮之釀母，或於槽之冷卻機中，暫時通入  $13-15^{\circ}\text{C}$  之溫水，使溫度上昇。

(2)沉澱之早生 當高泡發生之時，發酵醪透明，並生釀母沉澱。乃因麥芽與忽布中膠質物不足之故。設忽布品質不劣，則為用量過少之原因。

(3)泡之再現 此為發酵終了時，所生之現象。乃因冷卻不規則所致。

(4)氣泡發酵 當第四期開始沉澱時，或當第三期間時每生異常大之氣泡。其原因頗多；(1)因有某種釀母，尤其為 Saaz 釀母系釀母之存在；(2)麥芽汁中之膠質物，或石灰鹽含量過多；(3)蛋白質含量多而忽布

樹脂少；(4)病害細菌之侵入；(5)因糖化作用不完全致發酵微弱，蛋白質發生沉澱，製品之保存性及泡沫持久性均劣；(6)發酵室換氣不充分。

(5)發酵之緩慢 此為發酵時期異常延長之現象，以麥芽之不良，釀母之衰弱，細菌之感染等為主因。

(6)發酵終了後之濁濁 此為發酵終了，生有乳狀質之濁濁。乃因蛋白質，主為麩質之濁濁；其檢驗之法，可熱至 30—40°C，或加少量之鹼液而熱之，即現透明。若上行試驗後仍係濁濁者，則為受細菌類之感染所致。

(六)主發酵之損失 主發酵時，麥酒之損失約為 3%，其中 1—1.5% 為存於種釀母中，一部則含於發酵液之蓋中。

(七)後發酵及貯藏 主發酵終了時之未熟麥酒，發酵並不完全終了。搖動之，或加入空氣，即再起發酵現象，是即謂後發酵。當行後發酵時，固形分之含量，最少須有 1%。在主發酵時，不容易發酵之麥芽糊精及 Achroo-dextrin 物質，於後發酵時，再行分解。

後發酵較主發酵緩慢多多，依此期之發酵操作，麥酒即達成熟澄清並含有碳酸氣。

主發酵終了之未熟麥酒逐漸裝入貯藏室之數個貯藏樽中。其充滿之需要時間，約為 8—14 日。製造 Schank 麥酒，應待呈微綠色時移入，製造 Lager 麥酒則較 Schank 麥酒呈色為淡時移入之。

貯藏溫度，對 Schank 麥酒為在 5°C 以下，對 Lager 麥酒為在零度左右。貯藏時間依麥酒種類、濃度、發酵度及溫度而異。普通製 Schank 麥酒約需半月以上，製 Lager 麥酒約需 4—6 月，製輸出麥酒，約需 6—

9 月。

未熟麥酒充滿樽中後，輕加木栓。此時漸起發酵作用，近栓處生白色泡沫，此泡沫次第增加，生帽子狀之低泡，噴出栓口。為後發酵之最盛時期，約歷 9—24 小時。此期過後，白色泡沫變成褐色，泡沫次第擴大。當發酵終止時，麥酒澄清，如為 Schank 麥酒，立即可飲用。乃緊塞其栓，行所謂平靜發酵，藉以增加碳酸氣含量，並使其完全熟成，普通約歷 8—14 日。但加栓時間過早，麥酒中積蓄有過量之碳酸氣，則於開栓之時，必有麥酒噴出而致損失。為防止此項缺點起見，可備一所謂水銀塞者，即一種備有氣壓計之塞，能自動保持 0.25 乃至 0.3 氣壓之下，過剩碳酸氣，可自行放出。

(八)釀母濁濁之澄清法 麥酒中釀母如現膠着性時，應速行麥酒之澄清操作。於後發酵最旺盛之時，將會用 0.01% 之氫氧化鈉液煮沸及清水洗滌並乾燥之榛或山毛櫸木片加入樽中；每麥酒一公石，加木片 11—22 磅。此木片再經上述方法處理後仍可應用。但此法現今多已不用。

### 第二項 特種發酵法

此為與下面發酵類似之特種發酵方法。法有數種，最主要者為內坦 (Nathan) 式實用之真空發酵法，即所謂內坦式麥酒釀造法是也。

此法之目的，在行無菌之釀造，並使發酵與熟成時間短縮。此法自帆布過濾機出來之熟麥芽汁始，操作與常法不同。

熟麥芽汁用壓送機送入鋁製之沉澱除去器 (圖第 139 A B 之 C)，此器中裝有多數重疊而有一定間隔之鋁板，保持相當之傾斜度。此器有

蓋，外側用冷水冷却之。熱麥芽汁通過時，使此器及鉛板得以滅菌。熱麥芽汁經此器藉上部之浮標而送入無菌室之清流冷却機(E)。由此冷却機流下之麥芽汁，吹入無菌之空氣，使汁中含有多量之空氣，且使沉澱分離。空氣送入度稍強，故其氣壓較常壓為高。業經冷却之麥芽汁再送入沉澱除去器之下部，排出器中之熱麥芽汁。此時因冷麥汁與

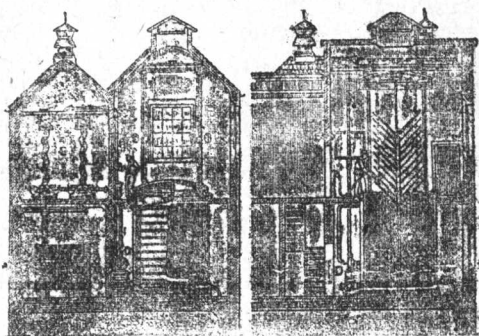


圖 139. A 內坦式發酵裝置

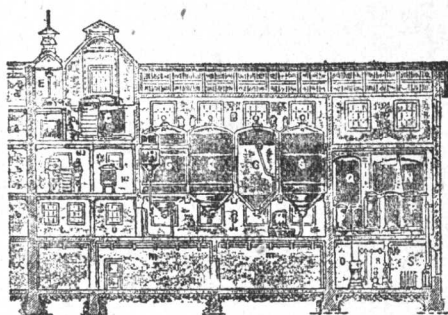


圖 139. B 內坦式發酵裝置

熱麥芽汁比重之不同，故不至混合。待達此器之上層至適當之溫度時，冷却即停止。此時器中又全為無菌之冷却麥芽汁。在2—3時中沉澱即下降，麥芽汁可移入發酵槽(G)。

發酵槽為鉛製，下部為圓錐形，用軟木保温，有冷却套，可用酒精汽滅菌。冷却套有冷流循環之，用以調節槽中之溫度。將釀母加入盛有麥芽汁之槽。釀母自釀母輸送器(H)導入發酵槽(G)中，即將碳酸氣吹入，使釀母與麥芽汁十分混和。在3—6°C下使其發酵，釀母之繁殖

力極低，因之蛋白質之損失極少。照此方法，釀母增殖約有50—60%。比舊法約少二倍乃至三倍。釀母之添加量，對麥芽汁一公石，用釀母二公升。待24小時後有碳酸氣發出，振動之使行發酵。最先逸出者為空氣與碳酸氣之混合物，最後逸出者為純粹之碳酸氣，於此時乃將純粹碳酸氣導入貯氣槽(N)更用壓氣機送入清淨機以製更純之碳酸氣。

採用此法，所得之碳酸氣，為化學之純粹氣體，無味無臭，且不混有空氣，質良。液化之即可販賣。每製麥酒一公石，可得3.3至5.5磅之碳酸。

發酵十分旺盛時，冷却之至 $4^{\circ}\text{C}$ 左右。冷却時，釀母即沉澱。為防止釀母上浮起見，於麥酒之表面，通以碳酸氣流，因之器內壓力達相當高度。自發酵槽下部之開口，移出泥狀釀母，用管導入釀母貯存槽，在零度下貯藏之。其量可供15—20回之用。

釀母上層之麥酒藉浮標而送入他器。

達此狀態所需時間，10%之麥芽汁為五日，12—13%麥芽汁為十日。

普通未熟麥酒均呈有特有之臭氣。此臭氣經過月餘之後發酵，由於生成碳酸氣之作用而得除去之。待此臭氣去盡後，麥酒始能謂之成熟。未熟臭氣可於24—48小時內用純碳酸氣吹送成熟麥酒之香氣以去之。

香氣良好之麥酒，用冷却套急速冷至 $1-2^{\circ}\text{C}$ ，再通入碳酸氣。在20小時內，麥酒已飽和有碳酸氣，即可供販賣。

此法係在同一槽中行發酵與貯藏，10—12日之內即可供販賣。

此法設備簡單，操作迅速，且不含細菌，實為最進步之方法也。

## 第三項 上面發酵

上面發酵爲採用上面發酵性釀母釀造方法也。溫度爲 $10-20^{\circ}\text{C}$ ，比下面發酵爲高，發酵時間亦短。發酵終了，釀母成爲黏着性之厚層浮於表面。主發酵約48小時而終止。其法頗多，略述如下：

上面發酵之設備，與下面發酵不同。發酵槽爲檜及如西洋杉 (cedar) 之木材所製，罕有用石料者。採用木材時，可用瀝青塗後，先用熱水浸漬24小時後，又取氯化鈣水溶液(氯化鈣2.5磅溶於4公升之水中)浸漬24小時，最後用稀鹽酸(水與酸爲4與1之比)、沸水及重亞硫酸鈣水溶液洗滌之。應用石料製成者，可用熱水、重亞硫酸鈣及稀氫氧化鈉溶液洗滌之。

釀母之添加量，當採用約克郡 (Yorkshire) 之方形石盤式 (stone-square) 時，對一桶(註)之麥芽汁用釀母 $\frac{3}{4}$ 至 $\frac{5}{4}$ 磅。採用其他方法時，隨麥芽汁之濃度而異。濃度爲巴林8.25度時，對麥芽汁1桶用 $\frac{1}{2}$ 至1磅；濃度爲巴林10.25度時，用1—1.25磅。

麥芽汁之濃度隨製成麥酒之種類與釀造國別而各異，在英國所用之濃度，已如上述；在德國則爲巴林14—17度，製造輸出麥酒，普通爲巴林18—22度，更有高至巴林26度者。

發酵之溫度，隨麥芽汁之濃度而異，麥芽汁爲巴林12.5—14.5度時，開始溫度爲 $14.5-15.5^{\circ}\text{C}$ ，發酵旺盛時爲 $19-21^{\circ}\text{C}$ 。濃度在巴林14.5度以上者，開始溫度爲 $13-14.5^{\circ}\text{C}$ ，是後達 $24^{\circ}\text{C}$ 。

泡之生成，隨發酵溫度而異。就一般言，釀母添加2—3小時後，即

(註)每桶 (barrel) 等於 $31\frac{1}{2}$ 英加倫，或143.17公升。

有少量泡沫出現，更2—3小時後，乃生塊泡，次又生高泡，其後即現泡冠，高度更增，最後成山狀泡。此時表面釀母厚達3—4英尺。經過此期後，泡之黏着性大增，全體釀母成塊。此時，即為掬取期，除去其釀母。此約在釀母添加後二晝夜之時。發酵液之濃度，降至僅為原液之二分一乃至三分二，次乃移入後發酵。

現在英國最盛行之上面發酵法有四：即去垢 (cleansing) 式，撇去 (skimming) 式，落下 (dropping) 式及方形石盤 (stone square) 式是也。

(一)落下式 此法效用顯著，故採用最廣。發酵醪先裝入上槽，於14.5—15.5°C間開始發酵。當其比重降低至其原來濃度之約一半時，乃取其一部之醪落下或移入下槽，在此間於發酵將終時，醪表面繁殖之釀母，視情形之需要，每隔2—6小時撇去一次，直至發酵告終。最後一次上昇之釀母留作表面之保護層，直至槽中醪移入貯藏桶為止。

落下之時間，視發酵醪之性質、發酵之溫度及添加釀母之種類而異，大概在釀母添加後45—65小時之間。釀母之用量，變化頗大，隨發酵醪之濃度，忽布添加之比率，及添加材料之用量與其他不關重要之地方特殊情形而定。對淡麥酒言，每醪一桶用量 $\frac{3}{4}$ 磅已足，但對濃麥酒言則需有三磅。

氧氣為麥酒發酵上之一生命要素，氧氣供給不足，則釀母不能繁殖。故當釀母於耗盡麥芽汁中自冷却器通入發酵槽間所吸收之游離氧氣時，必須採行適當之攪拌，使醪得以通氣，並同時多少放出所生成之CO<sub>2</sub>。此法之優點，即於發酵醪下落時，得最有效之通氣，且能得最潔淨

之醪與最純粹之釀母。當原來濃度降低至一半左右時，醪之表面，聚集有污穢泥濘狀之物質，主為溶液中分出之蛋白質及樹脂物質，最易感染生酸細菌，所有此等物質，於行落下時，均遺留於上發酵槽。且當此落下時，因糖分分解所集聚之 $\text{CO}_2$ 得以分散，因之釀母得脫離由此 $\text{CO}_2$ 氣體所包圍之窒息狀態，而同時空氣進入，補充 $\text{CO}_2$ 所佔之位置，使釀母之活動力復活，因之主發酵得繼續至滿足之程度。至是槽中醪開始澄清，懸浮之釀母，由於自然或人工冷却之結果遂得沉降，完成之麥酒，成為半透明之狀態，乃可裝入貯藏桶。此式自發酵以至澄清，全部操作需時約自5日以至7日。

(二)撇去式 此為落下式之改變法，在發酵將終時，釀母亦撇去之。其發酵、撇泡及澄清係在同一槽中之行。發酵溫度亦與落下式相同。因全部發酵操作均在同一槽中舉行，則發酵間醪中所分出無定形物質懸浮槽之上部，致對於製品與撇出釀母之純度多少發生影響。且因僅有一槽，其容積較深，不但通氣不良， $\text{CO}_2$ 之驅散不充分，且表面面積有限，釀母之上浮有所限制，致釀母之撇去不能完全。基此數因，製成麥酒之純潔風味與固定性均告缺乏；同時撇出釀母之純度，亦因夾有泥濘物質之帶有病害細菌之故而大差。

故此法中，攪拌實屬必要。法用管連接於空氣輸送機，管口直通槽底。於空氣急激通入時，槽面之分離浮遊物可以除去。在裝醪後18—24小時即開始行攪拌，嗣後每隔4—6小時攪拌一次，直至撇泡點將到為止。發酵完成時，熟成醪仍遺留槽中，使其經過所謂澄清時期，此時期常延長至24—48小時之久，然後再流入另一澄清槽而裝入貯藏桶中。



(三)去垢式或聯合式 (union system) 此法(圖140)現已不甚採用,其原理大致與落下式相同,即發酵之前部操作,係在上部之大槽中行之,待至需要通氣之時,即未成真正釀母泡沫之先,將醪流入於一列排置下方之桶中,桶之容量為 600—650 公升。當發酵進行時,釀母被迫通入安置於桶頂形如鵝頸之管中。由於迫出管外釀母所帶走之醪,即刻可由一球形活塞之自動調節裝置,自貯存槽中吸入同量之清麥酒以補充之,如是使桶內之醪常滿。桶中備有攪動機以調節發酵之溫度並使通氣良好,CO<sub>2</sub> 與釀母之除去完全。此法之缺點,即勞力較費,且醪之損失亦較多。

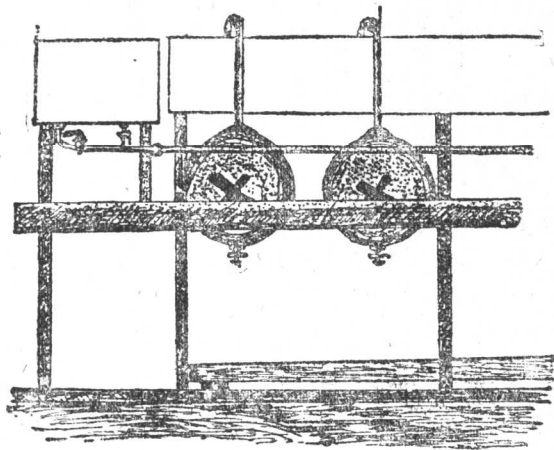


圖 140. 聯合式發酵法

(四)方形石盤式 此法之採用,僅限於蘭卡郡 (Lancashire) 及約克郡等產有石板岩及其他適當岩石之地。如圖 141 用一方形石盤,將發酵槽隔為上下二部。此為遲緩式之發酵,發酵醪每隔 2—4 小時自主槽用壓送機通入石盤上方之槽中,夜以繼日,進行不斷。在上槽中,施行

攪拌，使醪得充分換氣，然後又移返下槽。此式應用之釀母繁殖力極低，其滅濃力亦弱。在其他方法中，於撇泡期間，泡之生成次數極多，而在此式中僅有初泡為富有繁殖力之釀母。此式製成麥酒之優點，即在其富有固定性與泡沫性，且風味亦醇良適口。靜置澄清後亦如前移入貯藏槽。

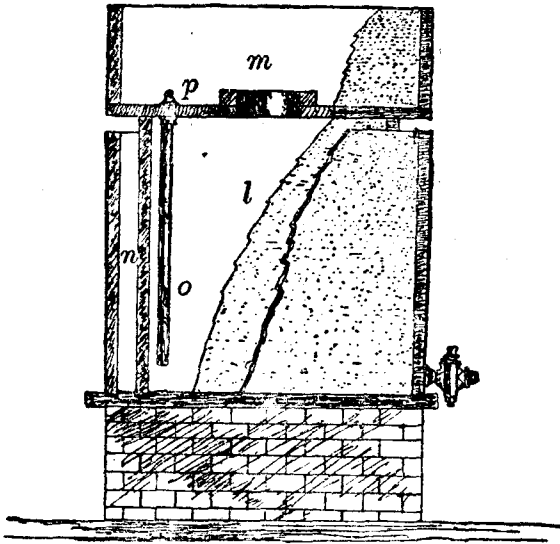


圖 141. 約克郡方形石盤式

- (m) 釀母槽；      (n) 水套；  
(o) 管；            (p) 活門。

前述各法，於主發酵終了時，各移入貯藏槽行後發酵，後發酵之時間，製造 Schank 約 2—3 日，製造 Lager 麥酒在 12—15 °C 下約三個月。於後發酵時，可以加入葡萄糖及轉化糖；葡萄糖可增加碳酸氣體而轉化糖可增加甘味。又可以舊麥酒約 25% 加於未熟麥酒之中。

圖 142 為上面發酵之情形。

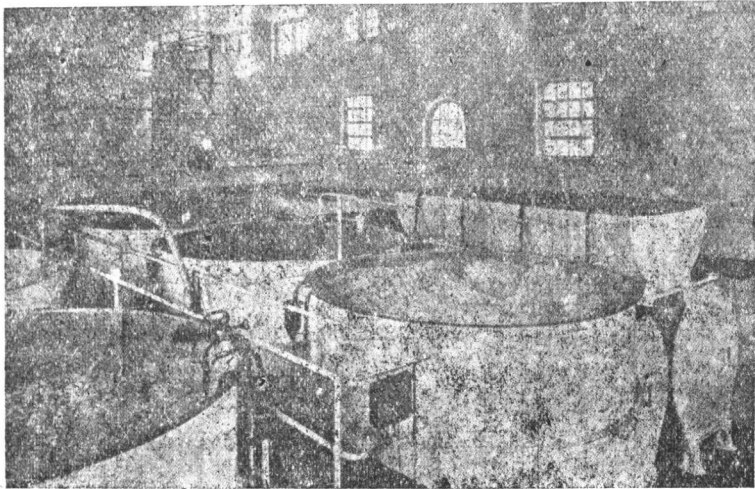


圖 142. 上面發酵之情形

## 第六節 麥酒病害之發生與其處理法

### 第一項 麥酒之濁濁

#### 第一段 麥酒濁濁之原因

造成麥酒濁濁之原因甚多，概述如下：—

(1) 野生釀母之存在：野生釀母，如 *S. ellipsoideus*, *S. Pastorianus* III, 及 *S. exiguus* 等，細胞微細而輕，不易沈澱，當其多量存在時，麥酒即呈濁濁。

為補救此項弊病起見，應採用純粹培養之釀母；但缺少純粹釀母培養設備時，則對於應用釀母之選擇，應加注意：(1) 觀察先前發酵之結果如先前發酵麥酒發現有釀母濁濁時，其所撇出之釀母不可應用；(2) 應用顯微鏡之檢查，即所應用之釀母，凡有不規則釀母或較小之野生釀母

及細菌混在時不可應用。

(2)細菌之侵入：由於細菌存在所起之濁濁，除非病害極盛時，每在後發酵期中顯露，尤其於未經貯藏即行裝瓶之麥酒中最常發現。取此濁液用顯微鏡檢查之，可以看出有球菌屬（micrococci）似八疊球菌（Sarcina）體。振顫菌（Bacterium tremo）及桿狀菌羣集其中。此等微生物體積極微細，由此所呈之濁濁，極難處理。

(3)蛋白質之濁濁：有真正蛋白濁濁與麩質濁濁二者之別。真正蛋白濁濁比較稀少，遇鹼則溶解，遇熱不溶。成疎絮狀之沈澱，洗降器底，容易過濾而除去之。麩質濁濁遇熱即溶解，冷時成微細之浮遊物，過濾困難，不易除去。

(4)忽布樹脂質之影響：忽布樹脂質亦為麥酒濁濁之一因，但並不關重要。據說，發酵完好之麥酒，雖增加忽布樹脂質之用量，亦不致有惡劣之影響，縱生濁濁，亦易澄清；但發酵不良時，雖忽布樹脂之用量適當，亦易引起濁濁，難於除去。

此忽布樹脂，在發酵之初期，尚溶於溶液中；待後方被釋出，因之有人假想忽布樹脂之溶解，麥芽糖實為其溶劑，故當麥芽糖全被發酵時，忽布樹脂則釋成無色無定形之物質，上浮槽面。

但據近時一般觀念，則認為麥芽汁中麥芽糖含量過多時，主發酵進行過盛，因之後發酵進行遲緩且衰弱，故起忽布樹脂之濁濁。為補救此弊起見，可提高麥芽汁煎浸溫度以減少麥芽糖之比率，使主發酵進行較慢而後發酵遂得良好之狀態。

此外，更有人推想忽布油為引起此一問題之主要原因；據巴林之見

解，謂樹脂之溶解，係受揮發油之影響，後者不在時，樹脂即被釋出；哈俾 (Habich) 亦謂於發酵及貯藏時忽布油揮發而出，因之樹脂缺少其溶解劑即形成微細之粒質而懸浮於液層中。

(5) 由於不溶性礦物質之懸浮：據馬丟斯 (Mathews) 與羅特 (Lott) 之考察，謂麥酒中之濁濁，有時可見有磷酸鈣與鎂之極微細結晶粒之存在。

此種結晶粒，在濁濁之麥酒中極易檢出之。於通常極度濁濁之麥酒中，如壓入碳酸氣體，亦可減少之。由於增加碳酸氣而減少濁濁度之結果，可知其濁濁並非由於忽布樹脂及蛋白質所致，因二者之溶解度，由酸度之增加而更減少；反之，若為磷酸鹽，則碳酸氣可增加其溶解度。

### 第二段 麥酒濁濁之檢定法

取少量之濁濁麥酒，入濾紙過濾之，若濾液澄清，則此濁濁係由於釀母體之存在。若濾液仍呈濁濁，可取小蒸發皿一，注入少量之待試麥酒，滴入一二滴之碘液，若有澱粉存在，則液變藍色，若液現紅色，則為高式之麥芽糊精之存在。

若液仍現濁濁，取試管一，注入麥酒而熱之，熱時濁濁消失，則為有麩質與忽布樹脂存在之關係。乃另取試管一，注入待驗之麥酒後又滴入數滴之醚，若液澄清，則此濁濁物即為麩質之證。普通存於膠中之蛋白質成分，可分為三類：一為全不溶解於冷水中者；一為溶解於冷水中者；一為在低溫度中不溶而在高溫中溶解者。此第三者即為麩質。

設麥酒加醚仍呈濁濁，乃於試管中加入 10% 之苛性鉀液使麥酒變成微鹼性，若液澄清，則此濁濁即為由忽布樹脂所致。

## 第二項 黏性發酵

黏性發酵之現象最劣，甚至呈如蓖麻油之黏性，用玻棒試之，或可拉長成線形。此應由於某種微生物之存在。將可發酵性之糖變為甘露蜜醇(mannite)及一種似膠之物體，稱為右旋膠(dextran)。

此種微生物，據凡拉爾(Dr. Vanlaer)之研究，認為係 *Bacillus viscosus* I 及 *B. viscosus* II。在精製糖廠，發現有另一種微生物 *Leuconostoc mesenteroides*，其作用與此相似，為無色球形小細胞相連成鏈狀，每鏈有堅厚之膠囊包之。亦有人認為此病害係由 *Pediococcus cerevisiae*，(八疊球菌屬之一種)所致。此外，照林德納之意見，認為一種絲菌 *Dematium pullulans* 在麥酒中生長時，亦可生相同之影響。

裝瓶之麥酒較桶裝者易於感染此種病害，由此可知此種微生物應屬於厭氣菌類，壓力可促進其活動力。

再者，黏性麥酒設貯藏至相當酸度發生後，其黏性必稍減少，可知酸性應不利於此黏性發酵。

忽布用量少之麥酒，常較忽布用量多之麥酒易於發生黏性。此更可證明因忽布中含有鞣酸可增加醪之酸性，因而不利於黏性之產生。據舒曾伯革(Schutzenberger)聲稱，白麥酒含鞣質量較紅麥酒為少，故更易於遭受此種病害。

黏性發酵之發生，似由於操作上之不潔，致被此類微生物染入所致。但最主要原因，當係應用劣等麥芽，忽布用量不足，以及酸性過低等之不良操作。

據凡拉爾之研究, *Bacillus viscosus* I 與 *B. viscosus* II, 在形態上甚難區別, 不過前者稍較後者略瘦而已, 但其在麥酒中之作用則各不同。 *Bacillus viscosus* I 在 27°C 之高温中, 於 24 小時中可使膠變成黏性。若經 48 小時後, 其黏性可與雞蛋之蛋白部分相類似。黏性發酵之特徵, 即液現瀰濁並呈一特殊之臭味, 同時於發酵之初期, 發出多量之碳酸氣, 但黏性一增, 發出之碳酸氣遂減。至於 *B. viscosus* II 之作用, 所發出之碳酸氣則較少。

凡拉爾製備一蔗糖、消化蛋白質與水之混合液, 其比例為 3:1:100, 取此細菌試之, I 式之菌, 於使液瀰濁後能再變成黏性, 而 II 式僅能使液瀰濁, 但若用重碳酸鈉中和液中由於消化蛋白質所生成之酸性時, 此 II 式亦可使液變黏性。該氏更發現釀造水中含有石膏時, 亦可促進此病害微生物之活動力。

克拉美(E. Kramer) 謂此黏性發酵中所產生之膠狀物質,  $C_6H_{10}O_5$ , 可用酒精自液中使之沈澱而成一無定形之白色物質, 不溶於水, 可拉長成線形。鹼液可使之溶解, 成黃色之溶液, 遇碘不起作用, 於此鹼溶液中再加酒精沈澱之, 可生成白色微細之結晶粒。

該氏更謂黏性發酵, 由於發酵液含有成分及反應之不同, 其活動之微生物亦異。例如: (1) 液中含有蔗糖時, 呈中性或弱鹼性反應, 利於 *Bacillus viscosus sacchari* 之作用, 此種微生物, 體長 2.5—4  $\mu$ , 闊 1  $\mu$ ; (2) 液中含有葡萄糖時, 呈酸性反應, 利於 *Bacillus viscosus vini* 之活動, 此為一厭氣細菌, 體長 2—6  $\mu$ , 寬 0.6—0.8  $\mu$ ; (3) 甜溶液僅呈中性反應者, 如牛乳, 利於一種球菌之作用, 其徑為 1  $\mu$ 。

### 第三項 臭味之產生

麥酒由於操作之失當，用具之不潔，或外來菌類之感染，每發生異臭與異味，影響麥酒之品質頗大。

(1) 釀母之苦味：麥酒發酵時溫度過高，或通氣不良，每生有釀母之苦味；此外，有野生釀母如 *Saccharomyces pastorianus* 繁殖時亦然。

(2) 特別之苦味：此為應用不良品質之忽布所致。

(3) 瀝青味：貯藏桶塗以不良之土瀝青時有之。良質之土瀝青，其熔點在 43—48°C 之間，可溶於 95% 之酒精，不含有礦物質。土瀝青中含有礦物質在 0.2% 以上時，即為不良之品質。

(4) 酸味：此為酸性細菌繁殖之結果，乃裝置不潔所致。

(5) 釀母臭：麥酒發酵過當，常有釀母臭，於裝瓶加熱時消失；若加熱後此種臭氣仍然殘留，則為釀造法不良之結果。

(6) 黴臭：為釀造用具及貯藏室等不潔因而生黴所致。

### 第四項 防腐劑之應用

防腐劑可以防止菌類之感染，對麥酒之製成頗有功效，且用量適當，亦無大害。

水楊酸為結晶極細之粉末，頗不易混和。先取少量麥酒與之成糊狀後加入。水楊酸在酒精或甘油中較在麥酒或水中更易溶解，故設先用上述溶劑溶解後當更較易混和。

水楊酸價較昂，效力又不如次亞硫酸鈣 (calcium bisulphite) 之大。此等防腐劑用量過多，可使麥酒變味。



## 第五項 澄清劑之應用

所謂人工澄清方法，即應用澄清劑以除去懸浮物使麥酒透明而顯光澤也。

澄清劑之作用，知者尙鮮，按馬丟斯與羅特之試驗，知魚膠之溶解度與酸之種類及強度有關。

就酸之種類而言，亞硫酸對魚膠之溶解度較乳酸或醋酸為速，而乳酸又較醋酸之成績為佳，故對麥酒之澄清而言，其有效之溶解劑應為乳酸而非醋酸。但就澄清本身之透明而言，則用乳酸與醋酸製備者，均較亞硫酸為佳。

酸之強度對澄清劑有顯著之影響。酸之濃度超出其定點（0.7 至 1%  $H_2SO_3$ ）時，其有效之溶解度隨酸濃度之增加而減少。例如未稀釋之酸（7.4%  $H_2SO_3$ ），其溶解度極低，僅能得一極稀薄之溶液。如用亞硫酸，最佳之酸度，在開始時為 1%，而後來沖水成為 0.2%。魚膠之用量，依品質而稍異，每桶麥酒用上等俄國魚膠  $2\frac{1}{2}$  磅，或次等魚膠  $3\frac{1}{2}$  磅。

製備適當之澄清劑，魚膠應成為真正溶液之狀態（即澄清劑用水稀釋時可通過濾紙），但情形稍有變更，魚膠即被擠出溶液之外，其澄清力之大小，即依此情形而定。當魚膠粒體被排出溶液外時，其比重與所存在之液體極相接近，不過照其密度之大小，當較外圍液體之同一體積稍重或稍輕，於是當其在液體中或沈或浮時，得吸收妨礙麥酒光澤之懸浮物質。

多數之釀造家均謂凡澄清劑之能浮於液面者，麥酒之光澤最佳，此乃因當其沈底時，又可被  $CO_2$  氣泡帶上所致。設此一觀念屬諸事

實，是則魚膠粒體之比重，以愈接近於液體之比重者為最佳；換言之，即魚膠之粒體愈細，其擴張之網愈廣者愈佳。

澄清劑之溶液性質，全依酸度而定，故設液體呈微鹼性時，魚膠立即被擠出溶液之外。可知麥酒酸度較高時，其濁濁頗難於澄清。但事實上，欲製成之麥酒呈鹼性為不可能，故魚膠之分離，應尚有賴於其他之物理性質。

據馬丟斯與羅特謂冷卻器的沈澱與麥酒的渣粕擴散於水中，可促進澄清劑沈澱作用之速度，設澄清劑之用量較多時，其作用更完全。即普通釀母懸浮於水中時，亦可完全使之澄清。

黏土、玻璃粉、石棉、炭粉及其他不起化學作用之物質等，擴散於水中時，亦可促進澄清劑之凝結速度而得一迅速之澄清。

就溫度上之關係而言，在  $10^{\circ}\text{C}$  以下時，澄清效力不佳。

此外，對於釀造用水上之關係而言，魚膠用亞硫酸配製者對於硬水釀造之麥酒結果最佳，而對於用軟水釀造，尤其對於行銷麥酒上，以用酒石酸配製者或用酸麥酒 (sour beer) 配製者為最佳。

施行澄清之方法；有二次澄清與一次澄清之別。二次澄清者即加澄清劑入澄清槽中使行澄清後，若仍有濁濁物存在時，再加澄清劑重行澄清一次。行二次澄清有使麥酒變味之虞，故最良澄清法，係於入貯藏桶時加入澄清劑行一次之澄清。

## 第七節 裝瓶

### 第一項 裝瓶之方法

麥酒裝瓶之法有數種分述如次：一

### 第一段 天然法

麥酒入貯藏桶中熟成後，仍須按氣候之情形，再貯存2—4星期後方行裝瓶（圖143）。貯藏室之溫度須保持 $12.2-14.5^{\circ}\text{C}$ 。

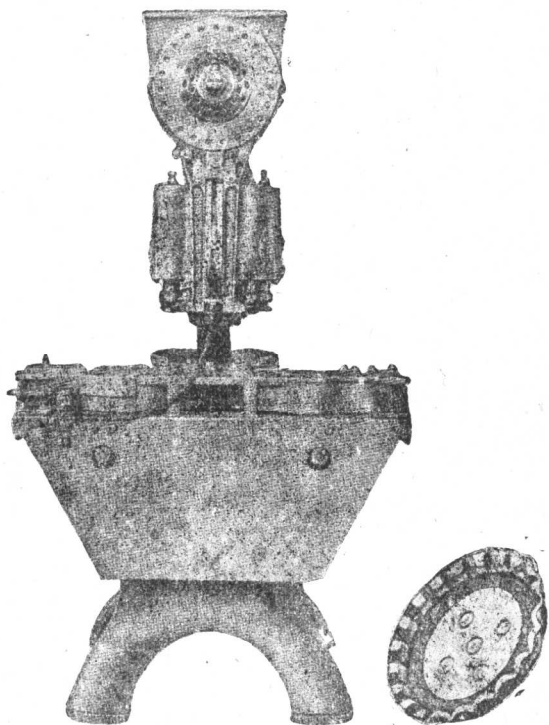


圖 143. 裝瓶機及瓶蓋

裝酒之瓶須新經洗滌並十分乾淨者，瓶塞亦須為優等質料之軟木塞。軟木塞不必用蒸汽蒸之，僅用熱水浸漬一、二分鐘即可。

離塞端之瓶內酒液空間應勿超出半英寸之外，空間愈少，結果愈

佳(圖 144)。



圖 144. 麥酒裝瓶中之情形

麥酒裝瓶後仍須攔置一時，然後運出。攔置之時間，在夏天須在四、五星期以上，在冬天須在七、八星期以上。

天然裝瓶法製得之麥酒最著盛名，惜瓶中每有沈澱生成，是為其最大缺點。

### 第二段 碳酸氣加入法

天然裝瓶之優點，由於碳酸氣於成熟間逐漸產生，使製成麥酒具有特有之芳香；同時，碳酸氣實際上成為真正之溶液形態。但此法因攔置時間過久，生產費因之而昂。為減輕成本起見，有採取所謂碳酸氣加入

法 (carbonating process), 即將特製之 $\text{CO}_2$  或收集自發酵槽之 $\text{CO}_2$ , 用人工方法加入於麥酒中。人工加入之碳酸氣, 僅懸浮於麥酒中, 但裝瓶後不至發生沈澱為其最大優點。據說, 如是處理之麥酒, 其風味可與天然裝瓶法媲美。裝瓶之麥酒, 在可能範圍內, 以不行澄清處理法 (fining) 為佳, 但不得已必須行澄清時, 所加入之魚膠, 以不超過於麥酒澄清上所必需之量為要。據說魚膠用量過多時, 麥酒中所含有之鞣質不足以凝固多量之魚膠, 如是製成之麥酒, 外觀雖現澄清但仍含有成爲溶液形態之魚膠, 此魚膠於碳酸氣加入時, 被擠出溶液之外, 遂生雲狀沈澱, 即爲魚膠加入過量之證。

### 第三段 冷卻法

冷卻 (chilling) 之主要目的, 乃使天然攔置時, 所發生逐漸轉變之樹脂及蛋白質物質沈澱而出。此等物質, 於低溫中, 即發生瀰濁, 但若溫度急降時, 失其成爲半溶液性 (semi-solution) 之常態而生沈澱, 如是可用過濾法除去之。

冷卻法可分爲二: 即急速冷卻法與延長冷卻法是也。

(1) 急速冷卻與碳酸氣加入法 此法之要點在使麥酒遭受高度之冷卻, 溫度降至  $-2.2^{\circ}\text{C}$  或  $0^{\circ}\text{C}$ , 使蛋白質等物質沈澱而出, 然後將此冷卻與溶有碳酸氣之麥酒, 過濾並裝瓶 (圖 145)。

此法備一急速連續冷卻與碳酸氣加入之裝置。裝置之主要部分爲一銅製之圓形容器內設有鹽水蛇管。操作時, 將麥酒用壓送機打至容器之上部而下流, 經過各層蛇管即急激冷卻, 此時麥酒成爲細小之分散狀態, 因之極易吸收飽充於容器中在一定壓力下之 $\text{CO}_2$  氣體。此法之優點,

麥酒向下分散時，同時進行冷卻與吸收  $\text{CO}_2$  二重工作，速度極快，且可連續進行。此項裝置，調節至易，且可多量製造。容器既易拆卸，洗滌亦極便利。

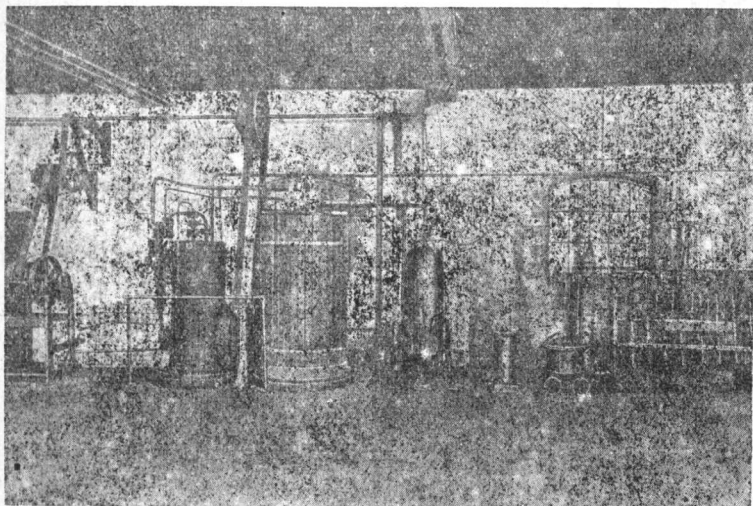


圖 145. 急速冷卻過濾及裝瓶之完全裝置

(2) 延長冷卻之裝瓶法 將待裝瓶之麥酒，盛於可支持高壓力之桶，此桶通常為銅製，外裝一氣壓表，麥酒中加入澄清劑，俟達相當氣壓為止；此氣壓之大小，視當地之貿易情形，麥酒之種類與其原濃度，及其他關係而定。然後使麥酒經過延長之冷卻時期，將麥酒通入一鹽水冷卻器，麥酒自器之一方通過，鹽水則自相反之方向流通，如是使麥酒溫度自  $13^{\circ}\text{C}$  降至  $0.55\text{--}1.7^{\circ}\text{C}$  又移入冷室，在  $-2.2^{\circ}\text{C}$  至  $0.55^{\circ}\text{C}$  擱置一、二日。此時麥酒受低溫之影響，其不溶成分沈澱而出，乃通入 Kiefer 或他式之過濾機。濾出之澄清麥酒飽充以液化  $\text{CO}_2$  後，移入裝瓶機裝瓶。

(3) 天然產生  $\text{CO}_2$  氣體之應用 裝瓶時加入之碳酸氣，多用人工

特製之 $\text{CO}_2$ 氣體，但最近已爲自發酵室中產生之天然 $\text{CO}_2$ 氣體所替代。據安利俄 (Henriot) 云：天然 $\text{CO}_2$ 易被人體所吸收，而人造 $\text{CO}_2$ 則難同化，故每於胃中引起膨脹現象。

發酵醪中發出之天然 $\text{CO}_2$ 氣體，含有發酵間揮發而出之芳香酯類，於裝瓶時返入麥酒中，可增麥酒之滋味與香氣。氣體之收集切勿延長至發酵之後期，因此時之氣體中，每帶有釀母之臭味。此外，收集之氣體，亦不能貯藏過久，蓋通常收集之氣體，擱置至一星期以上時，其性質每生劣變。

## 第二項 製品之鑑定

製成麥酒須具備下列諸條件：—

### (一)外觀之條件：

- (1)澄清而帶光澤；
- (2)具特有之芬香，而無異臭；
- (3)呈熟成之味而微苦，不呈酸味與澀味；
- (4)碳酸氣含量充分，泡沫持久性良；即注酒入杯時，碳酸氣不至立即消失；
- (5)不呈澀濁。

### (二)化學之成分標準：

酒精：	淡麥酒 2—3 %	濃麥酒 3.5—6 %；
	英國 (Porter, Ale)	8—15 %
浸出物	5—6 %	
氮素	1 %	
總酸量	0.15—0.25% (乳酸)；	白麥酒 0.4—0.8 %
甘油	0.1—0.26%	
灰分	0.12—0.3 %	
碳酸	0.35—0.4 % (重量比)	

茲試將日本釀造之麥酒分析結果列舉如下；—

	麒麟麥酒	蝦夷麥酒
比重	1.0175	1.0170
酸度	0.327	0.406
酒精	4.469	4.405
浸出物	5.850	5.572
含氮物質	0.560	0.787
麥芽糖	1.486	1.642
樹膠及糊精	3.143	2.508
總酸量	0.209	0.223

#### 第八節 副產品

(一)麥芽粕 糖化醱濾去麥芽汁後所遺留之麥芽粕，仍含有未轉變之營養料，可充家畜之飼料。據瑞典學者，罕孫 (Nils Hansson) 之估計；濕麥芽粕五份，或乾麥芽粕 1.3 份，其含有之營養價值約可等於 1 份之大麥。但就營養料性質上說，此粕與大麥不同，不含維他命，或僅含極少量之維他命 A。同時，纖維質含量則較多，他如有用之礦物質成分如磷等亦仍存在，故為草食動物（如牛，羊等）之優良飼料。此粕乾燥後（水分在 10% 左右）可耐貯藏。

(二)忽布渣 煎煮後之忽布渣，尚含有礦物質與有機物質（蛋白質及碳水化合物等），故可充肥料。此等有機物在土壤中可受微生物之分解成為腐植質，大有裨益於土壤之組織。

1923 年蘭格韋爾 (Langwell) 與海恩德 (Hind) 擬用忽布廢渣



以行纖維質發酵，其可能之出產品為酒精與可燃性氣體（甲烷及氫氣）。

（三）釀母 廢棄之釀母，富有蛋白質及維他命，為高貴之營養料，故可取之供飼料，或精製之，以作病人之滋養料。此等釀母之利用，由其目的與方法之不同，可分為壓榨釀母與維他命 B 劑二種。

（1）壓榨釀母 壓榨釀母之製造，在麥酒釀造工廠內，其主要之目標有三：（1）減少隨釀母帶走之麥酒損失量；（2）釀母收集迅速，以免與空氣接觸，並得貯藏於最適合之情形中；及（3）節省地位與勞力。壓榨釀母之製造方法不一，茲從簡列舉二式圖解如下：一

圖 146 為最簡單之方法，主要之設備為容量 400 公升之釀母收集器，於圖中可看出其操作情形，即（1）釀母之掬取與（2）壓榨之進行。此裝置每星期可得釀母 25,000—76,000 磅。

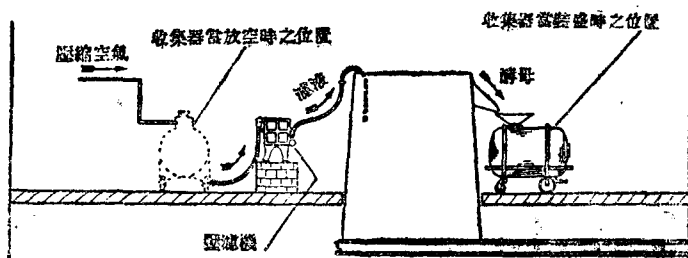


圖 146 釀母收集器

圖 147 所示者為一簡式之真空裝置。其主要之異點在收集器為固定式且與一真空抽氣機相連。操作之進行如下：於將行掬取時，開動真空抽氣機，待至適度之真空時，乃移吸取管 (suction nozzle) 入酒泡 (head) 之中，旋開其塞，則酒泡即被吸入收集器之中。待器中收集至一定容量之後，乃停止真空抽氣機。於是通入壓縮空氣而進行壓榨。

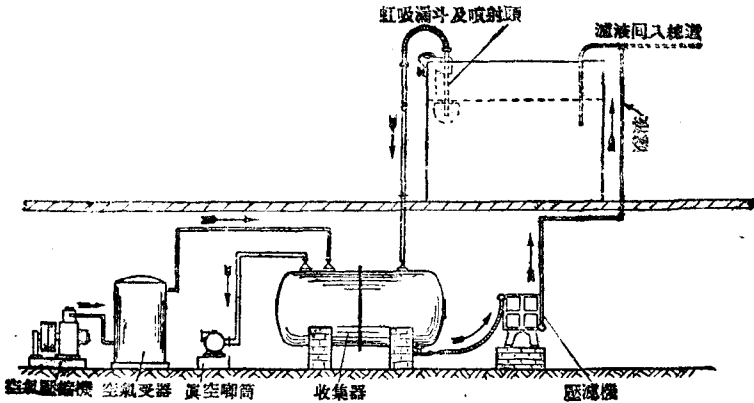


圖 147. 真空式釀母收集器

如是製得之壓縮釀母，不能以供麵包製造上之用，蓋嫌其帶有忽布之苦味。但此苦味可用碳酸鈣、或磷酸、硫酸鈉與酒石酸銨洗滌以除去之。

(2) 維他命 B 劑 據說，大麥未發芽前含有維他命 B 與少量之維他命 A，於糖化時，維他命 B 浸入麥芽汁中。發酵進行時，麥芽醪中維他命 B 逐漸減少而進入於釀母細胞中。此說更經德拉蒙德 (Drummond) 與惠特馬射 (Whitmarsh) (1932 年) 之證明，斷定釀母本身並不能合成維他命，不過取自醪中耳。釀母體中既含有多量之維他命 B，故可用之以製純粹之維他命 B 劑，以供醫藥上治療之用。茲將日人高橋偵造所引出之方法述之如下。一

取釀母預熱至  $60^{\circ}\text{C}$  後，移置液化  $\text{CO}_2$  之中使之結冰。於此時，因溫度之急變，受結冰之作用，釀母細胞膜破壞使細胞液易於流出。乃移入高度之壓榨機榨取其細胞液。於此液中加入酒精使生沈澱，過濾，將

濾液蒸發去其酒精。加入硝酸銀與氧化鋇 (baryta) 使生維他命 B 之硝酸銀鹽。濾取此鹽，浮游於水中，次用硫化氫及硫酸使銀與氧化鋇完全除去。徐徐加熱蒸發使成濃漿，加入 60 % 之酒精以除其沈澱物。溶液又如前蒸縮至濃，連續用 70%，80%，90% 之酒精順次提取之，可得一濃厚之維他命 B 液。

## 第三章 葡萄酒

### 第一節 葡萄之種類

葡萄之性質，依其種類及栽培之土壤與氣候而異，故葡萄之分類，可按地理學的分佈為標準。

美國幅員廣闊，各種葡萄之特點，為他國所共有，故僅述美國之葡萄情形，可供一般種植葡萄者之參考也。

美國葡萄酒之歷史，不及200年。1770年加利福尼亞試種西班牙葡萄成功，1861年大規模種植。嗣後美國各適當地點，均有葡萄之栽培。加利福尼亞前曾延聘歐洲葡萄農業及葡萄酒製造專家，從事研究，故現今世界各地之葡萄酒，該地均能做製之也。

葡萄栽培地點之選擇，大半依土壤之性質及氣候而定。茲述美國各地所用之葡萄品種列下：

#### 阿海阿之湖邊地方

Catawba, Delaware, Concord, Norton,

#### 紐約之斯丟本 (Steuben) 郡

Delaware, Iona, Diana, Catawba, Concord, Isabellas,

Norton。

上列各種，依其價值以爲次序。

南部德克薩斯

Devereux (七月黑), Mustang, Herbemont, Lenoir (在東部德克薩斯名曰 Burgundy, 在西部德克薩斯名曰黑西班牙)。

加利福尼亞夫累斯諾 (Fresno) 郡

Zinfandel, Malvoisie 及 Fahirzozos。Zinfandel 之色味及酸量均佳，爲最優之品種。

索諾莫 (Sonoma) 村

Mission, Riesling, Gutedel (Chassalais) Muscatel, Burger<sup>9</sup> Zinfandel。

Mission 葡萄之種植遍及全美，多用以製 Hock, Claret, Port 及 Angelica。

那巴 (Napa) 郡

供乾白葡萄酒用者爲 Riesling, White, Pineau 及 Chassalais。  
供紅葡萄酒用者有黑 Burgundy, Zinfandel 及 Charboneau 等種。第一種製成之酒，色暗味濃而質厚。第二種製成之酒呈覆盆子 (Raspberry) 美味，但酸較多，色較淡而質較薄。

黑 Malvoisie 爲製造 Port 之最優葡萄。

加州製葡萄酒用之佳種葡萄

沿海各郡

## 紅葡萄酒葡萄

1. Petite Sirah
2. Cabernet Sauvignon
3. Beclan
4. Tannat
5. Serine
6. Mondeuse
7. Blue Portuguese
8. Verdot

## 白葡萄酒葡萄

1. Semillon
2. Colombar  
(Sauvignon vert)
3. Sauvignon blanc
4. Franken Riesling
5. Johannisberger
6. Tsaminer
7. Peverella

## 內部各村

## 紅葡萄

1. Naldepeuad
2. St. Macaire
3. Lagrain
4. Gros Mansene
5. Barbera
6. Refosco \*
7. Pagadebito

## 白葡萄

1. Burger
2. West's White Prolific
3. Vernaccia Sarda
4. Marsanne
5. Folle Blanche

## 製甜葡萄酒用

## 紅葡萄

1. Grenache
2. Alicante Bouschet

## 白葡萄

1. Palomino
2. Beba

- |                               |                    |
|-------------------------------|--------------------|
| 3. Tinta Madeira              | 3. Boal            |
| 4. California Black Malvoisie | 4. Perruno         |
| 5. Monica                     | 5. Mantuo          |
| 6. Mission                    | 6. Mourisco branco |
| 7. Mourastel                  | 7. Pedro Ximenez   |
| 8. Tinta Amerelia             |                    |

## 第二節 葡萄酒之分類

葡萄酒之種類，自古已多。現今商業上所用名稱，不勝枚舉，要以葡萄酒等級、品質、產地名稱、葡萄園名稱及製造年月以區別之，舉例如下：

法國紅葡萄酒最貴重者，首推 Burgundy 所產者，尤以 Musigny, Richebourg, Romance, Chambertin, Corton, Beaune des Hospices, Pommard, Volney, Allos du Roy 及 Clos Vougeot 爲著。Clos Vougeot 爲 Burgundy 葡萄園最貴重之酒，其發源在西歷 1100 年以前。Beaujolais 之酒亦著盛名。

法國紅葡萄酒最爲普通所歡迎而且著名全球者爲 Bordeaux 之產品。

白葡萄酒之種類甚多，最著者爲 Rhenish 葡萄酒，即所謂 “Johannisberger”。此酒窖存布累門 (Bremen) 城者，在三世紀以上，特名曰 “the Rose”，祇供顯貴宴會之需。其他 Rhenish wine 如 Rauenthaler, Liebfraumilch, Marcobrunner, Rudesheimer, Ho-

heheimer, Kottenlocher, Zeitlinger 及 Riesling。

Burgundy 之白葡萄酒嗜之者亦多。Montrachet 亦有視爲白葡萄酒之王者。Meursault-Goutt-d'Or, Chablis Moutonne, Pouilly-Tuise 品質亦優。

Bordeaux 之白葡萄酒，以 Château Yquem 爲最佳。

香檳酒之種類甚多，最著名者，爲 Pommery-Greno, St. Marceaux, G. H. Mumm, Moet et Chandon, Montebello, Heidsieck, Roederer, Mercier, Veuve Cliquot, 及 Lanson。

以上各種酒名者，不但氣味不同，即化學成分亦各異。

由特別地方或特別葡萄園製成之酒，各有其專用之名稱，不得做製，否則名酒營業不免受其影響。但 Port, Sherry, Champagne 則屬例外，因此等名稱沿用已久，且已爲普通之名詞也。

所謂柏干提（Burgundy）乃在柏干提用 Pinot 葡萄製成之酒。所謂美多克（Medoc）乃在美多克用 Cabernet 葡萄及其他二、三種可以適用者製成之酒。

茲將葡萄酒按其重要的成分之不同，而分類如下：

1. 乾或甜 (dry or sweet)
2. 加糖或不加糖 (fortified or unfortified)
3. 起泡或不起泡
4. 紅或白

以上各類之定義如下：

- a. 乾酒者：乃所有糖分，均由發酵變成酒精，而無餘留者。普通



酒精成分爲 8—12%。Chablis, Riesling, Hock, Moselle, Claret, Burgundy, Gregnolino 及 Chianti 屬之。

b. 甜酒含有未發酵之糖，酒精成分常爲 13—15% (重量)，均由發酵而成。Auslese Rhine wine, Sauterne 及 Tokay 屬之。

c. 未加糖酒：所含酒精均由發酵而生，a, b 均屬之。

d. 加糖酒：所含酒精，一部分由發酵而成，一部分係由蒸餾酒 (常爲白蘭地) 之添加。酒精成分爲 18—22%。Madeira, Malaga, Muscatel, Port, Sherry 屬之。香檳酒亦屬此類。

e. 不起泡酒：上述各種亦屬此類。因此酒裝瓶時業已發酵完全，且碳酸氣含量少，在常壓下均溶於液中，故不生泡沫。

f. 起泡酒：發酵未畢，即行裝瓶，故碳酸氣在高壓下，溶於酒中；開瓶時，氣體外逸，而成細泡沫。如香檳酒，起泡性 Burgundy 及 Asti-Spumanti 是也。

g. 紅葡萄酒：當發酵時，含有皮梗等等，故葡萄色素溶於發酵液中，便呈紅色。Claret, Burgundy, Port, Chianti 等屬之。

h. 白葡萄酒：僅用葡萄汁，使其發酵，在色素未溶化以前，即將皮梗等除去。Riesling, Sauterne, 香檳酒等屬之。

上述之分類法，乃依原料性質，葡萄酒成分及製造方法等爲標準，頗合科學上之應用也。

葡萄酒依其品質可再分爲三類，即優良、普通及攪和用等是。

優良葡萄酒：成分融和，可以裝瓶貯藏，使營後發酵作用。但各地產品無多。

普通葡萄酒：成分尚融和，可供直接飲用，但無特殊之香味，通常多隨時大批出售。

供攪和用：含有過量之酒精、固形物或色素，不適直接之飲料，可與他種葡萄酒之缺於此等成分者，互相攪和之。

### 第三節 葡萄發酵原理

#### A. 微生物種類

葡萄園葡萄之表面，因空氣及昆蟲之傳播，附着各種微生物。葡萄汁含酸，故多種微生物——尤其細菌——不能繁殖，對於酒之影響甚微。但多數釀母及絲菌及少數細菌在葡萄汁中可以繁殖。葡萄酒含有酒精雖不適於絲菌，但尚有多種可以生存。酒愈陳，則絲菌死滅者愈多，但終不能達到無菌之目的耳。

多數微生物之中，最有用者為釀母。由葡萄中分出之釀母，已加研究者不少。各種釀母形態略有異點，所製之酒香味及品質既有差別，發酵及消酸速度亦不相同。葡萄所含真釀母較絲菌為少。據巴斯特云：當葡萄成熟時全無釀母，嗣後又復增加，至過熟時，則繁殖甚盛。但無論如何，其數總不及假釀母及絲菌之多。可知一年氣候，似乎均適於絲菌之繁殖，而釀母則僅在收穫期繁殖最盛也。

據罕孫，渥特曼（Wortmann）及其他之研究：葡萄收穫後一、三個月，葡萄園土中含有多數釀母，將土種於培養液，可以盛起發酵，以後數月，數目漸少，至將近收穫期又復增多。當葡萄成熟時，果皮有破裂者，釀母侵入其中，甚易繁殖。嗣後釀母之數增加甚速，當因蜂蝶傳播之

故。破裂葡萄愈多者，則果皮附着之蜜塵愈多，而釀母之數目亦因而愈增，絲菌及其他菌類亦然。

1. 真葡萄酒釀母——在多年製酒地方所產葡萄含有真葡萄酒釀母，即 *S. ellipsoideus*，其變種依各地而有不同，即同一地方亦有不同之變種。在不製酒地方，所產之葡萄，或完全不含此釀母。

此外尚有他種釀母如 *S. Pasteurianus*；其形似蜡腸，尤以新葡萄園為多。所製之酒，品質不佳。其他釀母尚多，有使酒呈黏狀者；有不生酒精者；有僅在氧氣存在之處方能繁殖者。

2. 假酵母——似釀母之形狀，而不生芽胞者，名曰假釀母。假釀母多存在於葡萄，其生活周期及其分佈，與真釀母相同。假釀母在葡萄汁中，徒耗汁中之營養分，且因其繁殖之故，使酒混濁，並生各種之劣點。

假釀母中最重要而繁多者為 *S. apiculatus* [據林德納 (Lindner) 云：此乃真釀母，可生芽胞]。此釀母之細胞較 *S. ellipsoideus* 為小，且形態不同。此釀母之純粹培養者，有各種形態。自橢圓形以至梨形及檸檬果形。此種形態可以表示繁殖之各步驟。當老細胞生芽胞時，其細胞之兩端變為尖狀。新分出之細胞則為橢圓形，嗣後漸呈尖形，而生子細胞。

此釀母亦如 *S. ellipsoideus*，有多種變種，廣佈於自然界，尤以酸果實如葡萄者為多。半熟葡萄，在未有真釀母以前，已有 *S. apiculatus*，即在成熟葡萄亦較真釀母為多，此釀母在適當情況下之繁殖，較真釀母迅速多多。當收穫之初，葡萄酒之發酵，多藉此釀母之作用。

此釀母之酒精產量，依其變種之不同而異，自 2%—6%，平均為

4%。當酒精達此成分時，此釀母之作用漸變弱，而至停止。而抵抗力較強之 *S. ellipsoideus* 繼而繁殖，使糖分解。但 *S. apiculatus* 之繁殖，對釀母有妨礙，故發酵之初，如多含此釀母，則 *S. ellipsoideus*，在最後發酵時，不能使糖完全分解。

發酵時多藉 *S. apiculatus* 者，則製成之酒，含有未發酵之糖，易受有害菌之侵襲。酒之色味不佳，較難澄清。此釀母可以消耗葡萄汁中之固定酸，同時生產揮發酸。

其他似釀母之菌類，多為 *Torulae*，可以分解糖分，不生酒精，或生極少量之酒精，但其繁殖力不及 *S. apiculatus*，故對酒之影響較微。

他如 *Mycoderma vini*，常在葡萄中發見，但係好氣性，故在發酵桶中，不能繁殖。如發酵桶管理不慎，此菌得以繁殖，在液面生皮膜，使酒精分解為二氧化碳及水，因是有害菌較易侵入，為害頗烈。

葡萄因曝露於空氣中，含有各種之裂殖菌，大多數不能繁殖於鹼性溶液，如葡萄汁或葡萄酒中，抗酸細菌為害甚烈，有時可以使酒敗壞。此等有害細菌，多為厭氣性，在壓碎的葡萄所含空氣被他菌消盡之後，方能繁殖。所有葡萄汁，均含有此細菌。如製酒者，管理不當，則釀母發酵，大受影響，製酒工作，因而失敗。在葡萄壓碎之前，為害較烈者，為好氣性細菌，即醋酸菌。如葡萄之處理不慎，則此菌繁殖，既可妨礙發酵，且可使酒質酸敗。

至於特別菌類，可使酒生病者如下：一

厭氣性菌如 *Dematium Pullulans* 可生粘液發酵 (slimy fer-

mentation), 使酒生膠粘物 (ropiness)。此菌可以分解糖分, 但不能分解甘油或酒精。其分解物為甘露蜜醇、二氧化碳、乳酸, 醋酸及酒精。此菌不能繁殖於含有酒精 (13% 以上), 遊離酒石酸, 鞣酸及少量亞硫酸之葡萄酒。為害通常不烈, 且在窖內處理後, 即可死滅。

Botrytis 及青黴屬 (Penicillium), 可使鞣質氧化而生苦味, 尤以紅葡萄酒為甚。

醋酸菌可使酒精再氧化為醋酸, 如酒中含有 0.1—0.15% 醋酸者, 即具醋酸氣味, 如含有 0.25% 者, 則不能充作飲料矣。

### (B) 釀母之管理

1. 營養料 葡萄汁含糖及其他營養料, 適於釀母之繁殖。葡萄酒釀母可以抵抗 15% 或略高之酒精。

2. 與氧之關係 釀母本為好氣性, 需要空氣中之氧, 以供繁殖; 但如無空氣, 於一定時間內, 亦可生存及繁殖。故欲使釀母之發酵旺盛者, 於釀母繁殖之時, 須供給足量之氧, 以促進其繁殖速度; 嗣後在少含氧氣之營養液中, 發酵自可進行。此種情形, 與葡萄酒之製造方法適相吻合。葡萄之去梗及壓碎, 可使葡萄汁充滿空氣, 故其中含有足量之氧, 使釀母完全分解其中之糖。但葡萄汁含糖太多者, 釀母因氧氣不足; 有時不能完全使其分解, 故有時用通氣法, 以促其成熟者。

3. 與溫度之關係 任何低溫度不能殺滅或重害釀母菌之細胞。在  $0^{\circ}\text{C}$  以上, 釀母方能營發酵作用。葡萄酒釀母在  $10^{\circ}\text{C}$  以下, 作用甚微,  $15.5^{\circ}\text{C}$  以下, 繁殖仍慢, 溫度漸增, 則作用漸強。在  $21—26.7^{\circ}\text{C}$ , 極為活潑, 在  $32^{\circ}\text{C}$  及  $33.9^{\circ}\text{C}$  之間, 達最大之作用。但在  $34^{\circ}\text{C}$  以上, 作用又漸

弱。在35—37.8°C作用停止。溫度再高，則釀母死滅。其死滅溫度，依釀母所處情形、溶液性質及受熱時間而異。葡萄汁及葡萄酒溫度60—62.8°C，維持一分鐘者，即可將其中釀母殺滅矣。

葡萄酒製造之最適溫度，依製品之種類而異，普通在21—32°C之間。

4. 與酸之關係——葡萄所含天然酸及其分量，對釀母之影響甚少；因其可以防止有害菌之繁殖，故間接與釀母有益。醋酸有礙釀母之作用，如含有0.2%醋酸者，釀母即受影響，依釀母之種類，自0.5%—1.0%，其作用即停止。

5. 與亞硫酸之關係——亞硫酸為滅菌劑，其作用之強弱，依其分量而異，硫黃燃燒後所生之二氧化硫，可供葡萄酒工場各種滅菌劑之用。縮低亞硫酸鉀（potassium metabisulfite） $K_2S_2O_5$ ，約含同重量之氧化鉀及二氧化硫，當加入葡萄汁中時，氧化鉀與汁中之酒石酸合成重酒石酸鉀（bi-tartrate of potash），而二氧化硫則遊離而出。

各種細菌對於亞硫酸之靈感性，較釀母為強，故如用量適當者，則可防止細菌之繁殖，而扶助釀母之發酵。

亞硫酸具防止 Botrytis 及其他絲菌生成氧化酵素（oxydase），而營有害作用之功。

### (C) 葡萄酒酒母

葡萄常含多量釀母供發酵之用。但汁中含有多種不適菌類，故製造白葡萄酒有洗滌（purgings）及滅菌之必要。通用之滅菌劑為亞硫酸。即將葡萄汁盛入已通二氧化硫之桶中，24小時之後，不純物如絲菌、塵

灰、固形粒等等沉澱於槽底；而上面之汁，則可傾瀉於新桶，有時在澄清之後，再用巴斯特滅菌法。但因香味不免減少，且費用較昂，故普通多不採用。澄清法可以除去真釀母，故澄清之汁須加酒母，以使其發酵。

(a) 天然酒母 選擇最清潔最優良之葡萄壓碎之後，放溫暖處，使其自然發酵，如每百磅葡萄加 7—9 公分之縮低亞硫酸鉀，可生優良發酵。所成之酒以含酒精 10% 為度。所用葡萄須十分成熟，如未成熟者，或酒母應用太速者，則所含釀母以 *S. apiculatus* 為主要；至發酵將終時，*S. ellipsoideus* 方佔多數。每百公升壓榨葡萄需用 1—3 公升之酒母。在暖天時不可添加太多，因溫度上昇太速，不便管理也。

酒母僅用於第一桶，以後各桶，則以每一桶之發酵液為酒母。但用為酒母之發酵液，須在適當發酵時期，且不可有不健全之現象。

(b) 純粹培養之酒母 將 8—12 公升之葡萄汁，盛於大瓶，瓶口塞以棉花，其中之汁，用亞硫酸消毒，且加熱至沸騰，冷卻後，加純粹培養之釀母，在暖室(21—26.7°C)，使其發酵。每日搖動數次，數日之後，發生強盛之發酵；當發酵正旺盛時，尚含 3—4% 之糖，可為酒母之用。

小槽內盛 80—200 公升之澄清葡萄汁(即已通過亞硫酸者)，此葡萄汁係由清淨優良之葡萄榨出，不加煮沸，將大瓶內之釀母傾入，溫度維持 26.7—32°C，每日通入壓縮空氣數次，或將發酵液用瓢取出，而在高處再傾回桶中，以促其發酵。桶中須覆以布，凡與桶接觸之物件，須用沸水十分洗淨之，一、二日之後，發酵旺盛，即可為酒母之用。

每 1000 公升葡萄汁或壓碎葡萄，使用 10—30 公升之酒母。發霉葡萄或不潔葡萄，所需之酒母較多，因須制勝較多之絲菌也。

每 24 小時，將酒母取出十分之九，供葡萄汁之發酵；而餘十分之一，再以清澄葡萄汁補充之，仍可生旺盛發酵。但溫度須維持 26.7°C，且須時常通風。如管理得法，則全收穫期，可以繼續應用同一之酒母。

#### 第四節 葡萄酒之釀製

葡萄酒之釀製，至為簡單，將葡萄壓碎發酵並除去釀母渣及沉渣後即成。但實際操作，並非易事。製造方法適當與否，固與葡萄酒之品質有關；而天氣及土壤等之影響亦巨，有時竟非人功所能補救者。茲分述葡萄之成分、紅葡萄酒、白葡萄酒及香檳酒之製法如下：

##### 第一項 葡萄汁之成分

新鮮榨出之葡萄汁，含有有機酸鞣質，香味物質，蛋白質，礦物質及果膠質、粘質物；並含有各種釀母菌、細菌及絲菌；或為有益，或為有害，茲將其平均成分（根據刻尼克（Koenig））列下：—

葡萄汁成分表

	比 重	水 分 %	含 鐵 物 質 %	糖 %	酸 %	其 他 不 含 質 物 質 %	灰 %
最 小	1.0690	51.53	0.11	12.89	0.20	1.68	0.20
最 大	1.2075	82.10	0.57	35.45	1.18	11.62	0.63
平 均	1.1024	74.49	0.28	19.71	0.64	4.48	0.40

糖分之適量在 18—28% 之間，如糖量足者，則發酵之中有害菌之作用較少，且發酵終了時，因汁中酒精含量高亦足以防止有害菌之繁殖。

有機酸（尤以酒石酸為最）可以促進釀母之發酵，並防止有害菌之

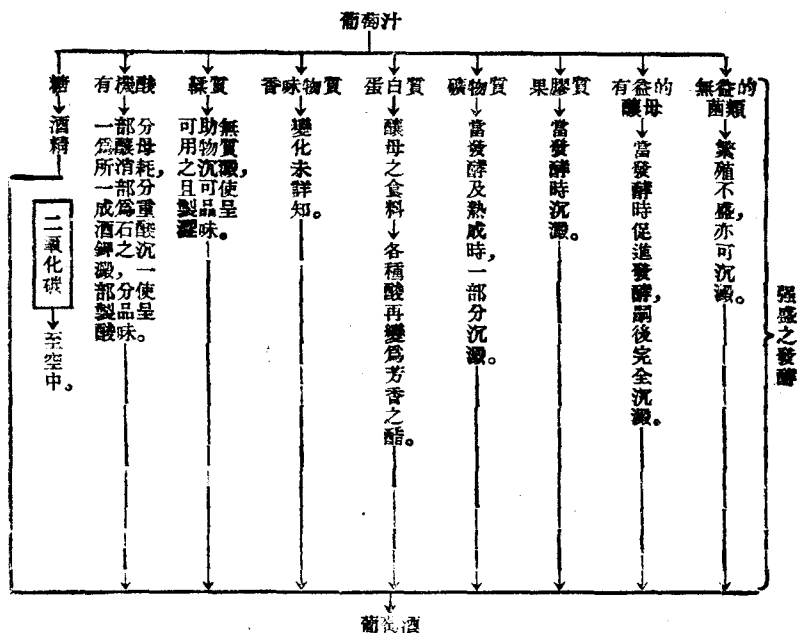


繁殖。酸量足者，則製成之酒耐於貯藏，而不至變酸。且酸可助皮中色素之提出。

由葡萄皮、種子及梗等提出之鞣質，為葡萄酒之重要成分，可使酒具抵抗病害力，且可助澄清作用，而生鮮明之色。反之，含量太多者，則酒呈澀味，而延長成熟之時期。但成熟之時，酒味較醇耳。

香味物質在製酒期內變化甚多，而與製品之香氣有關。關於此等變化，研究成績無多，故難於解說。葡萄酒之特別香味，當因含有各種鏈狀乙基酯（aliphatic ethyl ester）而此等酯之生成，與釀母種類（*S. ellipsoideus*）及氣候等等有關。

茲將葡萄汁之成分與葡萄酒之關係列下：—



## 第二項 葡萄汁及葡萄酒改良法

葡萄之成分，如不適當，則製成之酒，亦不優良。故如將葡萄汁先加改良，再行發酵，則可免此弊。葡萄汁以糖、酸及鞣質之改良最為普通；葡萄酒之改良以澄清法為最重要。茲摘述如下：—

(A) 糖之添加 葡萄汁糖之含量，須在 18—28% 之間，少於此者，須適量添加。

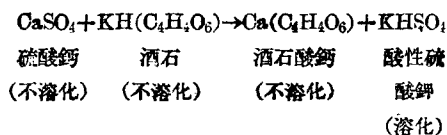
葡萄汁含酸過多，糖分不足時，可用糖液，否則亦可用結晶糖。至所用之糖均為上等之甜菜糖、甘蔗糖、轉化糖或澱粉糖。

加糖之法：如用結晶糖者，則入糖於囊，吊於葡萄汁液中，距液面 8 英寸之下，使其自然溶化，因濾液比重較大，故能逐漸播散於液中。如用糖液，則可溶糖於飲料水中，加於葡萄汁或葡萄酒。加於葡萄汁者，發酵不感困難；而加於葡萄酒者，則因酒中含有酒精，須用多量之釀母。

容量 150 公升之桶內，盛 100 公升葡萄酒，添加 15 公斤之砂糖，熱之，使有害菌殺滅，冷至  $20^{\circ}\text{C}$ — $30^{\circ}\text{C}$ ，加入無菌葡萄汁所培養之釀母二公升。2—4 日後，發酵旺盛，移種於 900 公升之無菌加糖葡萄酒，溫度保持  $20^{\circ}\text{C}$ 。3—4 日後，發酵旺盛，分種於六桶，每桶盛滿 1000 公升。更 2—3 日後，分種於 18—20 桶，再種於 50 桶，最後為百桶。

依上法進行，釀母之增殖較弱，但糖分可以完全發酵，三星期後，釀母沉降，可以換桶，貯存冷藏室。

(B) 酸之改正 葡萄汁之正常酸度為 0.5—1.5% (假設為酒石酸)，從前對於低酸度之改正，常加硫酸鈣或石膏。此種操作，較為簡易，因其用量稍多，亦無妨礙。其反應如下：—



故其功用，乃增加在液中之酸量；但其分量不易計量，且可使硫酸鹽之含量超過酒中法定限度（即每公升含 2 公分硫酸鹽）。如用含酸過量之葡萄汁，或豫定量之酒石酸，以矯正汁中酸量則較易也。

酸度雖高，但在合理之範圍內者，無甚關係，因當後熟 (aging) 時，過量之酸，可變為酒石之沉澱也。新酒含酸過量者，味較辛澀而熟成亦緩。

含酸過量之改正法有二：即沖淡法 (glazing) 及中和法 (chaptalizing) 是也。沖淡法者，乃將葡萄汁加水沖淡，再加以葡萄糖或蔗糖以補充其糖分，在小範圍內，當屬有利。但酒中之他種主要成分，亦被沖淡，所製之酒，不免含水較多。至於中和法，乃將過剩之酸，以石堊 (chalk) 中和後，再加以糖。此法以未十分成熟之葡萄為適用。如此法處理得當，則可與前法同屬無害。

#### (C) 鞣質之添加

紅葡萄酒幾無添加鞣質之必要，因當發酵時，有種子、果皮、果梗之存在，可得所需要之鞣質。白葡萄酒則不然，因葡萄汁壓碎之後，即榨出葡萄汁，故所含鞣質甚少。大部分鞣質，係以沉澱新鮮發酵之酒中蛋白質以助其清澄。葡萄汁含有鞣質者，發酵較為優良，每 20,000 分葡萄汁（用以製白葡萄酒）添加一分鞣質，不但無害，且屬有利。

(D) 清澄法 葡萄酒以清澄度為最重要。各種懸垂物足以妨礙清

澄度者，當後熟及換桶 (racking) 時，可以沉澱而出。時常換桶者，實際上可收過濾及滅菌之利益。然有時固形物過於細小者，則不能凝結而下降，使酒帶混濁，須用清澄劑，以助其清澄，名曰清澄法 (fining)。所用清澄劑，多為膠性，先溶於酒，嗣後漸與鞣質相結合，成為不溶化之鞣酸鹽。此鹽可以包括酒中游離之固形物，而沈於底部。牛乳亦可應用，尤以酒中缺乏鞣質者為然，因乳中乾酪質 (casein) 只須用酸，可由溶解狀變為不溶解狀態也。皮膠，蛋白及魚膠尤為適用。機械法之過濾冷卻法及離心分離法，均可用以助酒之清澄。

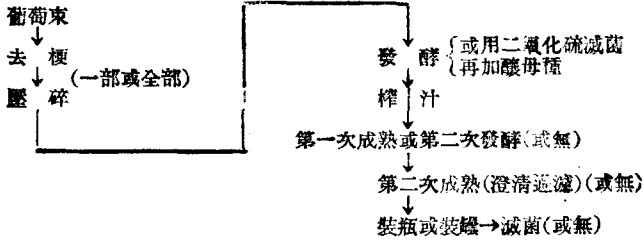
在最適情形下，28 公分之魚膠，在十日間，可以澄清 2,000 公升之酒。28 公分皮膠可以清澄 200—480 公升紅葡萄酒。一個蛋白可以澄清 400 公升紅葡萄酒。蛋白價昂，僅供最優良葡萄酒之用。

清澄之法，如用皮膠，得先將皮膠浸以葡萄酒數小時或過夜，微熱溶化，冷後，以酒沖淡之，十分混合，加於罈內之酒中。

如用蛋白時，將蛋白打成細泡，略為靜置，以厚麻布濾過之，加少許酒而攪拌之，最後傾於罈內之酒中。

### 第三項 紅葡萄酒

葡萄酒分為紅白二種，其製法不同之點，乃紅葡萄酒所用之葡萄，壓碎後，先行發酵，再行壓榨，白葡萄酒則反是。葡萄果皮所含紅色色素，因葡萄汁中之酸及發酵所生之酒精，與發酵時之高溫度，遂溶於汁中，而成紅色。茲將紅葡萄酒之製造工作順序列下：一



葡萄既成熟，即可將葡萄串摘下，送至工場，最好即行發酵，否則有害菌不免侵入。

(1)去梗 葡萄梗含有澀味物質，須除去之。去梗之法，或在葡萄潰碎之後；或先去梗，再將葡萄潰碎亦可。但用前法者，若放置時間稍久，則因鞣酸之溶於汁中，致製品成澀味，且變棕色。果實或果漿去梗最簡便之方法，為除梗格子。此格子之網目，與果實同一大小，係鍍錫鐵絲所編(圖 148)。使用此器去梗之情形如圖 149。葡萄串置於格子上，而以木櫥不絕攪搖，則果實落於下部之桶中，而果梗則留滯於格子上。如用果漿，其法相同。分出之梗，尚含液汁，可絞出之，別盛小桶中。此法雖

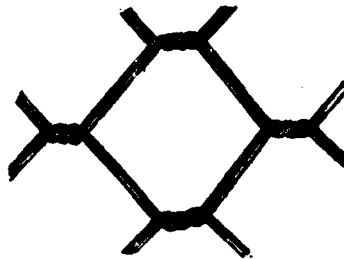


圖 148. 去梗網

簡，但僅適小規模應用。除梗篩乃將葡萄鋪於網上，因篩之顫動，使葡

萄由網目落下，而梗則留於網面。

去梗機具有固定橫式多孔金屬圓筒，內部設一具有攪拌臂之軸，可使葡萄沿圓筒而進行。葡萄粒由圓筒牆之孔而外逸，而果梗則滯留圓筒之內。

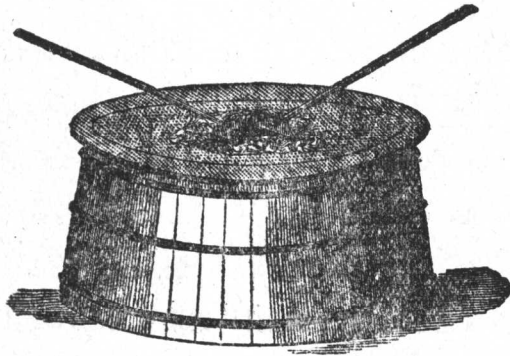


圖 149. 應用去梗網情形

(2) 壓碎 葡萄須壓碎，以便榨汁。壓碎之法，最舊式者為足踏法，即將葡萄裝於粗布袋，以足踏碎之。歐洲各國如法、意、匈、德等至今尚有沿用之者。或用葡萄臼，將葡萄放於臼中，以槌擊之。大規模者乃用兩個多齒轆，此轆係反方向迴轉，木、石或鉛所製，因鐵能溶於汁中 故不適用。葡萄由漏斗入於兩轆之間壓碎之。葡萄汁或直接盛於發酵槽或先至受槽，再用唧筒通至發酵槽。壓碎之時，須注意者，為兩轆間之距離，須慎為調節，以免種子之破碎。

此外尚有槓杆壓榨機，螺旋壓榨機(圖 150 A, B, C,)，水力壓榨機，連續壓榨式(圖 151)等。

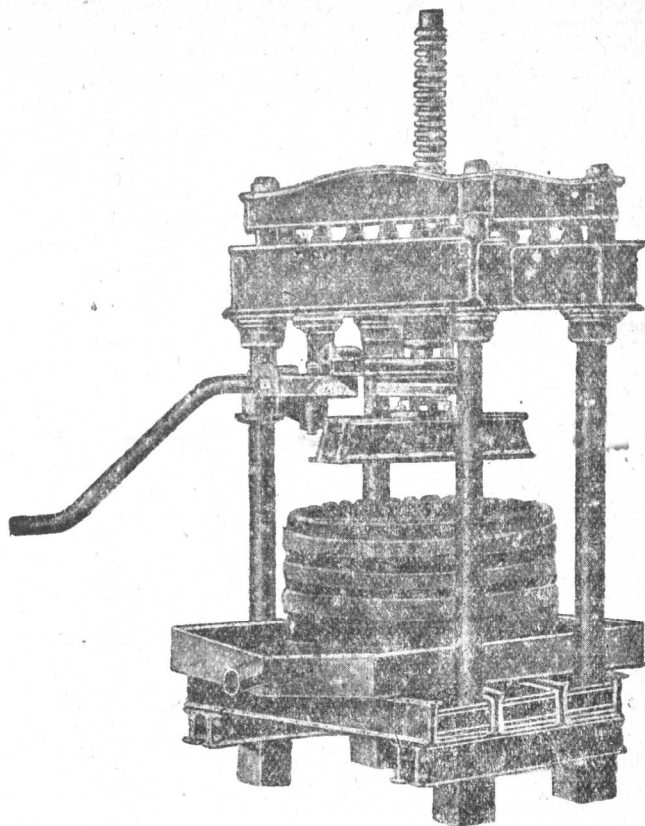


圖 150. A 螺旋壓榨機

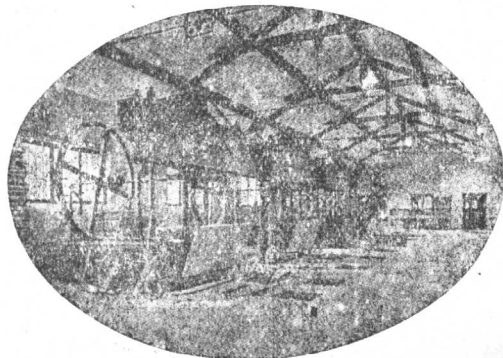


圖 150. B 螺旋壓榨機

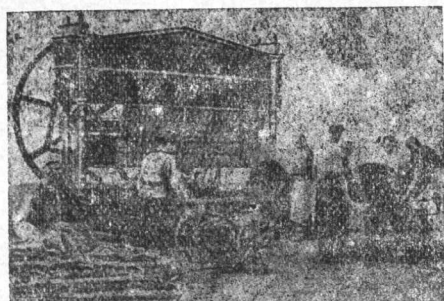


圖 150. C 螺旋壓榨機

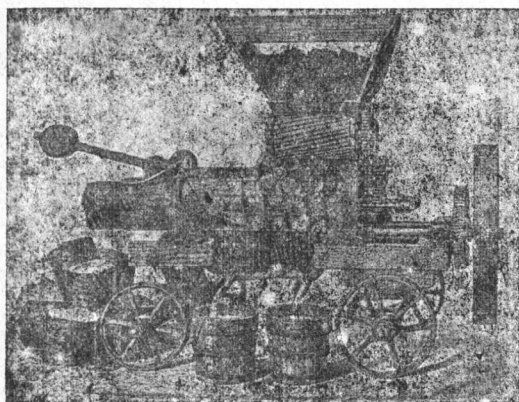


圖 151. 連續壓榨機

(3)發酵 葡萄汁之發酵，或為自然，或加酒母。多量發酵時，溫度須慎為管理。釀母之適溫為 $21-26.7^{\circ}\text{C}$ ，而細菌之適溫為 $32^{\circ}\text{C}$ 以上。故發酵溫度超過 $32^{\circ}\text{C}$ ，須用蛇管放於槽底，通冷水於其中，以冷卻之，使降至 $21.7^{\circ}\text{C}$ 以下。但釀母亦可馴養，使其能耐較高溫度耳。發酵槽分為密閉式及開放式兩種：如圖152乃開放式發酵槽；圖153乃密閉式發酵槽。當發酵進行時，因碳酸氣之發生，形成泡沫，果皮同時浮於液面，名曰帽。帽與空中相接觸，故發酵較易完全，予醋酸菌以侵襲之機



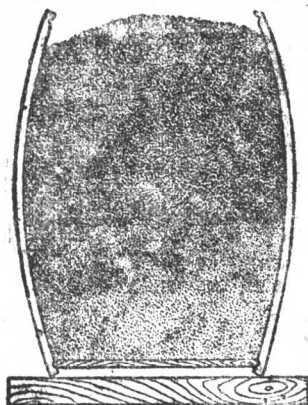


圖 152. 開放式發酵槽

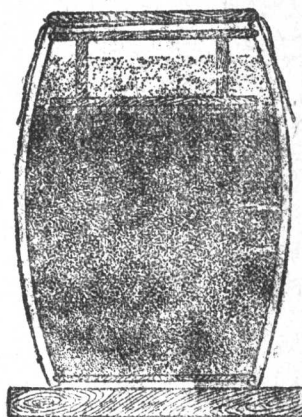


圖 153. 密閉式發酵槽

會；同時葡萄色素因氧化而漂白。為避免此生帽起見，或用人工時將帽壓下，或安木柵於槽中，如圖154，其位置在葡萄汁下六英寸。又如圖155，槽蓋設有發酵槎，可免有害菌之侵入。但為使發酵平均，並通風起見，須常將葡萄汁由槽底流出，再由槽頂注入。

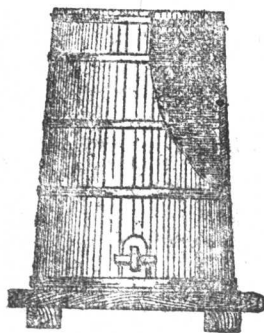


圖 154. 開放式發酵槽圖

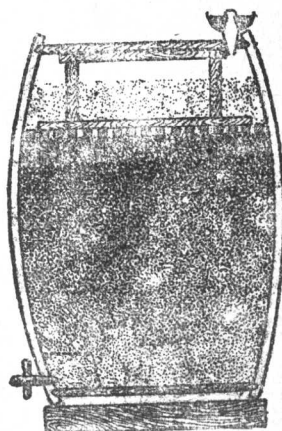


圖 155. 密閉式發酵槽

(4) 發酵時之變化 最重要之變化，乃葡萄糖變為酒精，其他變化雖少，但與製品之品質同關緊要。

前述一部分之酸，被釀母所消耗，酸度之低降約 40%。即葡萄汁酸度原為 0.5—1.5% (以酒石酸計)，製品減為 0.3—0.7%。此乃包括生成之揮發酸在內，但其量不逾 0.15%。

當發酵時，一部分蛋白質，亦被消耗，其最後產生之有機酸，可與酒中之酒精化合成酯，為酒美味之重要原因。

液汁可以由葡萄之果皮及種子提出鞣質及色素。前者對於製品之清澄及品質有關，後者即為紅葡萄酒之色。此色素成分不明，名曰烯酸類 (enolic acids)。或不完全溶化於液中，而成膠狀。葡萄之細胞膜須用發酵或加熱法，使其破碎，然後色素方可溶化。酒精對於色素之溶化，或亦有相當之關係。

過熟之葡萄，色素有時氧化過度，故所製之酒之色較成熟適當者為淡也。

其他變化甚多，或為已知，或為未知，但均屬次要，如蛋白質及果膠質之一部分膠凝，其為一例也。

(5) 第一發酵終止期——發酵之速度，依溫度及釀母之種類數目而定。最優者每日可以發酵 4% 之糖，故如葡萄汁含糖 20% 者，在五日以內，可以完全發酵。實際上發酵時間，自 3 日以至 3 星期。

壓榨 (即分去葡萄外皮及內渣等) 之時間，各處不同。法國普爾多 (Bordeaux) 地方，在旺盛發酵終止後二、三星期，如是可增酒之強度。在柏干提地方則反是；據云發酵時間愈短，則製品愈佳，故發酵完全，即將

殘渣分去。而美國則在發酵未完全以前，已將殘渣分去。分出之殘渣有時尚含 10% 之糖。以上三法，均可得優良之酒。

(6) 榨汁 壓榨之方法，頗關重要。最初開放發酵槽底部之活瓣，流出新酒。此新酒常較壓出之酒為醇（即不甚辛辣），且易於成熟，可分別收集之。

新酒流盡，將餘渣用布袋裝之，置壓榨機壓榨之。則酒由布孔流出，而渣則滯留袋中。應用之壓力，須逐漸增加，否則布孔不免堵塞。普通多於每次壓榨之後，開放壓榨機，將袋中餘渣打鬆後，再壓之。如是者一、二次，有時在第三次壓榨時，潤之以水，藉以提出渣中之可溶物。但壓出之酒，為量雖多，而品質較劣耳。全果汁 100 份，不加壓而流出者，佔 50—70%；第一次加壓榨出者 23—33%；第二次榨出者 10%；第三次榨出者佔 4%。

葡萄汁壓榨機分為槓桿式、螺旋式、水壓式，繼續式等。槓桿式最舊，現已不通用，螺旋式乃係螺旋之迴轉，使葡萄榨汁者；水壓式乃用水壓力，有低水壓（250 氣壓）、高水壓（250—600 氣壓）之分，普通以低壓為佳；此為最新式壓榨機，操作既速、損失亦少。連續式壓榨機適於大規模工場之用，圓筒內置可以迴轉之螺旋，葡萄入機後，依螺旋之迴轉而被壓榨，榨出之汁，甚為混濁。

(7) 後熟及換桶 上法所得之酒，酒精含量低，且含有未發酵之糖，及過量之酒石酸與鞣質；又因含有懸浮之釀母細胞，蛋白質、果膠質等等，故顯混濁之狀。欲使發酵完全，懸浮物下沉，香氣佳醇，則需相當之時間。普通在冬日，將新酒裝於橡木桶（圖 156）在低溫度（12—14°C），



圖 156. 貯存槽

貯藏之。貯藏溫度較白葡萄酒高  
 2—4°C，否則赤色色素不免  
 急速遊離。如圖157為地上窖，  
 圖158為半地上窖。貯存之時，  
 酒石及釀母等均沉澱而出。翌春  
 天氣漸暖，可將酒用虹吸法吸出，  
 而裝於新桶。此法似甚簡單，而實

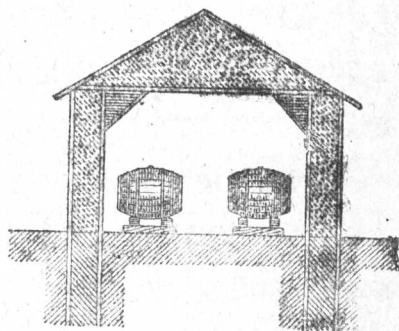


圖 157. 地上窖

極重要。當換桶時，氧氣溶於酒中，可使酒中所餘蛋白質成爲沉澱，且可改善其色味。如欲增加酒之強度，則每次換

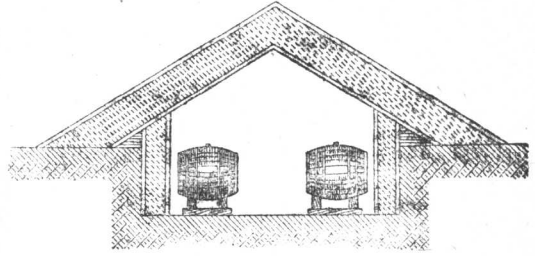


圖 158. 半地上窖

桶，可加以酒精。有時用人工通氣法，以促後熟作用。

換桶之法，舊時僅將舊桶之清酒注入新桶。現今改用唧筒，(圖159 A)由噴霧器(圖159B)通入桶中，使與空氣接觸面積增大。至於通風之程度與葡萄酒之成熟時間有關，欲促進成熟者，則通氣以強爲妙。但欲製上等葡萄酒，則以少量空氣爲宜，亦有不必通氣者。

第一次換桶時，桶之釀母沉澱，猶含有 50% 之葡萄酒，可別置一桶，靜放數星期，其上面清液，可分出之，或用二重袋緩緩壓榨亦可。

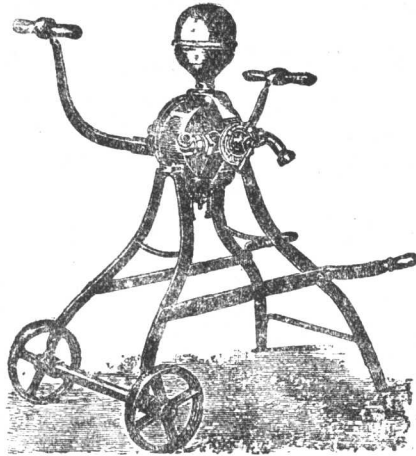


圖 159.A 唧筒

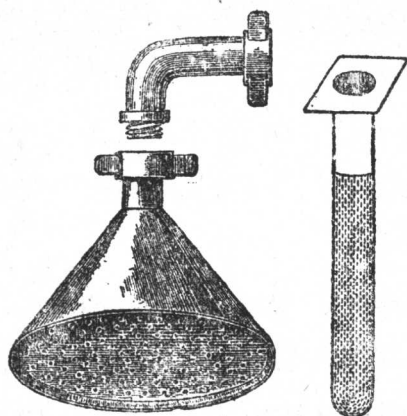


圖 159.B 唧筒噴霧器

第一次換桶後，每 1000 公升之葡萄酒，損失 20—40 公升，須補充之，使槽內充滿。槽蓋須常設發酵栓，使外氣與內部完全不連續，否則產膜釀母不免繁殖於酒之表面。第一次換桶後，釀母大部除去，隔 6—8 星期後。再行第二次之換桶。通常在翌年秋間行第三次換桶。以後每年換桶一次。換桶之時，亦有同時加以過濾者。

當貯藏時，如將溫度改變，對於酒質有影響。例如 Madeiras 及 Sherries 具有特殊氣味，乃因貯存溫度較常法為高也。數種特殊之葡萄酒，當換桶時加糖或濃葡萄汁。普通紅葡萄酒則換桶二、三次（每次須隔六個月）成品頗佳。

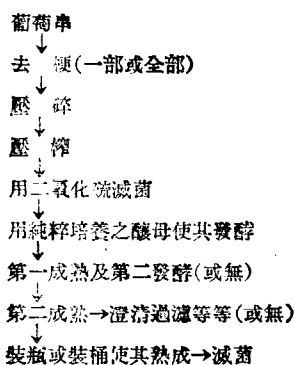
酒既成熟，須防壞敗。普通將酒裝瓶，貯存於冷處，而不加以搖動。有時在裝瓶之時加熱滅菌，但溫度太高，有損酒之香味。加熱溫度在 48.9—65.5°C 之間。高溫度只須數秒鐘，低溫度則須數分鐘。大規模製造可用牛乳消毒器械，以供酒之滅菌。

貯存窖內之溫度須保持同一之程度，不受外部氣溫之影響。如溫度太高者，則發酵太速，釀母易於分解。故第一次換桶，以早為妙，否則製品氣味不佳。

熟成期間，葡萄酒之性質漸受變化。釀母之發酵臭及其他臭氣均漸消失，而生醇美之葡萄酒。熟成愈早者，品質愈劣。普通葡萄酒成熟期一年至三年。中等葡萄酒成熟期二年至三年，再行保存十年。上等葡萄酒成熟期三年至十年，再行保存二十至四十年。如時間太長，品質反變劣。

#### 第四項 白葡萄酒

白葡萄酒之製法，與紅葡萄酒不同之點，前已述及。葡萄之去梗、壓碎、榨汁等工程亦與紅葡萄酒所用者相同。茲將白葡萄酒之製造順序列下：—



葡萄當壓榨時，大部分之釀母遺留果皮之上，故如僅藉天然存在之釀母，則發酵既慢而劣；且由皮及種子榨出之酸及鞣質亦少，有害菌易於繁殖。故可將榨出之葡萄汁滅菌，而用新鮮培養之釀母，使其發酵。滅菌之法，通常將硫黃放於將盛葡萄汁之桶中，而燃燒之。

在桶中燃燒硫黃之法，可將薄布條浸入熔化硫黃數次。此硫黃布條懸於長十八英寸之鐵絲，此鐵絲懸於桶孔，而在桶內燃燒之。此法之劣點，乃硫黃熔化時，不免滴於桶底，對於製品呈不良之味。

如用薄紙以代薄布，且在籠中燃燒，則結果較佳。籠係鐵製或磁製之圓筒，上部開放，下部密閉。其大小以能放入桶孔為度，其長短以能容硫黃紙條為度。圓筒除底外均穿有多數小孔，因底部乃用以滯留熔化硫黃也。此圓筒懸於十八英寸之鐵絲，按前法懸於桶孔，而燃燒之。

葡萄汁亦可加適量(0.01%)之縮低亞硫酸鉀 ( $K_2 S_2 O_8$ )，使其滅菌。此化合物含有可利用的二氧化硫 56%，故其用量之調節，較用硫黃燃燒法者為簡。添加此化合物後，可以殺滅有害菌，而釀母亦暫不作用，故可用過濾法、離心分離法或傾瀉法，使其澄清。

葡萄汁摘收一星期內，將發酵桶洗淨，用硫黃燻蒸，更行一次之洗滌及燻蒸，次將葡萄汁及酒母(合葡萄汁量十分之一至十分之二)盛入，其液量佔全桶之十分八至十分九，以免因發酵旺盛時，葡萄汁之外溢。發酵桶桶口裝有發酵栓，以便碳酸氣之外溢。可使桶內空氣除淨，以免好氣性菌之繁殖。溫度如太低，可升至 $26.7^{\circ}C$ 。普通2—4日內發酵開始，漸次旺盛，形成無數泡沫。果汁之溫度，亦漸上昇。汁中因含無數之釀母細胞，呈粘土色之混濁。嗣後泡沫漸消，不溶解之蛋白質、釀母細胞等均沉積桶底。上部為透明液。此液因含多量碳酸氣，故具刺戟性。主發酵既終，一公升之酒約含3—5公分之殘糖分。此時須以葡萄酒將桶充滿，否則有害菌不免繁殖。主發酵之後，遂入後發酵時期。後發酵既終，一公升之汁，因發酵作用，所含還原物質祇一公分，葡萄酒亦漸見澄清。



葡萄酒之發酵，因溫度過高或過低，而常停止。大規模發酵桶多裝有特別蛇管，可通冷水及熱水，以便溫度之調節。又因含氮物之不足，而釀母不生作用者，可添加銨鹽，尤以磷酸銨為妥。

白葡萄酒製造之管理，較紅葡萄酒尤應謹慎，因其含酸及鞣質之量較小也。

### 第五項 葡萄酒之缺點

**黑變** 黑變者，葡萄酒變為暗灰色以至黑色，最後因黑色沉澱之析出，復見清澄。此缺點乃因生成不溶解之黑色鞣酸化合物之故。

鐵在葡萄酒中，初為亞鐵 (ferro) 狀態，嗣因空氣中氧氣之氧化，變為高鐵 (ferric) 狀態。如空氣缺少，則鐵化合物之結晶析出，使酒變黑。欲補救此缺點，可以吹入空氣，使所含之鐵氧化，再用酸性白土或膠清澄之亦即可。

**白變** 葡萄酒變成淡青色，再析出白色之沉澱，名曰白變。乃因生成不溶解之磷酸鐵之故。如將含有此沉澱之葡萄酒，盛入無色之罈，曝於日光，沉澱自然可以消失。置於暗處復生沉澱，乃因高鐵鹽在有光線處起還元作用，而在黑暗處起氧化作用之故。補救之法，可以混以鞣酸。此外如空氣之吹入，鞣質或膠質清澄劑之添加，或硫黃之燻蒸均可補救之。

**褐變** 白葡萄酒盛入無蓋玻璃瓶，上部先顯褐色，漸及下部。嗣後褐色漸濃，形成特種顏色之薄片，最後析出片狀沉澱。原有光澤及芳香完全消失。其原因或為氧化酵素 (oxydase) 利用空氣中之氧氣，使葡萄酒之成分變更之故。欲補救此缺點，於葡萄酒第一次換桶時以硫黃燻

蒸爲妙。

不溶解褐色既生之後，可以添加硫黃，並行清澄法以除去之。

紅葡萄酒之褐變，較白葡萄酒爲害尤烈。赤葡萄酒先失色澤，次變濁，再次變褐，甚至如赤土之水溶液。欲行補救，只有添加硫黃，並加熱至  $45^{\circ}$ — $70^{\circ}\text{C}$ ，再行過濾及清澄等手續。

乏味 此乃因換桶時，空氣進入太多。可由人工吹入碳酸氣，以補救之。

硫酸腐化 葡萄酒中，如含過量之硫酸，則生麥桿味。此缺點無法改良，乃因屢行硫黃添加，且空桶用硫黃燻蒸後，不加洗滌，即行裝酒之故。

溷濁 葡萄酒常生種種沉澱及溷濁。酒石酸鈣及酒石之析出，尙無妨害，但如含微細溷濁而呈青白色者，則一見即生不快之感。

黴味 乃因使用生黴之樽及葡萄之故。

栓味 乃因使用劣質軟木栓之故。

木質味 乃因使用新木桶之故。

桶味 乃因使用不潔桶之故。

果梗味 乃因發酵之時，與未熟青果梗相接觸之故。

此外因與他物接觸而具特殊者，如過濾機味，過濾袋味，金屬味等等是也。

#### 第六項 葡萄酒之病害

粘化 葡萄酒放置空中，短時間後，先生甚薄之膜，漸漸變厚，而沉於器底，使葡萄酒全體混濁。此皮膜爲產膜釀母之細胞，此釀母之繁殖，

需要氧氣，故形成表面之皮膜。在含酒精 12% 以上之葡萄酒，不能繁殖。二氧化硫亦可妨礙其繁殖。繁殖之初期，對葡萄酒並無妨礙，歷久則使酒精浸出物及酸氧化而分解，使葡萄酒失其價值。生成產膜釀母之酒桶，須添加硫黃，而桶內之葡萄酒，可以過濾換桶。

**醋酸腐敗** 一公升之葡萄酒，如含 1—2 公分之醋酸，即不堪飲用。葡萄酒之酒精，因醋酸菌之繁殖，而致氧化。葡萄汁或葡萄酒對於菌類無抵抗之力，故對醋酸菌之繁殖，不得不設法避免。普通當葡萄汁或潰碎葡萄，於發酵之初期，加以高溫並添加硫黃。當發酵時常將粕帽攪拌，並將樽內滿盛葡萄酒，皆有顯著之效果。俟葡萄酒之酒精含量達 12% 時，則此菌不能繁殖矣。

**乳酸腐敗** 在高溫度貯藏葡萄酒且含酸及酒精少量者，易起乳酸腐敗。使酒具刺激性之甘味及酸菜之臭味。預防之道：(1) 須用酸及蔗糖含量適當之葡萄汁；(2) 適當時期施行硫黃滅菌，(3) 在低溫度貯藏。

**粘質化** 葡萄酒發生粘狀之膠，引之成絲，初時混濁，並生二氧化碳，其後粘質物沉澱，葡萄酒清澄。此粘質物之體質未明。患此病以酸及鞣質含量較少者為多。粘質化之葡萄酒，可用鞣質或膠或兩者及酸性白土清澄之。

**赤葡萄酒之苦味化** 赤葡萄酒屢起此病，白葡萄酒係與粕共同發酵者有時亦患此病。其現象乃赤葡萄酒呈苦味，並生特有之臭氣。色澤消失，且生稠濁濃赤褐色之色素沉澱，苦味初時極微，漸次增強，遂至不堪飲用。此苦味或因細菌或因絲菌之作用。患此病者可用蛋白質或木炭之清澄法，再行加溫即可。

**釀母濁濁** 葡萄酒於主發酵之終，釀母不能完全沉降，故於適當時期，須行換桶。否則釀母被細菌所分解，生微細粘狀塊，無法完全除去之。

**腐卵臭化** 此乃因生成硫化氫及其他揮發性硫化化合物之故。而生此病者，乃因發酵醪中存在游離之硫黃被釀母之酵素，還元為硫化氫之故。又釀母具有使硫酸鹽還原為硫化氫之作用。又某種細菌可在葡萄酒中生成硫化氫。此病可用硫黃添加法，或吹入空氣並添加硫黃以除之。但臭氣不能完全去淨耳。

**鼠尿臭化** 此臭氣極似鼠尿，飲後臭味長留口中。此病乃因某種細菌作用之故。患此病者極難恢復，用木炭去臭，效力亦微。

## 第五節 香檳酒

(1)概說 香檳酒香美而有氣泡。醫家曾云：香檳酒為酒類之最安全者，患神經病，流行性感冒及虛弱症等者飲之均屬有益。

香檳酒分為“乾”或“甜”及“弱”或“強”數種。“乾”酒之佳者，乃由上等葡萄酒所製，不加酒精，而用極少之甜液。“甜”酒則用較多之甜液，故可用次等葡萄以製之也。

甜液之分量，對於酒之起泡性及爆炸性有關。甜液愈多者，酒之品質未必愈佳。甜液用量太多，則碳酸氣聚集於酒及瓶塞之空處；當開塞時，酒液迸出，生爆炸之聲，同時盛行起泡，少頃泡止，而失去上等酒之特性；反之上等之“乾”酒，氣泡則迸出不烈，起泡漸而持久，因其起泡性乃由葡萄中所含糖變成，故酒中所含碳酸氣較為穩固也；且當碳酸氣完

全逸去時，美味依然如故，故爲佳釀。

法德二國喜飲甜香檳酒，德國有時加百分二十以上之甜液於酒中，英國常飲極“乾”之起泡酒，法國喜用弱性而略甜之酒，美國在酒禁以前常用中等性質之酒，澳洲及南非洲喜強性酒，印度及其他熱帶各國喜弱性之乾酒。

法國製造香檳酒爲世界各國冠，馬恩(Marne)及利姆斯(Reims)，埃培利(Epernay)，愛(Ay) 馬留依爾(Mareuil) 彼爾利(Pierry) 亞維斯(Avisé) 爲此工業之中心，蔡倫斯(Chalons) 次之。

起泡葡萄酒之產於美國者以紐約之芬格(Finger)湖地域及環繞俄海俄之星西那提地域爲最佳。在酒禁以前，加利福尼亞之起泡葡萄酒產量甚微，現則漸見發達。

香檳酒之製造，除須精巧之人工及謹慎之操作外，更與氣候有關。氣候適宜如法國者，則所產之酒，美味而醇。至於葡萄之選擇，亦關重要。現在通用者有四種，三種可製黑葡萄酒，一種可製白葡萄酒。土壤可使葡萄酒具有特長，非他處所可做製，愛(Ay)所產者具有桃味，阿文利(Avenay) 具有櫻桃味，高維勒斯(Hautvillers) 具有堅果味。

(2)製造方法 香檳酒之製造最初數工程與製造白葡萄酒相似。茲述之如下：一

葡萄第一次榨出之汁，可製上等酒，第二次及第三次榨出者，可製次等酒。

壓出汁引入大槽，靜置 24 小時，使其沉澱。繼則將其移至容量約 200 公升之無菌桶內。裝至全桶十分之九。桶口普通則用葡萄葉蓋覆，以

小石塊鎮壓之。

次封閉桶口，移入地窖內，其中溫度保持 $15.5-21^{\circ}\text{C}$ 。主發酵即行開始，依其中糖分之多寡，約經二星期至一月，發酵即將完畢。照製造紅葡萄酒所述方法，於適當時期，將桶加滿固封，並移於一較涼之窖內，使行較緩之後發酵。應用此法之目的，在使製成葡萄酒具有起泡性。

約當十二月之第三星期，葡萄酒先行換桶及精製等工作，繼則盛於容量約 50,000 公升之大槽內施行攪和手續。槽內設一手搖攪拌器攪拌之，使各種葡萄酒之混合可以均勻。攪和比例，迄無標準，但通常慣例，以容量言，則用 80% 黑葡萄酒及 20% 白葡萄酒。Bouzy 與 Verzenay 葡萄酒可增酒之實質與酒性；Ay 與 Dizy 葡萄酒可增酒之醇美性；而 Avize 與 Cramont 葡萄酒可增酒之光綵、細緻與起泡。若干攪和師喜用三分之一 Sillery, Verzenay 與 Bouzy 之混合葡萄酒，三分之一 Mareuil, Ag 與 Dizy 及三分之一 Pierry, Cramont 與 Avize。其他則主張 Ay, Pierry 與 Cramont 等量混合而用之。

葡萄酒內應含若干潛伏之碳酸氣，實為重要問題。若氣體過多，因裝瓶後瓶有爆裂之虞；反之則葡萄酒之起泡不佳，而開瓶時亦無聲響。通常用糖分檢查器試驗酒之糖分，不足時以冰糖補正之；反之則須令其在桶中重行發酵，直至達到適宜狀況為度。

次用魚膠將混合酒精製，並加少量鞣酸，以抵消其膠黏及其他缺點。入桶令其靜置一月，若屆時尚不清澈，則須重行精製並令再靜置一月。現今最大廠家多用機械的精製及過濾方法。

將混合酒裝入新瓶。此類酒瓶均屬新而堅固，每個重約兩磅。葡萄

酒在瓶內發生壓力，故所用之瓶，係特別玻璃所製造，且不含鹼質，以免葡萄酒品質之損壞。

將葡萄酒導至槽中，從此復放入裝有一列龍頭之長方桶內，再由桶內流於瓶中，瓶一裝滿，龍頭就自動關閉，停止放酒。

通常多再加入一種純粹培養的釀母，即可加以木塞，並以一鐵孢子 (agrafe) 保護之。瓶內之壓力可用壓力表，裝於瓶塞以檢定之。Grand mousseaux 為標準葡萄酒，其壓力為  $5\frac{3}{4}$  氣壓，可以貯藏於寒冷之地窖內。若壓力約為 4 氣壓，則宜貯藏於地面上，使其發酵，俟壓力增高為度；若壓力少於 4 氣壓，則宜將其回入桶中添加蔗糖，重行發酵。

地窖內溫度須常維持  $10^{\circ}\text{C}$  左右，若溫度變更太甚，則壓力亦隨之變更，酒瓶有爆裂之虞。多數酒瓶橫置窖內，瓶頭永遠保持向下狀態，使酒中沉澱物可漸集於瓶頭(圖160)。約歷六個月至二年後，將瓶斜放於特別架上，瓶頭微向下傾(圖161)。其目的為引導沉澱物於瓶之較低部

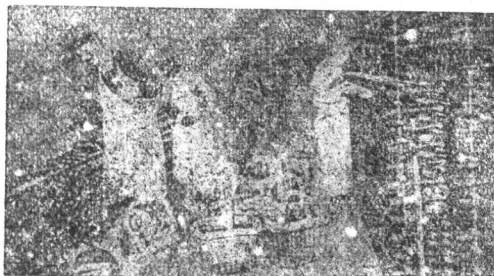


圖 160. 葡萄酒瓶橫置窖內情形



圖 161. 酒瓶斜置

分而漸達於瓶頭。每日每瓶行一次之短時間搖動及轉動，歷六星期之久。在此時間瓶頭漸向下傾，直至瓶成垂直，瓶頭向下為度。操作者手術靈敏，每日可以搖轉多數之瓶。應用適當種類之釀母對於上述沉澱之輔助極大。

此時將瓶運至開塞室，先加冷却，使其二氧化碳更為穩定。開塞係一種藝術。開瓶者將瓶斜置，漸鬆其塞，使瓶塞與沉澱物因瓶內壓力而壓出時，以一指插入。以挖出所有遺留之沉澱物並阻止葡萄酒之外逸。大規模製造廠則將瓶頭凍結，使沉澱物成半固體狀而放出（圖 162）。同時將瓶轉正暫時加塞。此時香檳酒可加糖液（溶於葡萄酒）或加白蘭地酒，再用塞永遠封閉之（圖 163）。此時熟練工人將瓶搖動，使糖液完全分布於葡萄酒內。再貯藏若干時日，使酒之氣味更醇，二氧化碳更為穩定。

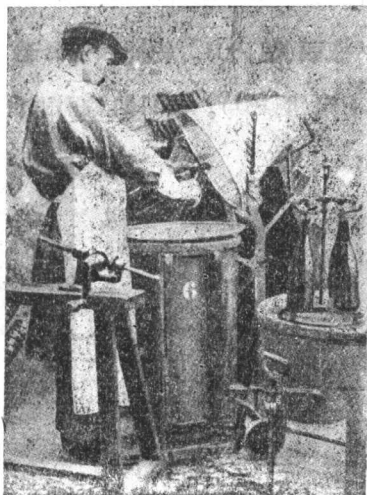


圖 162. 除去沉澱情形





圖 163. 添加糖液對情形

**偽製香檳酒**——此係將白葡萄酒或蘋果酒於壓力之下加碳酸氣而成，與汽水之製造情形相似。酒中碳酸氣不若香檳酒之穩定，泡沫之消滅極速，結果變為淡薄而無味。然此等貨品之價格遠低於真正香檳酒，故銷路頗廣。此類酒之製法與其謂之屬於葡萄酒工業，毋寧謂之為碳酸飲料工業之一部。“偽製香檳酒”名稱之較嚴格的解釋乃指法國香檳酒製造區以外各地，用香檳酒製造法製成之起泡葡萄酒。

### 第六節 蘋果酒

用以製造蘋果酒 (cider) 之成熟蘋果汁之含糖量 7—15%，平均約 11%。蘋果酒之酒精含量 3.5—7.5%，平均約 5.5%。

製造蘋果酒之要素，與葡萄酒大略相同，即與果實之種類，果實之品質，果實之成熟度與發酵之生物與溫度等均有關係。欲製佳良之蘋果酒，必須選擇種類適宜、品質優良而且清潔之蘋果，且係特別種植以供製造蘋果酒者。蘋果種類或較葡萄為多。茲將美國可以製造蘋果酒之最重要蘋果種類列下：

**甜而微酸者：**

Baldwin, Esopus, Hubbardston, Fameuse, Mackintosh, Northwestern, Rome Beauty 與 Stark.

**酸者：**

Winesap, Jonathan, Yellow Newton, Stayman, Northern Spy 與 York Imperial.

**香者：**

Delicious, Golden Delicious, Lady, Black Gilliflower, White Pearman 與 Bana Bonum.

**澀者：**

Florence, Hibernial, Soulard, Red Siberian, Hyslop Transcendent, Launette, Martha, 與 Yellow Siberian.

**中性者：**

Ben Davis, Black Ben, Jana, Willowturg, Missouri, Alexander, Wolf River, Buckingham 與 Limberturg.

不在上述種類以內之蘋果，名曰葡萄園蘋果。冬蘋果較夏蘋果為優。除 Winesap 蘋果外，其他蘋果均可用適宜種類攪和之，俾香、酸、甜及澀等等性質可以互相調和。

蘋果洗淨，挫成漿狀，榨出液汁，汁之出產量因所用之蘋果及壓榨裝置而異，每 100 公斤可出汁 25—50 公升。汁入桶內，或令其自然發酵，或種以純粹培養之葡萄酒釀母（每 200 公升液汁用半公升酒母液），發酵溫度須較葡萄酒為低，即 10—15.5°C，以免成品之損壞。當發

酵進行時，有多量之釀母細胞泡沫，膠質物質，及蛋白質物質浮於液面。約歷一個月泡沫消滅，而不溶解之物質則沉至桶底。此時可以換桶，其情形與葡萄酒同，並置於較低溫度（約  $7.2-10^{\circ}\text{C}$ ）處，使生後發酵，此後發酵需時三月至六月之久，但發酵尚未完全終了。若於此時換桶並裝瓶，則於瓶內猶作一短時間之發酵，而產生一種略有起泡性之酒。從前有時將後發酵終了之酒用撇去乳皮之牛乳（200 公升蘋果酒用一公升去乳皮之牛乳）澄清之。現今則用新式之過濾裝置，以矽藻土（Kieselguhr）為助濾劑。

## 第四章 紹興酒

紹興酒以浙之紹興釀造而得名。其他各地用同法所釀造者，統名黃酒。紹興舊有之縣屬凡八，即山陰、會陰、蕭山、上虞、諸暨、餘姚、新昌、縣是。酒之出產，以山陰、會陰爲多，山、會二縣中尤以東浦、阮社爲最多。

### 第一節 原料

釀造紹興酒之原料，以米、大小麥、酒藥及水爲重要。茲分述於次：

(甲)米 紹酒所用之米，爲糯米。紹興所產者，品質不佳，且不敷用。故行銷於本地之酒，大都用本地之米，餘則購自無錫、丹陽、金壇、溧陽、河墅。本地富有製酒經驗者，對於米質，一見便知。茲述其重要者如下：—

1. 純度 不含礫糠，碎米，蟲害米，及其他夾雜物。
2. 色澤 不含青紅黑等特色米，及腐敗之米。
3. 風味 煮熟時應有香氣，不生異臭。
4. 形狀 米粒充實齊一。
5. 腹白 腹白部大，則米質不良。

6. 硬度 乾燥相同之米，上等者硬度高；下等者硬度低。
7. 水分 水分太多，不耐貯藏，其重量及容量亦較大，購買應留意。
8. 蟲類 穀象等應行除去。

紹酒釀造用糯米，必先搗白。其目的在除去外部之胚膜胚子，而留其胚乳。胚膜胚子多含蛋白質及脂肪，有害酒之風味，必須除去之。茲將糯米與糠枇之成分，列表如下：—

成 分	糯 米	糠 枇
水 分	14.30 %	12.30 %
蛋 白 質	8.50 %	12.10 %
脂 肪	3.20 %	13.82 %
無氮素化合物	72.10 %	14.67 %
纖 維 質	1.00 %	20.85 %
灰 分	0.90 %	26.15 %

搗米或用水力，或用人力。糙米搗白之後，所得精白米及糠枇之成分如次：—

精白米	89.68 %
糠枇	7.35 %
破碎米	1.12 %
合量	98.15 %
損失量	1.85 %

(乙) 麥 麥為製造紹酒麴之原料。大小麥雖皆可用，然小麥之芒殼少，較易調製，故大都採用之。麥之成分如下：—

	麥 粉	蛋 白 質	脂 肪	纖 維 質	灰 分
大 麥	54—71	7.5—16.5	2.6—3.4	7—12	2.6—3.4
小 麥	5—70	7.9—17.1	2.5—3.2	7—13	2.5—3.3

麥之優劣與酒之品質，關係甚大。其選擇法如次：一

1. 形式齊一，完全成熟者；
2. 麥粒肥大，呈淡黃色，兩端不帶褐色者；
3. 品質同一，收穫後不滿一年者；
4. 乾燥適度，軟硬合宜，無不快之臭感，及黑穗菌之寄生者；
5. 無秕粒塵芥，及其他夾雜物者；
6. 每百粒之重量，若有三分至五公分，則含澱粉量多，適於釀造

之用；

7. 麥粒中胚乳之狀態，分為粉狀及透明狀，呈粉狀者合用，呈透明狀者不適用。

(丙)水 紹興河流交錯，水質甚良。故紹酒用水，多仰給於鑑湖若耶溪等河水，而不用井水。水之選擇法甚簡易，即於鑑湖中擇一河道廣闊，船隻通行較少之處，汲取河水。水質以清冽透澈無夾雜物及臭味、苦味、鹽味者為佳。

按水質由土性、雨量、地勢等而差異，而其硬軟之度以含鈣鎂等鹽類之量定之。此等鹽類雖稱水中之不純物，然以之造酒，甚為適宜。因純粹之水，用以發酵，釀母發育遲緩，沉澱性亦將減退。但水中含上述之不純物，亦不可太多；太多則與釀母有害。紹興所用之水，據分析成績，所含鈣鎂等鹽類無太過不及之弊，此所以名馳中外，不易做製也。

(丁)酒藥 酒藥有黑白兩種，對於米飯均能起發酵作用。白藥(圖164)以辣蓼草，米粉為原料。黑藥除辣蓼草及米粉外，更加陳皮、花椒、甘草，蒼朮等藥末。茲述白藥之製法如次：一

當盛夏時，採取未開花之野生辣蓼草，晒乾，去莖，將葉研成細末，至十一月間再以鮮辣蓼浸出液，和米粉及辣蓼末拌勻。法將辣蓼末一分，米粉九分，加以蓼汁

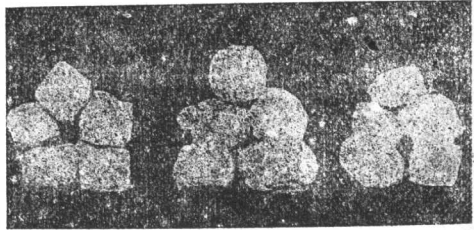


圖 164. 藥酒

至粉能黏合爲度，置榨框中踏實，以麴刀切成寸許塊狀，用陳白藥粉敷散其上，在匾中轉成圓形，置諸草蓆，再以草或麻袋覆之，並密閉房屋，一、二日後菌類芽胞，逐次繁殖，藥之四圍，如現白色菌絲及分生芽胞，則麻袋等可以撤去。次將此藥塊置諸蠶匾，各匾放於架上，每日調換一、二次，使其所發熱量。上下相等，俟天氣晴朗，一次晒乾，冬季研細後用之。

## 第二節 預備工程

預備工程分爲酒麴製造，及酒酵製造，分述如次：一

### (甲) 酒麴製造

酒麴(圖 165) 爲釀造紹酒之重要材料，可使原料中之澱粉變爲可發酵之糖分。其作用與麥酒所用之麥芽實相同也。

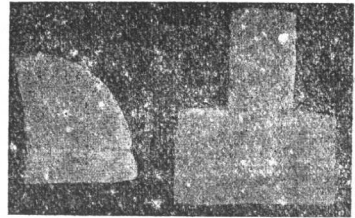


圖 165. 酒麴

製麴原料大小麥均可用，普通多用小麥，亦有大小麥混用者(大麥二成小麥八成)。處暑前後，購麥晒乾，

以篩或風箱除去夾雜物，磨碎備用。

麴室之土地，必須乾燥適宜。室爲長方形，高七尺至九尺，寬則依麴量之多少而定。室壁上下設有窗櫺。更加板戶，以便隨時開閉，藉以流通空氣。室壁圍以藁簾，中央鋪以一尺厚之稻藁，再覆以竹簾，是爲麴床，乃堆積麴包之處也。

霜降前後，開始製麴。製麴時以麥粉四、五十斤，加清水十餘斤，十分混合，名曰拌麴。所拌之麴，置入木框，底有板台，框面鋪以蒲蓆，兩足踏實，使成塊狀，即啓框出蓆，以麥刀割爲四條，每條又加橫切，長約二尺，厚約五寸，名曰麴塊。次移至麴床之上，床上先鋪稻桿，用以細縛麴塊，成爲麴包。每麴包中有麴塊二，置諸床地，使麴菌繁殖。此時密閉麴室，使其溫度上昇，如室溫過高。可開窗以調節之。約過三、四星期，菌絲呈黃色，麴中帶有香氣及甘味，即可剝其稻桿，移置他室（此室氣空流通乾燥適宜），以備製酒之用。

製麴時，麴菌之芽胞，混入麥粉之中，得適宜之溫度及濕度，漸次發育，生產澱粉水解酵素，當其呼吸旺盛之時，糖分又可分解爲碳酸氣及水，同時發生熱力，故製麴室溫度，能上昇也。

酒之良否，與麴關係至切。麴之良否，視乎原料之品質，及製造時手續如何以爲斷。茲述其鑑定法如下：—

1. 菌絲發育整齊，呈黃色或黃綠色，不呈黑色者；
2. 具一種香氣不帶惡臭者；
3. 有甘味不帶酸味者；
4. 麴粒堅緻而乾燥，不帶黏性者。



## (乙)酒酵製造

將酒藥、蒸米、酒麴及水四者混合，使起發酵作用，名曰酒酵。製造酒酵之目的，乃使紹酒釀母菌等繁殖其內，以爲釀造紹酒之酒母也。製造時間，多在舊曆十月至十二月。製造方法，分爲數期，敘述如下：一

第一期 浸漬 糙米搗白既終，放入風箱，去其附着之糠枇，然後置入浸缸，每缸浸米約一石六斗，加水蓬米層表面上三寸至五寸即可。浸漬時間，因米質及水溫而異，通常約需三十六小時，即用米抽抽出漿水，再以清水洗滌之，使糠枇夾雜物等淘汰淨盡。

第二期 蒸熟 蒸熟之目的，在使澱粉糊化，使麴菌易於發育，並生強有力之酵素。法將洗淨之米，置飯甑內，於沸騰之大釜上加熱，甑底墊圓形深薦，使米不至漏下，蒸汽可以上昇。蒸熟程度，以米飯捻成餅塊，不見米粒者爲適宜。蒸熟後，飯甑抬至院落，擱木桶上，以清水淋洗，午前用水四十餘斤，午後用水五十餘斤，藉以減低溫度，大約冷至 $40^{\circ}\text{C}$ 左右即可。淋洗之法，乃將清水注於飯上，漏下之水，流入木桶。此漏下之水，如氣溫極低，尚可用以淋洗也。

第三期 發酵 將所洗之米飯，加入缸內，拌以酒藥四、五兩，搭成凹形，一、二日即有液體出現於中間，俗名漿凹，味甚甘美。富於經驗之工人，視米飯之糖化，已達相當程度，乃加入水一百七十餘斤，及酒麴四斗，用酒耙十分混和，覆以缸蓋，圍以草蓆，密閉發酵室，不使缸內溫度外散。早則一晝夜，遲則三、四日，米飯因發酵作用，溫度增高，碳酸氣發生亦漸盛，米飯浮於水面，當以長柄酒耙自缸底十分攪拌，藉以減低溫度，並使穀粒破碎，易於發酵；此等工作，名曰開耙。酒醪形如濃粥，其溫

度約以  $30^{\circ}\text{C}$  爲宜。開耙次數，依溫度高下而增減，多則每日五、六回，少則每日二、三回。六、七日後，發酵作用漸衰，溫度因而漸低，斯時酒醪上層澄清，卽爲主發酵將終之現象。此種醪液俗名淋飯酒，有滯諸壚中者，有仍置於缸內者，可供釀造紹酒之用。蓋酒藥之微生物繁殖其中，力量甚強，可爲釀造紹酒之釀母，故名酒酵。

### 第三節 釀造紹酒法

酒麴及酒酵之製造，皆爲釀造紹酒之預備工程，將酒麴酒酵及水加於蒸熟之米飯中，卽可釀造紹酒。其製法亦分數期，敘述如次：—

第一期 浸漬 釀造紹酒所用之米，亦須先經搗白，與酒酵用米無異。而浸漬時間則較長，約須二星期之久。浸漬之初，水常高出米之表面，嗣後米質酸敗，漸次浮於水面，俗稱收漿。當酸敗終了，米復下沉，而水仍高出米面，俗稱還漿。此時用米抽抽去漿水（亦爲釀造紹酒之原料），其分出之米，已呈酸敗之味。

第二期 蒸熟 蒸熟之手續，與製造酒酵時相同，惟所得蒸米飯。冷卻時不用水淋洗，而將飯攤在竹簾上使其冷卻，故有攤飯酒之名。所需溫度，視氣溫而異，約  $40-50^{\circ}\text{C}$ 。

第三期 糖化及發酵 原料配合之量，各地不同。茲舉二例如下：—

酒之類別	糯米	酒麴	酒酵	漿水	清水
京莊	284 斤	45 斤	8—10 斤	144 斤	144 斤
鹽莊	256 斤	36 斤	8—10 斤	144 斤	144 斤

圓形缸內（直徑三尺二寸、深二尺五寸）盛以清水，加入米飯，用長柄

酒耙攪拌之。再將酒酵酒麴同時加入，十分混和，覆以草蓋，圍以蔴袋，或草囊，並密閉釀造室。此後釀母營發酵作用，溫度漸高，碳酸氣亦漸多，此時必須開耙。耙工因其經驗所得，先以手探酒液之溫度，再辦其氣味，即能決定攪拌之時刻，溫度高時，每日攪拌六、七次，至十餘次；溫度低時，三、四次至五、六次。務使發酵溫度不在  $36^{\circ}\text{C}$  以上，否則釀母力量轉見衰弱。開耙適當與否，與酒之優良關係至鉅，故耙工工資最高，人皆重視之。茲將三種酒醪發酵溫度列下：—

時 期	時 刻	室 溫	甲種溫度	乙種溫度	丙種溫度
十二月十七日	午	17	33	34	34
十二月十八日	午	16	29	31	30
十二月十九日	午	15	28	27	28
十二月二十日	午	13	21	20	21
十二月二十一日	午	12	16	17	15
十二月二十二日	午	12	13	13	12

觀上表可知第一日溫度最高，發酵最盛，每日開耙四、五回；嗣後溫度漸低，五、六日後，酒液之溫度，與室溫不相上下，斯時本發酵可以告終，有灌諸酒罈者，有存諸缸中者，前曰帶糟，後曰缸養，使營後發酵作用。七、八十日後，全發酵告終，先行壓榨法，使酒液與酒糟分離，次行澄清法，使殘留之固形物完全分離。

第四期 榨取 榨取時期，最宜注意，過早則酒液過濃困難，不易澄清，過遲則糟粕上浮，有害酒之香味。普通以開耙完畢後七、八十日，為最適之時期。榨取方法，先以帶糟酒置缸中，竭力攪拌，灌諸網袋，以

竹箬縛其袋口。袋長三尺許，圓徑四寸。各網袋盛酒醪後，疊積酒榨（圖166）上，約一百數十個，酒液由槽底之溝流入缸內。初時流出之酒液，因含多量之釀母及澱粉，稍帶濁濁（可以放置數日使其澄清，再行壓榨）。

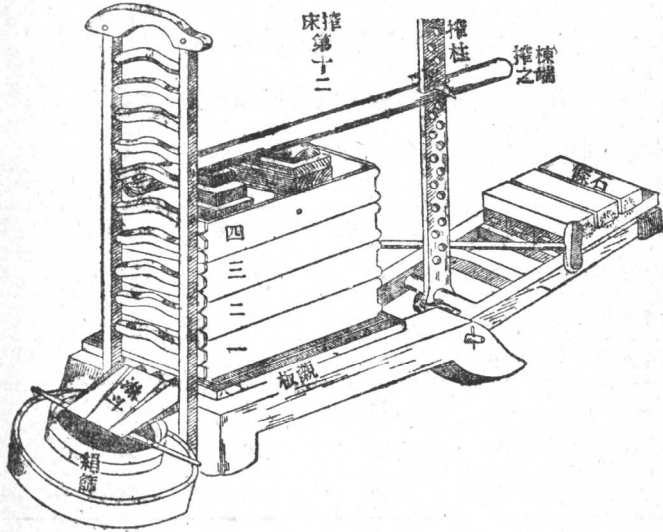


圖 166. 酒榨

嗣後流下之量漸減，液亦漸清。壓榨時，以榨蓋置網袋上面，遞加枕木。又插榨棟之端於榨柱上，以鎖結合之。又以榨柱之他一端，遞加榨石，依槓桿之作用，壓榨之。歷十數小時，至榨液不流出爲止。翌晨將袋中糟粕傾出，再灌酒醪可也。凡此榨出之酒液，必須靜置數日，使浮游物大半下沈，再移置於澄清缸內，所餘沉澱傾入醪缸內，再行壓榨。

第五期 滅菌與貯藏 酒液清澄後，所得清澄酒中，尙有無數微生物，前值釀母勢力強盛之時，皆被制服，無從繁殖，今當發酵告終之際，

釀母之勢力已衰，潛伏之他種有害微生物，遂得逞其作用，如不加熱滅菌，而貯藏之，則有腐敗之慮，故欲酒液長久貯存，不可不先行滅菌。

滅菌之法，將酒置於釜中，上覆以蓋，徐徐加熱，至約  $60^{\circ}\text{C}$ ，則酒中之蛋白質凝固上浮，以竹篩撇去之，一俟沸騰，灌諸罈內。罈必須預先滅菌，且以清潔之布拭去水分。其口包以竹箬，封以泥土，晒諸日中，俟乾燥後，即可放貯存室內，使營後熟作用。

第六期 後熟 新酒之味辛烈，香氣亦不佳，滅菌後，貯存數月以至數年，酒質日漸優良，生溫雅可愛之芳味，呈淡黃明澈之色澤，此乃酒之後熟作用。此作用由後熟釀母而起。紹酒沉澱中存有此後熟釀母，故可使酒質日益優美；貯存愈久，品質愈佳。然如滅菌溫度不足或發酵力衰弱時，酒中含乳酸菌等，可使酒質酸敗，不可不慎也。

#### 第四節 紹興酒之性狀及成分

紹興酒為褐黃色清澄之液，有一種爽快而帶甘酸之香味，性極溫醇，顯酸性反應。其主要成分，為酒精、葡萄糖、糊精、甘油、醋酸、琥珀酸、乳酸、溶解性氮素化合物、無機鹽類及其他溶解性固形物；其他如蛋白質分解物、氨基酸類、酯類、醛類等，亦含有之。

當紹興酒釀造發酵時，不免生成微量之戊醇，此為雜醇油之主成分，若含於酒中，則其氣味不快，而顯峻烈燒灼之味，飲之令人頭痛，不合衛生也。純良之紹興酒中，戊醇之含量極微。

(1) 據農學士季準平分析紹酒之結果如下：一

供試品 紹興雲集信記酒坊所釀京莊酒 100 公撮。

色澤	透明橙黃色
風味	芳香濃郁
比重	0.995
乙醇	12.540 公分
溶解性固形物	2.998 公分
揮發酸(假定爲醋酸)	0.1 公分
不揮發酸(假定爲琥珀酸)	0.103 公分
糖分(假定爲麥芽糖)	0.344 公分
糊精	0.23 公分
甘油	0.6 公分
灰分	0.31 公分
雜醇油	痕跡

紹酒之乙醇含量 12—15 %

## (2) 據中央研究院之研究成績

### (A) 供試品

名	稱	品位	釀造所名稱	一斤之價格	包裝
太號花雕	(一名大花雕)	頭號	紹興王寶和槽坊	• 二二四元	瓶裝栓塞蠟裝泥封
仿樣花雕	(一名小花雕)	二號	同 上	• 一八八元	蠟裝泥封
京 莊		三號	同 上	• 一七六元	蠟裝泥封

備考 上列品位，以酒之新陳而定。普通銷行於市場之太號花雕，爲六、七年之陳品，最陳者至三十餘年。小雕花（即仿樣花雕）爲四、五年之陳品。京莊最小釀不過二、三年之陳品。

### (B) 性狀

性 狀	大 花 雕	小 花 雕	京 莊
色 位	頭 號	二 號	三 號
臭 味	爽快濃郁之特有香味	同上略淡	同上帶微辛
反 應	顯著明之酸性	同 上	同 上

(C)分析成績

成 分	大花雕%	小花雕%	京莊%
(一) 比重(15°C)	0.9977	0.9962	0.9972
(二) 酒精(容量%)	21.0600	19.2400	16.3400
(三) 固上(重量%)	16.7100	15.2700	12.9700
(四) 溶解性固形物	3.9990	3.1210	3.3790
(五) 糖分(假定爲葡萄糖)	0.2822	0.5216	0.4848
(六) 糊精	0.1604	0.3470	0.5018
(七) 總酸(假定爲琥珀酸)	0.5115	0.3422	0.3481
(八) 揮發酸(假定爲醋酸)	0.1080	0.0600	0.0600
(九) 不揮發酸(假定爲琥珀酸)	0.4926	0.3363	0.3477
(十) 甘油	1.1703	0.8712	0.0921
(十一) 灰分	0.2985	0.3013	0.3591
(十二) 雜醇油	痕 跡	痕 跡	痕 跡

備考 每種成分分析之數,係取三次所得之平均數。

(3)據日本藥學博士小山哉衛衛生試驗法所載紹興酒及黃酒之分析

成績表:一

成 分	紹興酒%	紹興酒%	黃酒%	黃酒%
比 重	0.9965	0.9927	1.0245	1.0201
酒 精	13.221	15.000	13.421	8.400

溶解性固形物	3.655	2.911	12.145	10.922
糖 分	1.520	0.256	痕 跡	6.184
糊 精	0.674	5.445	—	1.512
總 酸	0.622	0.388	0.531	0.620
揮 發 酸	0.0361	0.062	0.0418	0.166
不 揮 發 酸	0.487	0.224	0.491	0.457
甘 油	—	—	—	0.940
灰 分	0.375	0.300	0.255	0.372

(4)檢酒標準 據中央研究院所擬之檢酒標準如下：—

(一)純良紹酒及黃酒，係用米、麴及水等為原料，依正當發酵而成之酒精飲料。

(二)純良紹酒及黃酒，為褐黃色澄明之液體，有爽快濃郁之香味，黃酒略帶甘酸，不宜有不快之異臭，與辛烈之異味。

(三)純良紹酒之比重(15°C)，在0.995—0.998之間，黃酒在1.004—1.030之間，離此範圍者頗少。

(四)純良紹酒百公撮中，酒精之含量為10—16% (重量) 平均為12—15% (重量)。黃酒之含量為10—12% (重量)。但市中販賣品，往往因攪水而減少酒精之含量，其餘各成分，亦隨之減少，此皆非純正之品。

(五)純良紹酒百公撮中，溶解性固形物之含量為3—4公分，黃酒為4—6公分，若超越此數者，由於發酵不充分之故，而酒精成分亦隨之減少。

(六)純良紹酒及黃酒之總酸量，百分中之含量，在0.3—0.5公分之



間，在 0.6 以上者，則覺酸味稍強。

(七)純良紹酒及黃酒之揮發酸，百分中之含量在 0.06—0.10 公分之間，超越此數者，為酒精酸化，變成醋酸之證。

(八)純良紹酒及黃酒之不揮發酸，在 0.3—0.5 公分以內。

(九)糖分之含量，不能一定，純良紹酒百分中含至 0.6 公分以上者甚少，黃酒含至四公分以上，即非佳品，蓋發酵不充分，則糖分較多。

(十)糊精之含量，亦不一定，普通在 0.2 與 0.5 公分之間；黃酒不免較多，然亦以 1—2 公分上下為限，多則不良。

(十一)甘油之含量為 0.11—1.20 公分之間。

(十二)灰分之含量在 0.11—0.40 公分之間，純良之品，常為 0.2—0.3 公分。

(十三)酒中不宜含有雜醇油，否則飲之有礙衛生，然因發酵作用，每有雜醇油之生成，酒中僅含痕跡之雜醇油者，尚屬無妨。

(十四)酒中加防腐劑，為近世釀造業所不能免，日本清酒得法律上之允許可含一定界限數之水楊酸。紹酒防腐，往往用礪砂，若其含量甚微，亦祇得爰日本清酒中水楊酸之例而特許之。其他防腐劑，則絕對不宜應用。

以上檢酒標準，自 1—14 款項中，不指明某種酒類者，即紹酒與黃酒共同之標準。

據中央研究院分析大花雕，小花雕，京莊，三種之結果，均與該院之檢酒標準相符合，且紹興酒具有數種特長，分述如次：—

(a)紹酒有後熟作用之特長 新酒之味辛烈，香氣亦少，不適於飲

用。紹酒罐底沉澱物中，有後熟釀母在內，可使紹酒起後熟作用，而賦與爽快醜郁之風味。

(b) 紹酒有貯藏耐久之特長 酒若不耐久貯藏，經濟上損失甚大。紹酒之貯藏，使用瓦罐，封以泥土，縛以竹箬，既不接觸光線，而空氣復能自陶土孔隙自由通入，以助後熟作用，故貯藏愈久，而品質愈佳。

(c) 紹酒得酒精適度之特長 紹酒之酒精含量，平均 12—15% (重量)，最合於溫帶國人民之飲用。飲之適宜，可以興奮神經，輔助消化，促進食慾，當認為衛生上之有益嗜好品。

(d) 紹酒具效用廣泛之特長 紹酒除飲用之外，添入烹飪調味料中，能使其饌鮮美，增加食品中之營養分；用於製藥，復能使藥性移行於酒液，表現其功效，一如白蘭地與葡萄酒皆可供於醫藥上之應用。

此種純正國產，既得衛生化學上之保證，而復具種種之特長，當認為吾國酒類中之正宗。倘能廣為宣傳，則不難成為國際貿易品也。

### 第五節 紹酒副產物

糟粕及沉澱為紹酒製造之副產物。糟粕之用途，有三：(一)有酒精成分可蒸燒酒；(二)含有澱粉等滋養成分可作飼料；(三)含有氮素可充肥料。

茲舉糟粕成分之一例如下：—

水分	47.249
固形物	43.673
乙醇	7.192

總酸	0.189
揮發酸	0.027
不揮發酸	0.171
葡萄糖	0.800
澱粉及糊精	27.651
蛋白質	2.058
灰分	0.496

沉澱之用途亦有三：(一)陳酒沉澱灌諸布袋，使劣等之酒由此濾過，可以改善風味；(二)新酒沉澱加糖及米麥粉可作食品；(三)煎煮魚肉時加入適量之沉澱，可生香味。

#### 第六節 蒸餾燒酒法

釀造紹酒所餘之糟粕，含有酒精成分，可以蒸出燒酒（名曰紹燒），出產雖少，價值頗昂。法將綢袋中糟粕傾入瓦缸，踏實固封，歷一、二星期以至數個月後，即可蒸餾。所得酒量，以歷時久者為多。蒸餾用具凡三：即糟甌、錫甌及大壺是也。糟甌底有竹編箕，上置酒粕及米糠之混合物，蒸汽由釜上昇，通過糟粕，使其中之酒精成分化為氣體，經過盛冷水之錫甌，即行凝結，流入大壺內。蒸餾後所餘之粕，名曰燒糟，與糠糞拌和，可充飼料。

#### (附一) 成酒數量表

名稱	數量(斤數)
糯米	256—284
酒麴	36—45
酒罈	8—10

漿水	144—150
清水	144—150
成酒	490—500
燒酒	10—16
糟粕	100—120

## (附二)酒具一覽表

地灶(蒸飯煎酒合用)	灶(蒸燒酒用)
風箱	木磨
石磨	白杵
畚斗	箕
簸斗	簞
竹篩	鐵釜
飯甑	米抽
瓦缸(浸米用)	綢袋
錫製缸底	酒樽
搾機	搾梯
錫甌	糟甌
瓦罈(大小四五種供貯酒用)	擔桶
扁擔	缸索
水桶	旱桶
繩索	牌印
斗	鐵鋤
升	竹槓
漏	木母
放湯桶	木耙
袋	水擦
秤	陶鑊
籬	挽斗

板蓋

大蓋

米抽

缸蓋

## 第五章 高粱酒釀造法

### 第一節 原料

高粱酒之釀造遍及大江以北各省，尤以東三省爲最盛。將高粱蒸熟後，適度冷卻，并以粉碎之麩，使含適當之水分，存入地窖，上塗泥土，隔斷空氣，糖化與發酵同時並行，經九日至十日之久，發酵完全，即行蒸餾。麩之原料，以大麥及小豆爲主；有時用小量之小麥、玉蜀黍、黑豆或蕎麥。本篇所述，乃東三省釀造法之梗概也。

#### (1) 高粱

高粱學名 *Andropogon Sorghum Bort.* 英名 Great Millet, 又名高糧或紅糧。其稈可爲建築材料，及其他用途；其根可爲燃料。四、五月播種，七、八月出穗，九月下旬以至十月收穫。

a. 高粱之種類 高粱大別爲通常種及箒種。箒種以其穗作箒爲主要用途。通常種更分爲緊穗及散穗二種；若依穗形及殼粒之色彩之不同，又可細分爲十餘種，列之如下：一

(1) 飯高粱

(2) 紅殼散穗紅

(3) 紅殼散穗黃

(4) 黃殼散穗黃

- |              |             |
|--------------|-------------|
| (5) 黑殼散穗紅    | (6) 黑殼散穗蛇眼紅 |
| (7) 紅殼緊穗黃    | (8) 黃殼緊穗黃   |
| (9) 黑殼緊穗紅    | (10) 黑殼緊穗白粒 |
| (11) 黑殼晴半生紅粒 | (12) 粘高粱    |
| (13) 糯高粱     |             |

穀商及燒鍋等，依粒之色澤及形狀，分為三類，以切實用：一

1. 白高粱 白色，食用，價值最高，種之者少。
2. 米高粱 帶黃褐色，比短粒高粱色澤消淡，且其粒形稍長，富粘着力，去糠後可供食用。
3. 短粒高粱 色澤最濃，充飼料及燒酒釀造用，亦供食用，價最廉。

b. 高粱之成分 高粱之成分，列表如下：一

釀造所名	水分%	粗油脂%	粗蛋白質%	粗纖維%	澱粉%	灰分%
長春湧發合燒鍋	11.92	4.66	11.58	2.37	62.68	1.82
鐵嶺義隆燒鍋	12.98	4.38	11.18	2.38	62.27	1.62
奉天永成源燒鍋	11.40	3.77	10.30	2.17	66.01	2.26
大石橋同聚源燒鍋	12.88	4.03	12.50	2.07	65.08	0.14
海城湧成泉燒鍋	12.72	3.71	11.30	1.80	64.14	1.70
遼陽天欽興燒鍋	13.04	3.69	11.70	2.01	62.27	2.30

釀造高粱酒者，以穀粒大而堅，且乾燥適宜者為佳。

### (2) 大麥

大麥之品質，以粒堅實肥大、皮薄、乾燥、色澤良好、少夾雜物者為佳。茲將其成分列下：一

釀造所名	水分%	粗脂油%	粗蛋白質%	粗纖維%	澱粉%	灰分%
長春湧發合燒鍋	10.92	2.80	11.60	7.18	62.07	3.44
奉天永成源燒鍋	11.28	1.84	11.50	7.11	63.21	3.44
大石橋同聚源燒鍋	11.58	1.79	12.50	7.93	58.53	4.22
海城湧成泉燒鍋	10.72	1.69	11.70	7.92	60.24	4.12
遼陽天欲興燒鍋	11.23	1.79	11.80	7.91	58.63	3.86

### (3) 小豆

小豆有黃、紅、黑、綠等種。紅種或黃種者最適於製麩之用，綠種次之，黑種最劣。

小豆以粒肥大，十分乾燥者為佳，茲將其成分列下：—

釀造所名	水分%	粗脂油%	粗蛋白質%	粗纖維%	澱粉%	灰分%
長春湧發合燒鍋	10.74	0.90	20.65	6.95	52.82	3.89
奉天永成源燒鍋	12.24	0.70	20.38	5.15	54.80	3.46
大石橋同聚源燒鍋	12.34	0.94	22.13	5.40	51.23	3.10
海城湧成源燒鍋	12.76	0.69	23.91	5.35	49.56	3.14
遼陽天欲興燒鍋	11.92	0.56	20.00	6.35	53.83	2.74

## 第二節 磨房及其工作

原料及麩子粉碎室稱曰磨房，粉碎常用石臼，使用騾及驢為動力。

1. 高粱之粉碎 高粱粉碎所用石臼，如圖167所示，甚為簡單。臼之上部吊一布囊，囊中盛原料，囊之下部穿一小孔，原料由小孔漏入臼中，使其碾碎。石臼上下二部之間隔，可以隨時調節，藉以增減高粱之粉



碎度。如圖168爲長春之高粱磨白。

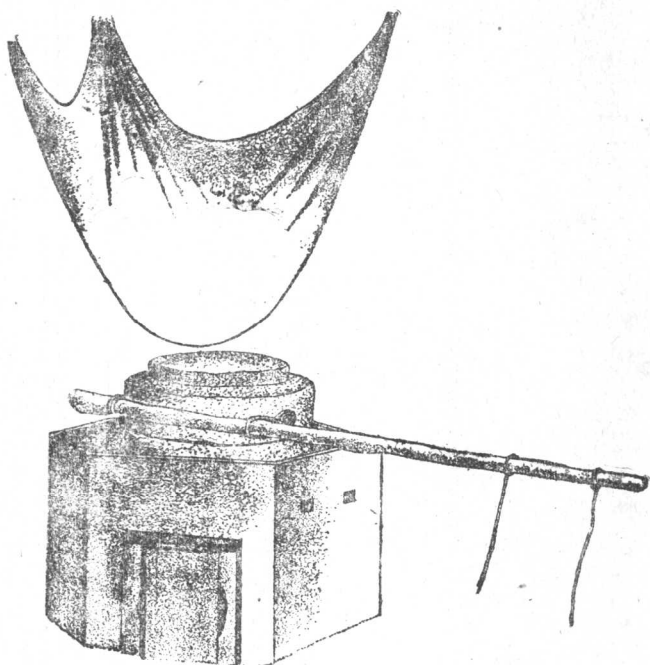


圖 167. 石臼

石臼之大小不一，直徑由二尺三寸至二尺七寸，最厚者爲一尺二寸乃至一尺四寸，最小之臼，直徑僅約二尺。石臼之粉碎面如圖169。

高粱白常用騾或驢牽轉之，大者用騾二頭，小者用騾一頭或驢二頭。一日粉碎工作 8—10 小時，牲畜工作 3—4 小時更換一次。

大形石臼每晝夜可以磨碎高粱約三千斤，其粉碎程度以粗細適中爲宜。因太細者，則蒸熟後，結成團圓，工作不便；而太粗者，糖化及發酵又難望完全也。

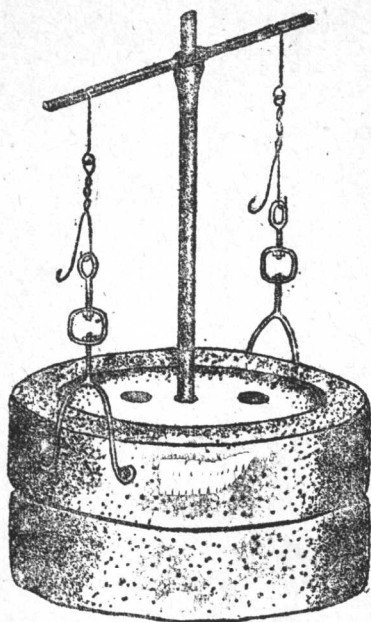


圖 168. 磨白

下白

上白

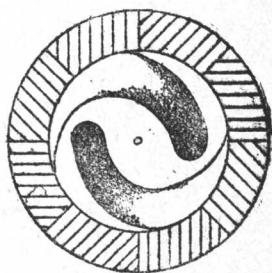
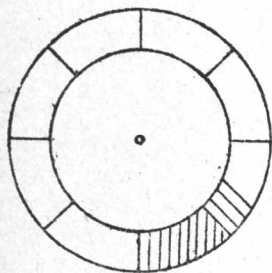


圖 169. 磨白之粉碎面

2. 大麥及小豆之粉碎 製麴所用之大麥及小豆，在乾燥場用日光乾燥後，照一定比例配合，用小形石臼(直徑約二尺)粉碎二次即可。所用石臼其粉碎面如圖 170。其粉碎度，關係甚巨，要以加水後作成磚形，黴類可以自由繁殖為宜。

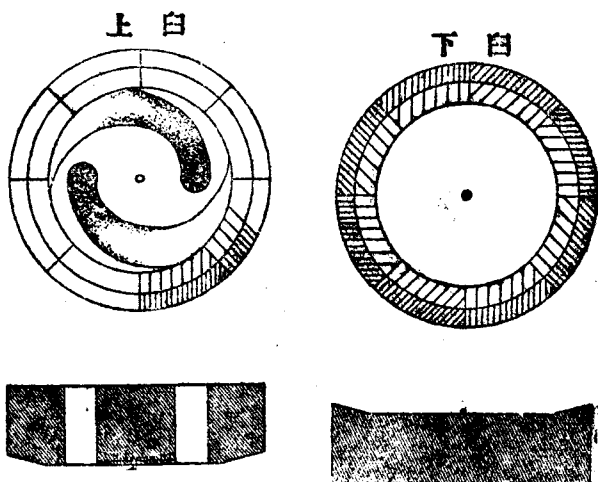


圖 170. 小白之粉碎面

3. 麴之粉碎 麴形如磚，極為堅實，先用麴鏟(圖 171)，截成片

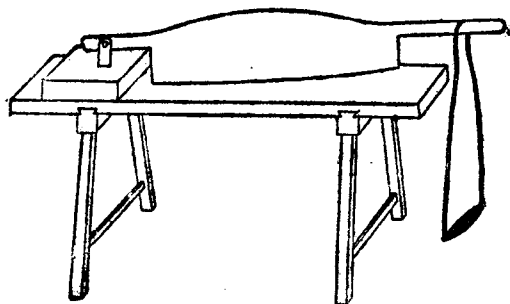


圖 171. 麴鏟

狀；再用石白磨之。白之粉碎面如圖172。

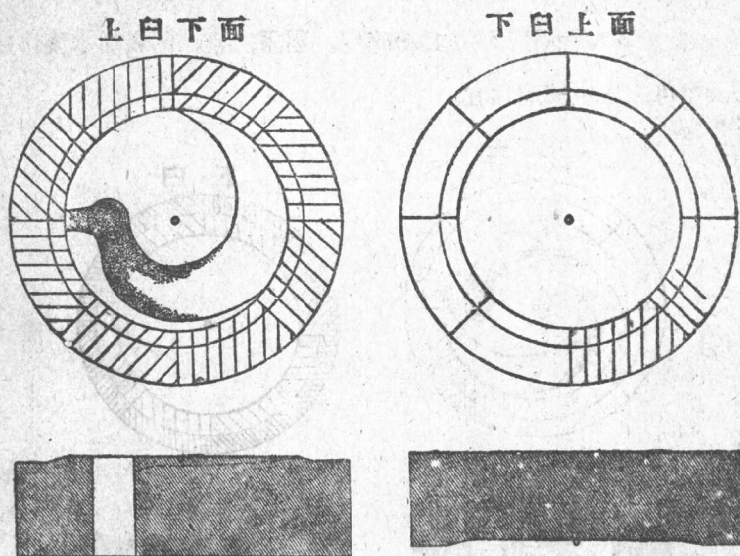


圖 172. 麴之磨粉粹面

### 第三節 製麴

1. 麴之品質 麴可使高粱澱粉於十日內變為酒精，故其機能偉大。麴之良否與生產之酒量及品質至有影響。普通一班四十石之醪(濕膠量)用麴量，依麴之品質而有不同，茲列舉如下：—

最良麴	110 個
普通麴	120—130 個
劣等麴	140 個

劣等麴之糖化力弱，故用量較多，而生產之酒，香味亦不佳。

2. 原料之混合 麴之原料以大麥及小豆爲主要，有時使用蕎麥、粟、小麥、玉蜀黍等。是等原料在磨房磨碎並混合之。混合之成分，依各地之方法而不同，要以可促進有用菌類之繁殖爲要。茲將各地麴之原料配合法列下：—

地 名	長 春	公主嶺	奉 天	遼 陽	烏影飛	鳳凰城
大麥	10石	10石	10石	10石	10石	
小豆	3石5斗 至4石	6石	4石	3石	6石	12石
蕎麥		10石				
小麥						8石
玉蜀黍					10石	
用上述原料所得之麴塊數		2080	900	800	2000	
原料一石所得之塊數	100	80	64	60	78	

蕎麥價格較廉，可爲一部分之代用品，但成績不良。

小豆爲不可缺之原料，其用量如太少，則麴缺乏粘力，易於破碎，不易處理。且高粱酒之特殊香味，亦與小豆有關云。

用小麥爲原料，所製之麴，品質最良，但價格較昂。茲將小麥與他種原料混用時所製之麴之品質比較如下：—

混合比例		麴之品質
(1) 小 麥	10	最優
(2) 小 麥	5}	優
小 豆	4}	
(3) 小 麥	4}	中
小 豆	6}	
(4) 大 麥	5}	中
小 麥	5}	
(5) 大 麥	4}	下
玉蜀黍	4}	
小 豆	2}	

3. 製麴時期 製麴時期，每年略有差異，普通夏歷三月二十五日開始，八月二十五日終了。舊式製麴室甚為簡陋，無保溫之設備，故八月之後，必須停止；否則室溫太低，菌類不能繁殖。至於高粱酒之製造，則四季不停，而製麴則限於夏季，故製成之麴，須長期貯存，不免蟲害，且如受濕氣，則品質變劣，故釀造與製麴有同時進行之必要也。

4. 麴房 麴房分為二種：一為混合原料，作成磚狀之製練工場；一為使主要菌類繁殖於磚形物之製麴室。

(1) 製練工場之主要工作，乃將原料粉末，混以適當之水，入模型，以足踏實，作成磚狀物。此工場與製麴室毗鄰，當製麴時，招工一團，長幼共四、五十名，負製練之責，茲將其用具列下：一

1. 如圖173，乃用以計算原料粉末，內容約3.6公升，適供一個製練物（縱8寸4分橫5寸4分厚2寸）之用。

2. 水斗 如圖174，內容約1公升，適供一個製練物之用。

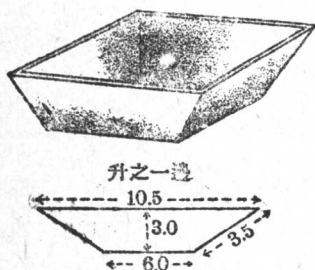


圖 173. 升

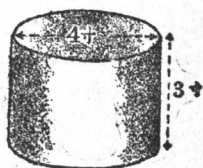


圖 174. 水斗

3. 練鉢 如圖175，乃用以混合原料及水。

4. 練鉢臺 如圖176。

5. 麴模子 木製, 如圖177。

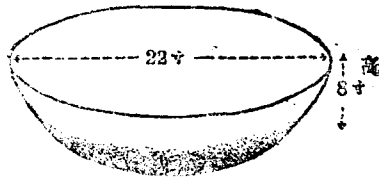


圖 175. 練鉢

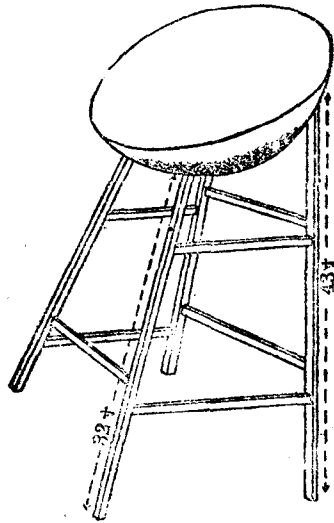


圖 176. 練鉢台

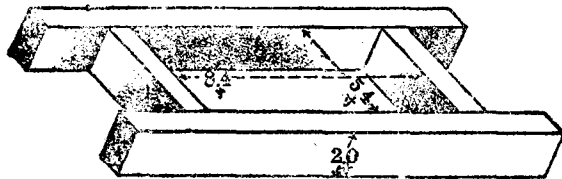


圖 177. 麴模子

## (2) 練製操作：

下述為遼陽永聚源燒鍋之操作情形。

如圖 178 A 為練製工場之配製，◎代表成人，○代表孩童。將混合

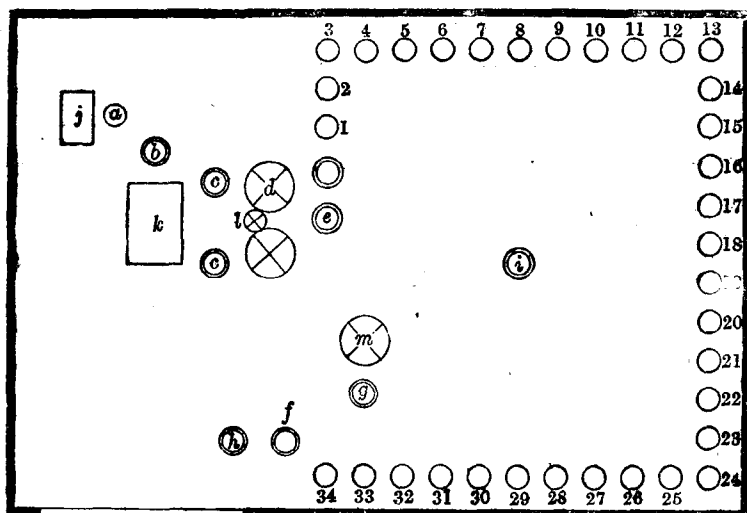


圖 178. A 練製工場

- |         |            |        |
|---------|------------|--------|
| a. 取蕎麥處 | b. 取原料處    | c. 練製處 |
| d. 練製鉢  | e. 受原料混合物處 | f. 拔取處 |
| g. 洗麵模處 | h. 運搬處     | i. 監督  |
| j. 蕎麥   | k. 原料      | l. 水槽  |
| m. 水槽   | 1-34 踏麵者   |        |

之原料粉末，置於練鉢臺上之練鉢，加水混合，作成一圓團，放入麩模子。足踏二、三次，遞於次席之“號頭”，由“號頭”踢送於次席，次席用手將其翻倒，而足踏之，按法進行，至第 34 名時，送於拔取之人，用手將製練物取出，而遞於搬運者。製練物載於板上，運於製麵室。監督者立於中央，督監孩童之工作。工作時呼應之聲，不絕於耳，秩序整然不亂。練製



速度每分鐘約十塊，每日操作 10 小時可得六千塊，適供一所製麴室之堆積。

以上操作者成人九名，孩童（12—15 歲）35 名，此外尚有預備人，每二小時工作者更換一次，以資休息。茲將此一團之人數及名稱列下：

管箱人(主人)	1 人
端麴的(運料)	2 人
接團的	2 人
運搬的	2 人
打水的	1 人
踏麴的	35 人
幫辦的	2 人
量升的	1 人
拌鍋的	4 人
臥麴的	1 人
伙夫	1 人
計	52 人

原料所混合之水量，關係甚大；如用量太小，則有用菌尚未繁殖，已呈乾燥之狀。菌之來源以空中及高粱桿為主要，如混以優良麴種，則結果更佳。

圖 178 B 為踏麴之情形。

(3) 製麴室 製麴室如圖 179 通常為闊 20 尺，高 9—10 尺之平屋。前後兩牆距地 2—3 尺處設紙窗，紙上塗油，以便保溫，紙窗可以開放通氣。房之前面設一小門。

為豫防凝結水由屋頂滴入麴塊起見，屋頂之建築，如圖 180，使由濕麴蒸散濕氣所凝結之水，由邊沿流下。



圖 178. B 踏麴室

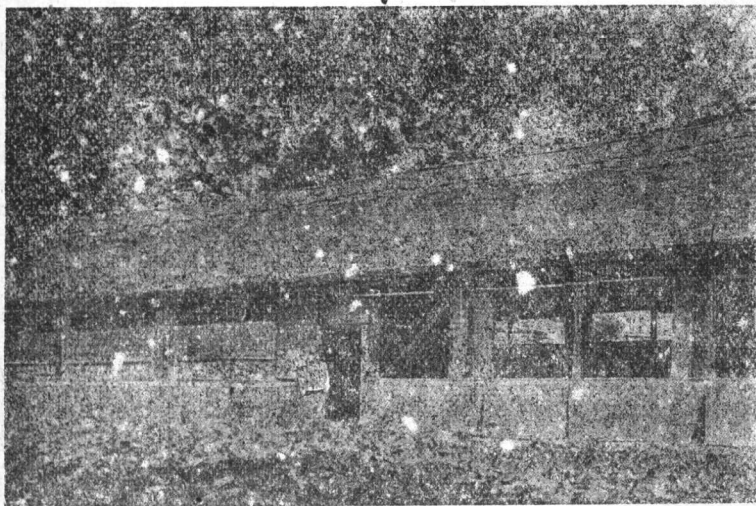


圖 179. 製麴室

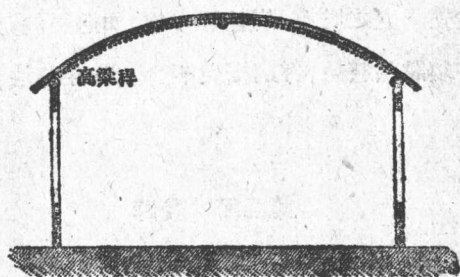
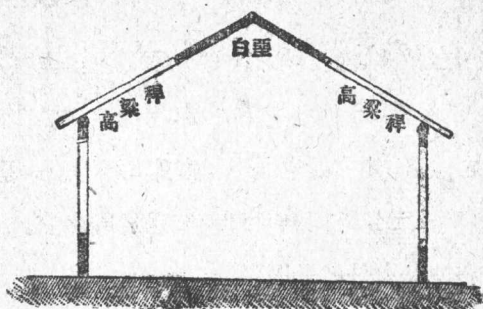


圖 180. 製麴室之屋頂

(4)製麴操作 由練製工場運來之磚形物，堆積三層，每層之間隔爲1寸。全室百十列，十七行，共計5610個。地面劈馬蓮草或穀稈，其上置磚形物。一房內之麴必爲同時所製練者，否則濕度不易調節。堆積之後，各窗關閉。室內之溫度因麴菌之發育逐漸上升。第二日發見稍白色菌絲，將層之上下倒置，使溫度及濕氣可以一致，以促菌之繁殖；但調換位置時，須十分小心，以免麴塊之破碎。司此工作者5—8名。一房之麴，一小時可以完畢。第三日表面發見白色菌絲，按前法將麴塊調換，並

將層數增為四層。

嗣後漸將層數增多，並由窗之開閉，調節室內溫度及濕度，使麴菌可以發育均勻。例如第 28 日麴塊為 8 層，室內之麴為 14 行 50 列，中央留有 2 尺 5 寸之通路。其室溫為  $28^{\circ}\text{C}$  (室外  $23^{\circ}\text{C}$ )。如是者 40 日有奇，菌塊十分發育，麴子充分乾固，即可出麴，送於貯存室。

以上操作為仲夏七月之一例。

(5) 麴之鑑定 製成之麴，全面灰色，具特有之霉臭，其破碎面之白色菌絲均勻者為良質；而多暗色部分者為劣質。

(6) 貯麴室 麴之貯存，以乾燥為尚。如遇雨漏，麴有腐敗之慮。又貯存中蟲害亦須設法避免，否則損失不少。貯存得法者，可經十餘年而不失其效力。

## 第四節 發酵

### 第一項 設備

高粱酒之釀造，先將碾碎高粱蒸熟，混以麴粉，放於窖槽中，使其發酵，名曰秕子（即醪），然後在蒸餾室蒸餾。發酵室俗稱窖子房，蒸餾室俗稱甑房。茲將各種設備說明如次：—

1. 窖子 窖子通常埋於地下，或用木製，或將地開深，四圍以磚及三合土築成槽形。其容量約 20 石，普通闊三尺，長七尺，深七尺。窖底鋪以高粱桿。因槽極深，故取出秕子時，須用簡單之梯（圖 181）。

2. 蒸餾器 如圖 182，高粱秕子在窖子槽發酵完畢，放入蒸餾器甑中，水蒸汽由釜中穿入醪中，使酒精成分蒸出，引入冷却器而凝結之。

凝成之酒，由嘴管逸出。

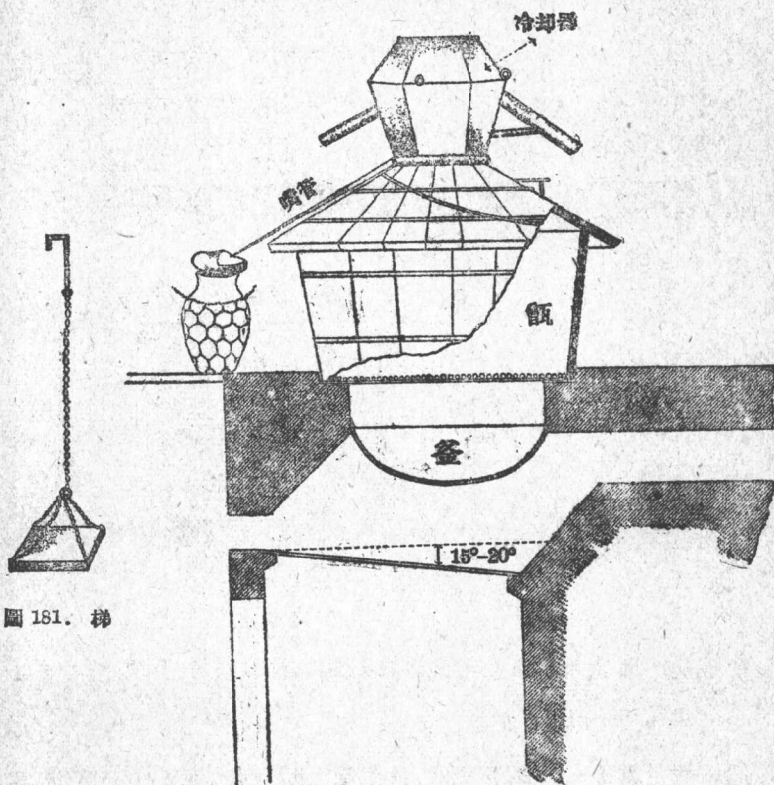


圖 181. 梯

圖 182. 蒸餾器

3. 竈 竈多用磚建築，深入地下六尺，用鐵棒8—9根為火床，火床如圖183，其傾斜度為15—20°，向內而低下。焚火口如圖183所示。

4. 烟突 烟突為磚製，每灶各用一個。

5. 鍋 供給水蒸汽之鐵鍋，徑4尺，深1尺5寸乃至2尺，熟鐵製者較生鐵製者為耐用。

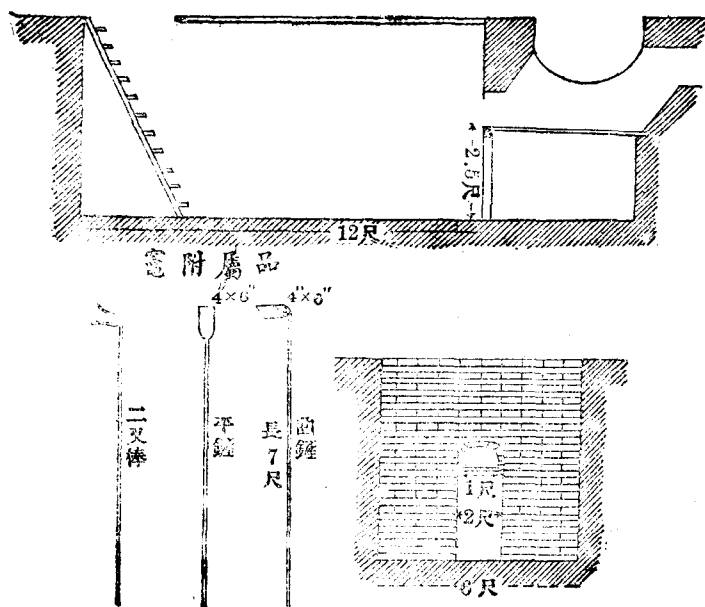


圖 183. 甑

6. 甑筒 甑筒爲木製而無底，筒以鐵圈，高3尺6寸，內徑4尺4寸，上部內徑5尺4寸。

7. 鐵輪及簾子 甑係無底槽，當蒸餾之時，甑之下底放一鐵輪，其上更置二個簾子，此簾子係高粱桿所編，用以支醪(圖184之1)。

8. 甑蓋 如圖184A大口徑與甑相接，小口徑與冷卻器相接，工作者立於A處，將冷卻器中之水攪拌。

9. 冷卻器 或名錫鍋及錫釜。如圖184B，A部充滿冷却用水，酒精及水蒸汽先集於B部，與冷卻面C相接觸，凝結之酒，沿C邊而由D溝向嘴管而流於受器中。A內之水用拌子(如圖185係竹枝或木枝所製)

不絕攪拌。

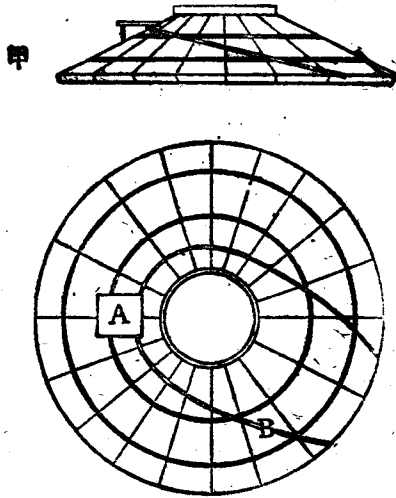


圖 184 A 甑蓋

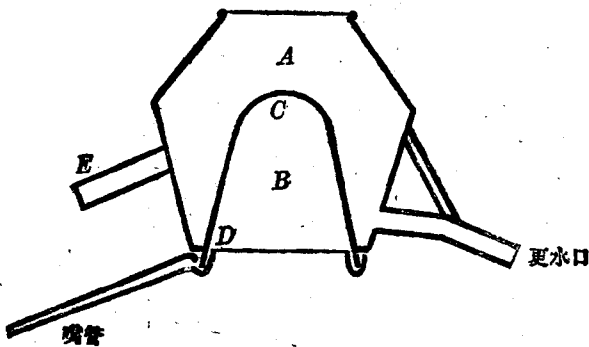


圖 184. B 錫鍋



圖 185. 拌子

當蒸餾時，冷水溫度漸升，故可拔去換水口之塞放出溫水，而換以冷水。

10. 受器 由管嘴放出之酒，先流於漏斗，再流入甕中。

11. 木櫛 製酒材料放於甕中後，其上以木櫛（如圖186）打實之。

12. 木鏝及糶鏝 均為木製之櫛，木鏝用以運送秕子或糟於甕上；糶鏝較木鏝稍小，供秕子之冷卻及秕子之混合用，（圖184之4及5）。

13. 柳罐及箕 柳枝所製之罐名曰柳罐（圖187之6），供秕子之運送用，容量約5升至1斗。箕如圖187之7，用途略同。



圖 169. 木櫛



圖 187. 釀造用具

14. 打水大柳罐 楊枝製之打水罐（如圖187之18）供原料加水用。

15. 打水小柳枝罐 與大柳罐略同（如圖187之2）附有木柄，供冷



卻器換水之用。

16. 鐵窖條 爲長 8 尺餘之鐵棒，穿入醪中，作成小孔，藉以判定發酵進行之程度。

17. 斗 楊枝製，容量約一斗，計量麴粉用，(圖 184 之 8)。

18. 皂筐 亦爲楊柳條所編之羹匙，供取糝子用，(圖 184 之 9)。

19. 鈎子 蒸餾完畢，用木鐵由甑內取出酒材料，但此時甑內四隅附着之糝子，可用鈎子(圖 187 之 14)搨出之。

20. 泥土容器 爲長 3 尺闊 1 $\frac{1}{2}$  尺深 1 尺 5—6 寸之箱，泥土在此小箱內練就，再用鏝及鏝板(圖 188) 劈於窖子中醪之表面。

21. 糝槽混合棚 此棚設於甑側，供糝子及糝子(即新高粱粉)混合之用。

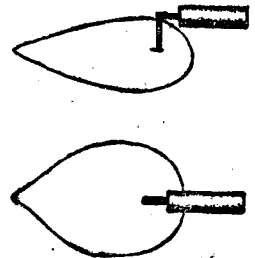


圖 188. 鏝及鏝板

### 第二項 釀造用水

高粱酒之釀造用水極少，爲其特點。水質之良否，與酒之品質之關係甚巨。使用不良之水如鹽水、臭水等者，則酒之生產量低少，而其品質亦不佳良；且貯存一個月，即呈白濁並具鹽味云。

### 第三項 釀造操作

高粱酒乃由半固形法發酵而成，將蒸熟高粱與麴粉混合置窖子中，使其糖化與發酵同時並行。茲述其發酵法如下：一

窖中之醪發酵既畢，取出混以新原料(即磨碎高粱)，置甑中蒸餾約 1 小時，醪中酒精成分完全蒸出，新原料亦適度蒸熟。蒸餾既畢，將此混合物用舊鐵散布於冷却物，使其溫度低至約 28°C，加入定量麴粉及水，

更用耨鐵攪拌而混合之後，納入窖中。9—10日後，發酵終了，更加新原料，按前法蒸餾，加麩並入窖中。如是者反覆進行之。但如不將蒸餾殘渣除去一部分，則醪量將繼續增多，故新原料之加入與廢糟之取出，必須保持其平衡也。

26石之耨子及五百五十塊麩粉(約6石5斗)，所製之秕子分爲二窖，當蒸餾時，按圖189分爲五部，順序蒸餾。I窖之秕子分爲三部，II窖爲二部，合計之共爲五部。第5部之秕子係用5石2斗之耨子及110塊之麩子所製，而每日所加新原料亦爲5石2斗之耨子及110塊之麩子。故每日將第5部之殘滓除去，則秕子全量不至增減。但第5部入窖之時，不加新高粱，而祇用麩粉，故蒸餾殘渣，所含有用成分較少也。

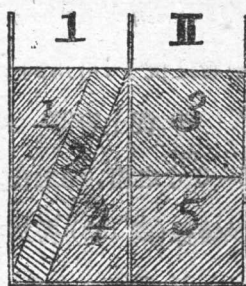


圖189. 醪蒸餾之順序

3及5兩部之間，中置一線，以明境界，使醪由窖中取出時，不致相混。

### (1) 第一次蒸餾操作

晨將鐵鍋充水，並加火煮之使沸騰，一面將當日蒸餾之醪，如圖189分爲五部，取1、2二部置於秬耨混合棚，加以3石九斗耨子，善爲混和，分爲二甌，行第一次之蒸餾。秕子之運搬，使用柳罐子。放入甌內時，厚薄及鬆緊均須十分注意，使酒精可以均勻蒸出；否則蒸餾物之水分多而殘渣則多含酒精成分。裝甌時間約30分鐘。裝甌既畢，甌之周沿塗附蒸餾糟約2寸，再掩以甌蓋，以防蒸汽之漏出。錫製冷却器中之水，不絕

攪拌，使酒精氣遇冷卻面而凝結，由嘴管集於受器中。冷卻水溫度 high 時，即須更換。換水次數，普通為五次，其時間如下：一

第一次換水	蒸餾開始後 25 分
第二次換水	第一次換水 15 分
第三次換水	第二次換水 10 分
第四次換水	第三次換水 8 分
第五次換水	第四次換水 4 分
蒸餾終了	

蒸餾時間因火力之大小而有不同，普通自 40 分乃至 1 小時，其蒸餾物之溫度如下：一

蒸餾開始 15 分後	71°C
蒸餾 30 分後	67°C
蒸餾 37 分後	56°C

上述溫度太高，乃因冷卻器之冷卻面太小之故，酒精成分不免逃散，損失不小。

蒸餾初期之蒸餾物，稍帶色，具臭味，次為透明之燒酒，最後又顯白濁色。茲將蒸餾時間之經過與燒酒酒精分之關係列下：一

	酒精容量%
蒸餾之初	83 % (45°C)
蒸餾 15 分後	79 % (45°C)
蒸餾 30 分後	57 % (44°C)
蒸餾 37 分後	43 % (43°C)

蒸餾之初，蒸餾物富於酒精成分，在受器內形成泡沫；嗣後酒精成分漸低，泡沫亦漸消，酒師夫以掏酒器(圖190)檢視酒花，以定蒸餾之終

了時間。蒸餾終了時，酒分尚為 43%，但不繼續蒸餾，因淡酒不得出售也。

蒸餾既畢，將冷卻器之水放出，取去甑蓋。甑內之蒸餾殘渣，用木鏟散布於冷卻場，需時 7—8 分。



圖 190. 淘酒器

### (2) 第一次入窖操作

以楊枝製之鈎瓶，在鍋中取熱水二三瓶，撒布於冷卻場上之熟蒸餾殘渣。再用耢鐵將丘形堆積之醪高揚於空中，而擲至他方，仍作丘狀，其手續頗為巧妙。約 20 分鐘，醪之溫度低至  $40^{\circ}\text{C}$ 。更將醪翻拌，並舖成薄層。約 55 分後，冷至  $27^{\circ}\text{C}$ ，此時加麴粉三斗，再用耢鐵混合之。

醪之所以高揚於空中者，固以促進冷卻為目的，但同時因與空氣十分接觸，除去因蒸餾所生之臭味，並吸收空中氧氣，以助釀母之發酵。且釀造場含有釀造必要之釀母，亦自然混入醪中。

以上為夏期操作之一例，冬期嚴寒之時，冷卻較速，約 20 分鐘即可混以麴粉。甑房內須有防禦設備，並設火爐，以免醪溫太低，否則糖化發酵不免遲緩。

一回蒸餾之量，約用十三桶之水（桶之容量五升餘），當醪之濕度均勻時，用木鏟或箕運入窖子，此時溫度以  $22-23^{\circ}\text{C}$  為宜，但夏期醪溫不能達室溫以下，為燒酒產量低少之一因。

### (3) 第二次蒸餾操作

第一次蒸餾操作既畢，將棚上所餘之稅釀混合物，按照第一次蒸餾操作行第二次之蒸餾。

### (4) 第二次入窖操作

與第一次之入窖同。

(5)第三次蒸餾及入窖操作與前同，然此時用圖 189 之(3)部分之醪，不加種子而蒸餾之。入窖時混合三斗麴粉，均與前二者同。

(6)第四次蒸餾及入窖操作

蒸餾之時，取出第189圖之(4)部分，加種子約一石三斗，當入窖時，加麴粉四斗。

(7)第五次蒸餾及入窖操作

取第 189 圖(5)之部分(即前次入窖時不加新高粱而僅加麴粉者)。不加新種子而蒸餾之。蒸出酒適釀定之度數時，換盛他受器，蒸出之酒與次日使用之種子混合，再蒸餾之。

此第五次蒸餾後所餘之糟粕，可運於甌房之外，以為飼料。

茲就前述之事實，總計一班一日之原料使用量如下：

	種子添加量	麴粉添加量
第一次	} 3石9斗	3斗
第二次		3斗
第三次	無	3斗
第四次	1石3斗	4斗
計	5石2斗	1石3斗
	(約 1500 斤)	(約 330 斤)

以上四次入窖，所添加之新原料總量，正與第一次蒸餾量相當。入窖四次後，分為五次蒸餾，而棄去第五次之糟粕，如是醪之總量常無增減。

## (S)操作時間

以上五次之蒸餾及四次之入窖爲一日之釀造操作，其重要之時間

如次：一

裝甌	約 30 分
蒸餾	40 分至 1 小時
卸甌	約 10 分
合計	1 小時 20 分乃至 1 小時 40 分
放冷至入窖	約 1 小時
批子之運搬	約 1 小時半

操作時放冷及裝甌蒸餾同時並行，以省勞力，一班之工作，自每日午前二時開始，午後十時終了。

## 第四項 入窖之順序

茲述一日一班之工作，裝盛於二個窖子，其秕子分五次蒸餾，並蒸餾後棄去其一部分之糟粕，而其他四部分添加新原料又入窖中。茲就其入窖順序繪圖說明如次：

如圖 191 之 A 圖發酵終了時，按圖中所示順序取出秕子而蒸餾之。蒸餾既畢，按 B 之順序而入窖中。此秕子之發酵既終，又按 C 圖之順序而蒸餾之。故蒸餾前 I 窖及 II 窖充滿 (A 圖)，蒸餾後盛入 III 窖及 I 窖，而 II 窖則爲空虛 (B 圖)，9—10 日發酵終了，按 C 圖之順序再蒸餾之，而入窖之法則又如 B 圖，此後反復進行不已。

## 第五項 入窖後之操作

秕子入窖後，上部作成丘形，其上覆以薄層粟糠，更覆以約一寸厚之泥土，藉以隔絕空氣。粟糠所以使泥土不與發酵材料直接接觸，如是

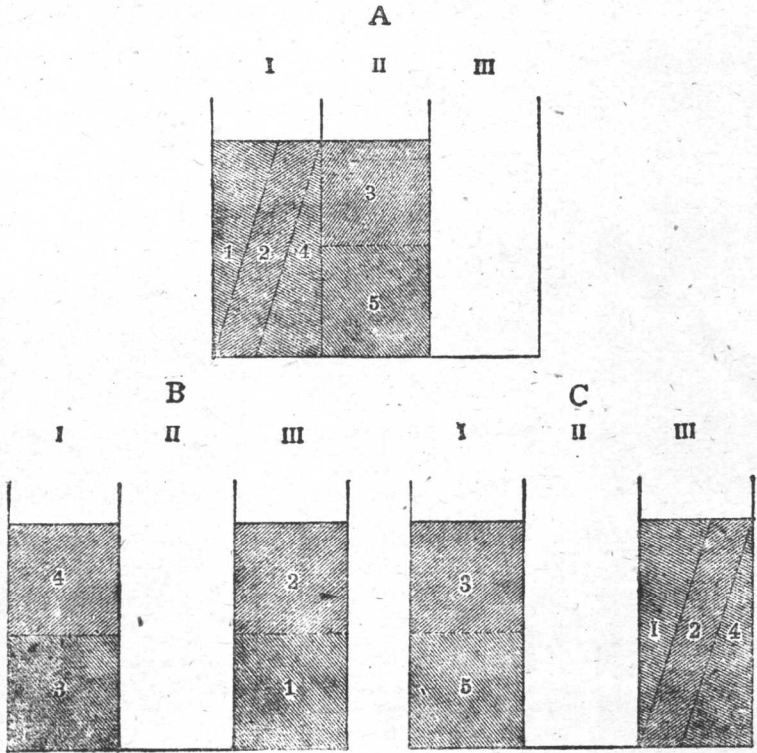


圖 191. 入窖順序圖

使空氣不能進入，可以防止醋酸菌之繁殖，但厭氣菌不免發育。

前述之麴粉含有多種菌類，其生產物可以使燒酒具一定之香味，以合需要者之嗜好。其製法為多年經驗之結果，驟視之頗為幼稚，而實則合理之處亦不可沒也。

#### 第六項 發酵之經過

發酵之經過因季節而不同，入窖後第三日，發生微弱發酵。第 6—7 日發酵最為旺盛，漸次緩慢，普通 8—10 日發酵終了。第三日之發酵最

爲緊要，如此時認爲圓滿，則可預知最後之結果。試驗發酵進行之程度，乃以長鐵棒穿於窖底，嗅其香氣而判定之。

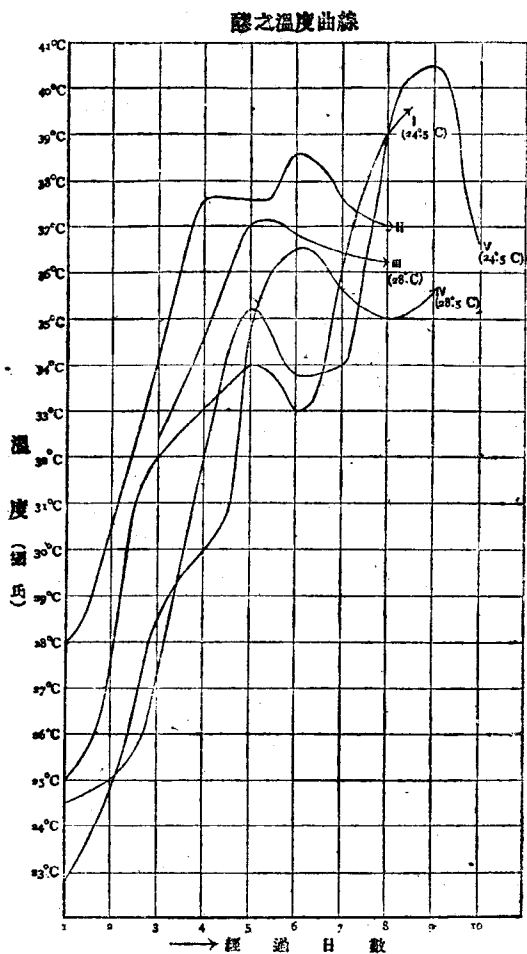


圖 192. 醪之溫度曲線

第 192 圖 爲 五 個 燒 鍋 窖 子 所 測 定 發 酵 時 溫 度 變 遷 之 結 果， 可 以



略知發酵進行之程度。

### 第七項 創業之始之入窖法

當創業之始，將粉碎高粱加以適當水分後蒸熟，冷卻，混以麩粉，納入窖子，使其糖化並發酵，其操作手續如下：—

碾碎高粱約 2688 斤，運入甌房之冷卻場，注 900—1100 公升之溫水，以木鏟善爲混和後，堆積如丘形，上覆以蓆，放置過夜。翌朝分爲二甌而蒸熟之。蒸熟後，撒布於冷卻場，加以適量之水，並冷至適溫，加入 110 個麩粉混和後，入窖，其上塗以泥土，隔斷空氣。入窖 8—10 日後，發酵終了，將醪取出，加新高粱 1680 斤，分爲三甌，而蒸餾之。各甌之內容物，在冷卻場撒布冷後，共混以 145 個麩粉，分爲二窖，如前法以泥土封之。再經 8—10 日，發酵終了，醪由窖子取出，分爲四甌，而蒸餾之。但四甌中之一甌，不加新高粱，而其他三甌則共加 1456 斤之新高粱。蒸餾後，冷卻，共加 150 個之麩粉，如前法仍裝於二窖中。

過 8—10 日後，醪由窖子取出，分爲五甌，其中一甌即前不加新高粱者，蒸餾後，成爲糟粕。此外四甌中之一甌不加新高粱，而其餘三甌共加新高粱 1450 斤而蒸餾之。此四甌共加 130 個之麩粉，而入窖中。嗣後照此方法繼續發酵。

### 第八項 窖子之數

發酵日數普通爲 8—10 日，每班取出二窖子之醪，故須用窖子 16—20 個。

## 第五節 酒糟

每日一班所出之濕酒糟爲 1800—2000 斤，茲將東三省燒酒之酒糟成分列下：—

燒 鍋 名	水 分	乾 燥 物 百 分 中							
		水 分	粗 脂 油	粗 蛋 白 質	澱 粉	糖 分	纖 維	灰 分	酸 量 (乳 酸)
遼陽天欲興	51.62	9.78	8.76	20.76	29.84	0.96	8.24	7.79	4.37
奉天永成源	59.01	10.36	8.50	21.24	32.06	0.92	7.38	7.55	4.18
長春公升合	59.33	10.24	7.72	22.26	30.86	0.74	9.30	6.83	4.77
大石總開泰源	57.60	10.56	8.53	19.96	31.27	0.77	10.76	7.73	4.32
小崗子匯泉源	47.40	11.10	7.86	21.64	30.33	0.76	8.58	7.53	4.54

觀上表可知糟中乾燥物平均含澱粉 30%，其技術之幼稚可知。

### 第六節 高粱酒之蒸出量與理論產額之比較

東三省產大麥小豆中之澱粉量如下

表：—

高粱	63.7 %
大麥	60.5 %
小豆	52.5 %

每日一班用新高粱1500斤，麴子330

斤，其澱粉量如下：

高粱澱粉總量	955.5 斤
麴澱粉總量	大麥澱粉 134.4 斤
	小豆澱粉 56.6 斤
	合計 1146.5 斤

100 份之澱粉，理論上可生 56.78 份之純酒精，故前述一班日使用原料澱粉總量 1146.5 斤，可生純酒精 651 斤。然燒鍋一班一日之蒸出量成績優者可得 65% (容量) 或 57.5% (重量) 之燒酒 500

斤，換算爲純酒精 287.5 斤，僅合理論上 40.2%。

### 第七節 燒酒之鑑定法

燒酒酒精含量 60—67% (容量)，其鑑定之法係以酒花(即酒泡)爲標準。法用瓢二個，先加清水四容積於瓢內，繼加燒酒，徐徐由一尺七、八寸之高處傾入他瓢，至加入之燒酒，可使所生酒花蓋滿液面，並能於相當時間內不消滅爲度。所加燒酒之量愈少者，則此燒酒之質愈佳。酒商以加燒酒容積之多少而定其所謂漿口之大小。漿口以數目表示者，稱曰漿數。如將水四容積酒十容積混合而生花者稱爲“四漿酒”是也。

據黃海化學工業社研究利用酒花量燒酒濃度之標準如下：

1. 清水與酒以室溫爲宜(15°C)
2. 酒與水之混合，傾倒以四次爲標準。
3. 酒花蓋滿液面後，須在四至七秒鐘內，生出破隙並開始消滅。
4. 燒酒內須不加藥品。
5. 傾倒器具以瓷杯或塗血料之容器爲標準。
6. 以水四容積，酒十容積，所生酒花能合乎“3”條者爲四漿酒，每增加或減少酒一容積，減少或增加 0.2 之漿口。

按試驗結果：水與酒混合，傾倒四次，恰達最高生花點，且在四至七秒鐘內破滅者，其濃度皆在 47%—48% 之間，利用此點，可由下面公式算出漿數與濃度之比照。

$$A = \frac{190}{y} + 47.5$$

A……試料燒酒之濃度。

y……水四容積加入燒酒之容積數。

由計算所得數值再與漿數對照，列成表格。復用各種濃度之燒酒，加以實驗，多能與理論數符合，即有差誤，少達 1.5%，茲列表如下：—

燒酒濃度與漿數

燒酒之濃度(容量)	對於水四容積要 加燒酒之容積數	漿數
52.7 %	36	0
54.8 %	26	1.0
55.5±.6%	24	1.2
*57.0±.6%	20	1.8
*57.5±.6%	19	2.0
*58.0±.6%	18	2.2
58.9±.6%	17	2.4
*59.4±.7%	16	2.6
60.1±.7%	15	2.8
*61.1±.7%	14	3.0
*62.1±.7%	13	3.2
*63.3±.7%	12	3.4
*64.7±.7%	11	3.6
*66.5±.7%	10	4.0
68.6±.7%	9	4.2
*71.2±.8%	8	4.4
74.6±.8%	7	4.6
*76.7±.8%	6.5	4.7
79.2±.8%	6	4.8
*82.0±.8%	5.5	4.9

[註] 有 \* 者已經實驗

瓢之形如圖 187 之 10，係楊枝所編，貼以棉紙並塗豚血，容量約 2—3 公升。

### 第八節 貯酒器

燒酒之分量以提(如圖 193)計之，提有大小，大者可容 28 兩，中者 14 兩，小者 7 兩。



圖 193. 酒提

如圖 194 爲錫製之貯甕，容量約 200 公升。如圖 195 爲楊枝所編之酒籃，內貼破布及毛頭紙，更塗以豚血十餘層，再用黃蠟之香油溶液塗之，乾後備用，可歷久不壞。大者可容 120—160 大提，中者 30 大提，

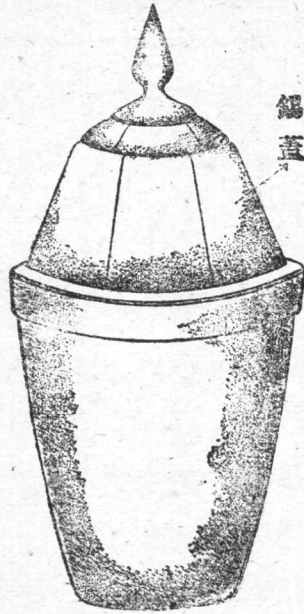


圖 194. 貯酒

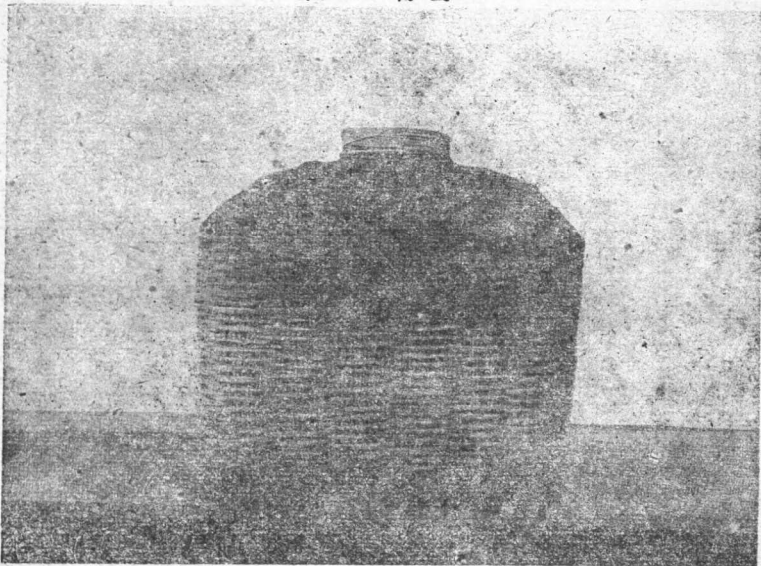


圖 195. 酒罈

小者 18—21 大提。大甕長 2 尺 2 寸，橫 1 尺 4 寸，高 1 尺 8 寸。如圖 196 爲貯槽，木製，其內部之處理亦如上法，普通可容大提 3500 提。

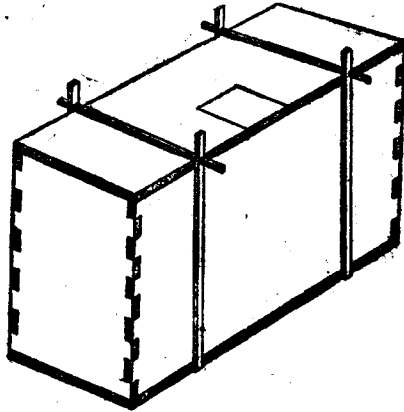


圖 196. 貯槽

(注意) 本章所述石數，係東三省之舊制，每石約 250 公升，每斤合 600 公勞。

### 第九節 高粱酒麴製造之化學成分變化

釀造高粱酒應用之麴，具糖化及發酵之作用，故與釀造關係至爲重大。品質之優劣，產量之多寡，固因技術及設備而定；然與麴有直接之關係。茲將澁川鑛藏及中西金三郎二氏所研究之高粱酒麴製造法及其化學成分變化，摘述如下：—

#### (一) 原料

原料之配合法如下：—

大	麥	100 斤	大	豆	55 斤
---	---	-------	---	---	------

其化學成分如下所示：

	水分	澱粉	粗脂肪	粗蛋白質
大麥	11.10	59.75	2.89	12.92
小豆	11.90	47.18	1.09	20.63

### (二) 原料之粉碎

原料依上比例混合後，粉碎二次。第一次為粗碎，第二次則碾碎至適宜粉末。其粉碎程度，以粉碎原料攪於手中，由側面看去，恰呈麩之斷面形狀時為破碎適宜之證。

### (三) 練製(踏麩)

取一定量粉碎原料，加適宜水量在和麵盆中，和成一團，擲入所謂麩模者之井字形模中，用脚踏緊，造成磚形。

一日製麩 5500—5800 塊。每塊需原料約三斤半，加水量約一公升。在和麵盆中拌作一團，擲入模中，踏密即成生麩。茲將製造時麩模之大小，與踏成生麩之大小，及製成之麩之大小(尺)述下：—

麩模子	生麩	成麩
全長 1.65	0.85	0.82
全寬 0.85	0.55—0.56	0.48
內部長 0.85	—	—
內部寬 0.56	—	—
高 0.20	0.20	0.19

生麩之重量如下：—

一塊生麩的原料與水相加，等於五斤一兩至五斤二兩。因踏製時原料稍被損失，以致踏成時之生麩重略輕。

### (四) 製麩工作



如上所述之生麴練製就後，順序運入麴室，為防避與地土接觸，麴室地上，預鋪蓆子或馬蓮草一層。生麴運至室內，即以一定方式，自室之一邊順序排列。其排列法為室內四周稍留空地，以便行走。每排先架為三層。為免麴之接觸，層間置高粱桿數條，兩排之間隔約為一寸。一室排滿約有五千五百塊至六千塊。室內麴子排滿後，用草蓆遮蓋麴之周圍及其上面，窗子全閉。翌日菌類漸次發育，溫度漸次上昇。麴之表面出現點點白色菌絲，翻轉一次，倒換上下之麴，保持平均溫度，使麴菌發育可以均勻。翻後每排增為四層，排間距離約為二寸。翻轉後第二日麴菌繁殖更為旺盛，品溫亦因之上昇。翌日舉行第二次翻轉。翻轉方法與前回相同。惟各排間隔較前稍寬。此後為麴菌繁殖最旺盛時間，每隔一日如前法翻轉一次。品溫漸漸增高，為調節溫度起見，使層數次第增高，排數減少，使排間距離增廣。至第十一日增為五層，第十三日七層，第十六日達到八層，各排間距離寬至五寸，此後層數不再增加。最初麴室門窗全閉，促進麴菌繁殖。品溫既已上昇，則須關閉窗子以調節溫度。自麴入室後，麴菌繁殖，溫度上昇，水分即漸次蒸發，殆麴將完成時，水分已盡，麴子乾涸。於第十日達到此現象，品溫達  $51^{\circ}\text{C}$ 。自生麴入室至麴成熟，共需三十五日。至於室溫最高為  $38.4^{\circ}\text{C}$  製造初期因門窗全閉，室內濕度將近飽和，四壁咸結露滴。製造完了後，麴子重疊於通風場所，待其乾燥。

#### (五) 麴室記錄

茲述麴室記錄列表如下：一

總 室 記 錄

日期	日數	時刻	工作	品 溫					室 溫			濕球	備 要	
				一	二	三	四	五	普通	最高	最低			
9月20日	第1日	午後七時 三十分	略後	5.0	16.0	一,	17.0	17.0	18.0	18.0	18.0	17.8°C		構成三層,上面及周圍蓋以厚紙,排間之隔約一寸,窗門全閉。
21,	2,	午前六時 正 午後六時		15.9 16.5 17.0 17.0	16.5 17.0 17.0	一,	18.0 19.0 18.0	17.0 19.0 20.0	18.0 18.5 19.0	18.0 20.5 20.8	17.0 — —			
22,	3,	全 上	(午 翻)	18.5 19.0 19.0	19.0 16.0 19.0	一, 一,	20.0 19.0 19.0	17.0 19.0 18.0	21.0 19.0 19.0	20.5 20.4 19.4	17.2 16.5 18.0		本日翻後,增為四層,各排間隔約二寸,開二三個窗,總之表面現白色。	
23,	4,	全 上		19.0 18.0 18.0	19.0 22.0 17.0	一,	18.5 18.0 19.0	16.0 20.0 20.0	19.0 21.5 17.5	18.2 21.8 21.8	15.0 15.6 17.8			
24,	5,	全 上	(午 翻)	21.0 21.0 22.5	21.5 22.5 23.0	一,	22.0 24.0 24.5	18.0 21.0 21.0	21.0 23.0 24.5	20.4 22.8 22.8	18.6 18.0 21.6		翻經方法同前,各排間隔稍廣。	
25,	6,	全 上		25.0 23.0 24.0 28.0	24.0 24.0 29.0	一,	22.0 26.0 23.0	23.0 23.0 24.0	26.0 29.0 29.0	23.4 24.6 24.8	19.4 19.4 24.0		自本日起門窗全閉。	
26,	7,	全 上	(午 翻)	31.0 33.0 35.0	30.0 34.0 34.0	一,	31.0 33.0 36.0	25.0 30.0 32.0	31.0 33.0 35.0	28.2 30.6 32.2	24.6 16.0 30.2		翻經如前,排間距離稍縮。	
27,	8,	全 上		34.0 39.0 40.0	35.0 38.0 39.0	一,	34.0 39.0 41.0	32.0 35.0 36.0	35.0 38.0 39.0	33.2 35.6 36.8	32.0 33.0 35.6 36.0		總之表面狀況稍有進步,除白色菌絲外,麴菌等亦見繁殖。	

總室記錄 (一續)

26,	9,	全上	翻午 轉後	38.0 37.0 39.0	38.0 37.0 38.0	38.0 37.0 38.0	38.0 37.0 38.0	38.0 37.0 38.0	36.8 37.0 38.0	34.8 33.0 35.0	36.0 38.0 36.0	每排增為四層，排間距離約三寸。
29,	10,	全上		39.0 40.0 39.0	38.0 40.0 40.0	39.0 40.0 37.0	38.0 38.0 37.0	37.0 38.2 37.8	37.0 38.2 37.8	35.2 36.4 35.2	38.0 38.0 37.0	
30,	11,	全上	翻午 轉前	39.0 40.0 39.0	44.0 40.0 40.0	40.0 40.0 38.0	38.0 38.0 37.0	37.6 35.6 38.4	38.4 35.6 38.4	36.0 38.0 37.0	38.0 38.0 37.0	增為五層，排間距離約四一五寸，總萌芽胞與 Minor 芽胞的黑色菌叢甚多。
10,1,	12,	全上		39.0 32.5 35.0	38.0 33.0 34.0	38.0 39.0 32.0	36.0 33.0 34.0	36.4 32.0 34.0	35.0 35.8 29.0	36.0 26.0 29.0	36.0 26.0 29.0	本日上午及下午雷開兩層，使溫度下降。
2,	13,	全上	翻午 轉後	34.0 33.0 34.0	34.0 34.0 35.0	34.0 30.5 30.0	31.0 33.0 33.0	31.2 33.0 34.0	29.0 28.5 28.0	29.0 28.5 28.0	29.0 28.5 28.0	增為七層，排間距離為三寸，雷門不時開放。
3,	14,	全上		33.0 32.0 31.0	33.0 35.0 31.5	33.0 44.0 36.0	30.0 31.0 32.0	32.4 23.0 32.0	23.8 23.0 23.6	27.0 26.0 26.0	27.0 26.0 26.0	狀勢大進步，表面多乾燥，雷門不時開放。
4,	15,	全上		37.0 36.0 35.0	39.0 39.0 34.0	36.0 42.0 41.0	27.0 26.0 26.0	32.0 31.5 31.0	24.0 23.5 23.4	23.0 — —	23.0 — —	
5,	16,	全上	翻午 轉前	32.0 29.0 37.0	40.0 35.0 38.0	40.0 44.0 39.0	30.0 26.0 25.0	32.2 31.0 27.2	21.8 25.0 24.4	27.0 22.0 22.0	27.0 22.0 22.0	增為八層，排間五寸，仍雷走路二道，雷門不時開放。
6,	17,	全上		38.0 30.0 32.0	43.0 39.0 38.0	44.0 57.0 36.0	30.0 34.0 28.0	34.4 23.2 31.8	23.2 28.8 23.2	28.0 25.0 26.0	28.0 25.0 26.0	

總 室 記 錄 (二續)

7,	18,	全 上	翻午 轉後	29.0 35.0 33.0	30.0 30.0 33.0	38.0 37.0 45.0	37.0 32.0 39.0	39.0 41.0 45.0	27.0 25.0 31.0	32.0 33.4 33.8	23.0 24.3 23.0	24.0 19.0 27.0	餘下部三四節外，餘皆幸 自早晨開放，下午關閉，仍 為八層，惟非開單為七八 寸。
8,	19,	全 上		24.0 35.0 37.0	26.0 35.0 37.0	31.0 40.0 45.0	28.0 31.0 46.0	33.0 41.0 40.0	24.0 21.0 29.0	25.8 31.0 32.2	34.0 21.0 22.0	20.0 14.0 25.0	開窗數個。
9,	20,	全 上	翻午 轉後	29.0 44.0 36.0	28.0 36.0 36.0	35.0 36.0 41.0	43.0 47.0 39.0	38.0 46.0 41.0	24.0 27.0 28.0	31.0 33.4 33.6	18.0 25.0 19.8	21.0 18.0 20.0	開放窗門三回，每回開七 八個
10,	21,	全 上		43.0 46.0 32.0	44.0 46.0 31.0	47.0 43.0 38.0	48.0 43.0 38.0	51.0 41.0 31.0	31.0 32.0 27.0	33.0 34.0 34.6	19.4 32.8 23.2	30.0 37.0 32.0	開放窗門較前多，時間亦 長。
11,	22,	全 上	翻午 轉後	42.0 45.0 40.6	43.0 45.0 39.0	44.0 40.0 41.0	41.0 38.0 37.0	46.0 46.0 40.0	28.0 26.0 23.0	34.0 31.8 31.0	21.4 18.0 17.0	24.0 20.0 19.0	開窗如昨日。
12,	23,	全 上		43.0 38.0 38.0	43.0 37.0 37.0	46.0 40.0 40.0	44.0 42.0 40.0	45.0 40.0 40.0	29.0 28.0 27.0	32.0 31.8 32.8	20.0 18.8 19.0	27.0 24.0 23.0	上午前後各開窗八個，正 午開全窗三分之二，長時 間後，始行關閉。
13,	24,	全 上	翻午 轉後	42.0 37.0 43.0	42.0 37.0 43.0	45.0 37.0 44.0	41.0 42.0 49.0	42.0 40.0 46.0	29.0 28.0 30.0	32.6 32.6 30.8	19.2 19.2 24.6	29.0 25.0 27.0	開放窗門較昨日為少。
14,	25,	全 上		45.0 40.0 39.0	44.0 42.0 40.0	45.0 42.0 41.0	50.0 47.0 35.0	48.0 46.0 46.0	31.0 30.0 28.0	22.0 32.6 32.0	22.4 22.4 21.2	30.0 27.0 25.0	
15,	26,	全 上	翻午 轉後	45.0 41.0 29.0	46.0 42.0 29.0	34.0 35.0 30.0	37.0 35.0 30.0	40.0 41.0 34.0	28.0 28.0 23.0	33.0 33.0 33.0	20.0 19.0 20.0	26.0 26.0 25.0	

觀 望 記 錄 (三續)

16,	27,	全 上	34.0 46.0 25.0	34.0 46.0 25.0	35.0 34.0 27.0	35.0 34.0 30.0	36.0 35.0 30.0	22.0 28.0 22.0	27.0 28.6 25.0	19.0 25.0 21.0	19.0 26.0 18.0	觀之周圍蓋上草。
17,	28,	全 上	(午 翻後)	24.0 32.0 31.0	27.0 33.0 32.0	26.0 33.0 33.0	23.0 24.0 18.0	23.0 24.0 18.0	23.0 31.0 28.0	19.8 19.0 18.0	20.0 22.0 21.0	
18,	29,	全 上		28.0 28.0 31.0	30.0 30.0 40.0	29.0 28.0 29.0	28.0 28.0 30.0	25.0 24.0 25.0	31.0 35.0 25.8	20.2 21.0 22.6	23.0 18.0 23.0	
19,	30,	全 上	(午 翻後)	32.0 32.0 30.0	34.0 30.0 28.0	31.0 25.0 26.0	31.0 27.0 26.0	25.0 18.0 16.0	16.8 18.4 18.2	25.4 18.0 17.0	23.0 15.0 15.0	觀之周圍及上邊蓋以草 席。
20,	31,	全 上	(午 翻前)	20.0 21.0 25.0	23.0 25.0 25.0	22.0 23.0 23.0	23.0 21.0 25.0	14.0 15.0 18.0	14.0 16.0 17.8	13.0 14.8 15.0	11.0 13.0 15.0	室內溫度驟降，室內生火 爐。
21,	32,	全 上	(午 翻後)	25.0 32.0 27.0	34.0 30.0 31.0	29.0 30.0 27.0	28.0 31.0 25.0	20.0 23.0 20.0	22.0 24.2 25.0	20.0 21.0 19.8	19.0 22.0 18.0	觀築藏於室之中央，扶間 距離約二三寸，周圍全部 蓋以草席。
22,	33,	全 上	(午 翻後)	34.0 35.0 36.0	33.0 35.0 37.0	30.0 29.5 29.0	30.0 28.0 29.0	19.0 20.0 21.0	24.0 21.0 31.5	18.6 19.0 18.8	18.0 19.0 19.0	
23,	34,	全 上		28.0 26.0	27.0 25.0	26.0 26.0	27.0 26.0	20.0 20.0	18.6 20.0	17.2 18.8	18.0 20.0	
24,	35,	全 上	完製 了觀	21.0 21.0 20.0	23.0 22.0 22.0	22.0 21.0 21.0	23.0 22.0 23.0	18.0 17.0 16.0	20.0 18.0 17.0	17.4 17.4 15.8	16.0 16.0 15.0	窗門全開，觀重產室內。

上表品溫欄中一,二,四,五等號表示麴室四角麴之品溫,三爲中央部麴品溫,乾球與普通室溫相同,故從略。

### (六) 製麴中麴菌發育之消長與主要成分變化之關係

在麴室內四角及中央各排麴之中部,取出麴樣,用水塞穿孔器,穿孔,取器內物,置於乳鉢中磨碎,混合均勻,即行各成分之定量,其結果如下:—

	水分	總酸 (乳酸)	糖分 (葡萄糖)	澱粉 與糊精	全鈣量	蛋白質 量	非蛋白質 量
第 1 日	45.5725	0.1800	0.8760	32.1876	1.2810	1.1503	0.1307
第 5 日	43.6800	0.6300	1.8960	32.4216	1.4677	1.3593	0.1084
第 10 日	37.6709	1.2600	2.1400	34.0020	1.6583	1.3836	0.2747
第 15 日	34.5770	1.1700	2.0760	35.5176	1.8270	1.4817	0.3453
第 25 日	30.6070	0.2700	1.2400	34.3080	2.4651	1.5278	0.9373
第 35 日	23.0300	0.0216	0.7386	33.9493	2.6284	1.9674	0.6610
第 30 日	14.3950	痕跡	0.0368	37.4159	2.9797	2.1533	0.8214

茲將各成分之變化詳細討論如次:—

#### (一) 水分

	%	差
第 1 日	45.5725	(-)
第 5 日	43.6800	(-)
第 10 日	37.6709	(-)
第 15 日	34.5770	(-)
第 25 日	30.6070	(-)
第 35 日	23.0300	(-)
第 30 日	14.3950	(-)

以上表觀之，水分在製麴經過中次第蒸發。其蒸發量之大小與麴菌繁殖有大關係。最初室內麴之溫度比較低下，只見有青黴等發育，經過數日後，麴菌繁殖旺盛，品溫增高，水分之蒸發亦因之加速。第二十五日以後，麴菌類之菌絲已充分發育，浸入麴之內部，且麴表面之菌類已形成芽胞，而進入乾燥時期。麴之良否，在入麴室後十五日左右，可以預知；若此時期菌類發育不良，品質即惡劣云。至於麴之乾燥物中主要成分之變化則如下述：—

乾燥物內各成分之百分數：—

	總酸 (乳酸)	糖分 (葡萄糖)	澱粉 與糊精	全氮量	蛋白質 總量	非蛋白質 氮量	
第 1 日	0.3307	1.6094	59.1335	2.3536	2.1135	0.2401	
第 5 日	1.1136	3.3665	57.5668	2.6056	2.5735	0.0321	
第 10 日	2.0215	3.4333	54.5524	2.5328	2.2198	0.3123	
第 15 日	1.7865	3.1698	54.2311	2.7897	2.2559	0.5338	
第 25 日	0.3391	1.7867	49.4401	3.5525	2.2017	1.3503	
第 35 日	0.0281	0.9393	44.1072	3.4152	2.5561	0.8501	
第 79 日	痕 跡	0.1023	43.7073	3.4800	2.5057	0.9743	

(二) 總酸量

在第一天總酸量較少，以後菌類漸次繁殖，酸量亦次第增加，到第十日前後達最高點。爾後因麴菌之發育繁殖，酸量反而減少。至麴成熟時，祇留痕跡，此或因中期以後蛋白質分解物如氨等，漸次與酸中和生成鹽類所致。按麴中含鈣鹽極多，可為此說之證。茲將總酸量之增減狀況表如下：—

## 總酸量

	%	差
第 一 日	0.3807	} (+) 0.7870
第 五 日	1.1186	
第 十 日	2.0215	} (-) 0.2350
第 十 五 日	1.7865	
第 二 十 五 日	0.8891	} (-) 1.3974
第 三 十 五 日	0.0281	
第 七 十 九 日	痕 跡	●.3610

## (三) 糖分

糖分量先增後減，既如前表所示，茲將其增減程度表示如下：—

	%	差
第 一 日	1.6094	} (+) 1.7571
第 五 日	3.3665	
第 十 日	3.4333	} (-) 0.2635
第 十 五 日	3.1698	
第 二 十 五 日	1.7867	} (-) 0.8271
第 三 十 五 日	0.9596	
第 七 十 九 日	0.1023	} (-) 0.8573

自上表可見第一日至第五日，糖分增加。然第十日以後，糖分則逐漸減少。當因十日後菌類發育旺盛，盛生芽胞，養分之消耗量增加，糖分量求過於供，故見減少。自第十五日至二十五日糖分量特別減少，蓋此時麴菌類發育殆達全盛之境，需要多量養分之故也。

## (四) 澱粉與糊精



澱粉量在製麴進行中次第減少。當麴之發育時，澱粉漸次分解，故其量漸減；而其所生成之糖類或供麴菌之營養或為呼吸作用所消費；或因酸發酵作用變為酸類，故結果糖分反不見增加。茲將澱粉糊精在各時期中之減少量列表於下：

	%	差
第一日	59.1385	} (-) 1.5717
第五日	57.5668	
第十日	54.5524	} (-) 3.0144
第十五日	54.2331	
第二十五日	49.4401	} (-) 4.7910
第三十五日	44.1072	
第七十九日	43.7076	} (-) 5.3329
		0.3996

觀上表可知自第一日至第十日，十日內澱粉消費量次第增加，但自第十日至第十五日之間，澱粉之減少量特別微小，而一方面糖分之消費量則見增大。由此可知澱粉之變化，似不一定與麴菌發育狀態並行。第二十五日至第三十五日之間，糖分與澱粉消費量俱見增加，乃因麴之主要菌類在此時期發育最盛，且形成芽胞，需要多量營養物故也。

#### (五) 含氮物

觀前表，全氮量在製麴進行中，似次第增加，實因百分數中澱粉糖分等量減少，故計算結果，氮量反而增多；並非菌類發育使氮量增加之故。麴菌發育時僅將大麥小豆等所含之蛋白質分解後，以充其養料而已。茲再將製麴全氮量，蛋白質氮量及非蛋白質氮量在乾麴物中之百分數揭示如下：

	全 氮 量	蛋 白 質 氮 量	非 蛋 白 質 氮 量
第 一 日	2.3536	2.1135	0.2401
第 五 日	2.6056	2.5735	0.0321
第 十 日	2.5326	2.2198	0.3128
第 十 五 日	2.7897	2.2559	0.5338
第 二 十 五 日	3.5525	2.2017	1.3508
第 三 十 五 日	3.4152	2.5661	0.8491
第 七 十 九 日	3.4800	1.5057	0.9743

由上表觀之，蛋白質氮量在各時期中，雖有若干之增減，但大體上可為一致。非蛋白質氮量則增加不已。麴中酸類與氮中和變為鹽的結論，可信而無疑矣。

以上所述為諸氏第一次製麴時調查所得，雖不能以為定論，然成分變化之狀態與菌類發育良否之關係，已顯然可見矣。

### 第十節 高粱酒醱發酵中主要成分之變化

諸氏研究發酵秕子(醪)成分之變化，其結果如下：

#### (一) 水分

在下窖前水分及揮發物量最少為百分之四十，最多為百分之五十八內外，普通在百分之五十至五十三。製酒者在下窖時對於水分頗為注意，水分多時，放冷發散，少時加水，平均以百分之五十二至五十三為適當量。水分與揮發物量隨發酵進行而增加，揮發物如酒精，揮發酸及因分解作用生成之氮等固見加多，而因分解作用生成之水分為量亦不少。

故在蒸餾前（發酵後）水分及揮發物總量能達百分之五十七至五十八，亦有能達百分之六十一至六十二者。

酒精之生產量雖有能達重量百分之七者，但普通則在四%內外。釀造者以增加酒精產量為主要目的，故對於麴質之優良，原料之選擇，渣子之粗細，下窖溫度，下窖操作及水量等等，均須十分注意，方能得到優良之結果。酒師在第三日能依秕子之香味，判定其良否，蓋此時酒精生產量若少，即係發酵不良之證。第五日乃至第八日之間，發酵進行最盛，自此以後，逐漸減少。

### （二）酸量

酸量隨發酵進行而增加，能達2%以上。夏日尤見顯著。

### （三）澱粉與糖分

澱粉在下窖前最少為18%，最多為34%，又蒸餾前之秕子，平均皆在15—16%，而少達19—20%者。廢糟之澱粉平均為11—12%。

糖分在發酵第五日前後為量最多，而發酵亦見強盛，自此以後則糖分次第減少。然有時亦見稍稍增加者，是糖化與發酵不能並行之證。當此時能以使用發酵力強壯之釀母，則結果當較優良。

茲述該所高粱秕子第一次下窖時之發酵溫度及成分變化列下，以示梗概。

## (A) 第一回下窖秕子之發酵溫度

工 作	月 日	時 刻	品溫	室溫	備 要
拌渣子	六·六	午後一時	0°	0°	加熱水(67°C)
	六·七	前七時十分	37.0	26.0	
第一瓶 { 翻 轉	六·七	前八時半	45.0	22.0	使用利并源之麴
	六·七	前九時	29.0	20.0	
第二瓶 { 下窖前	六·七	前十時	28.0	20.0	
	六·七	前十時半	25.0	20.0	
檢 溫	六·七	前十一時	30.0	20.0	
	六·七	前十一時	24.0	20.0	
檢 溫	六·八	正 午	24.0	20.0	
檢 溫	六·八	正 午	28.0	24.0	
檢 溫	六·九	正 午	30.0	25.0	
檢 溫	六·一〇	正 午	35.0	27.0	
檢 溫	六·一一	正 午	38.0	25.0	
檢 溫	六·一二	正 午	40.0	23.0	
檢 溫	六·一三	正 午	40.0	24.0	
檢 溫	六·一四	正 午	40.5	22.0	
檢 溫	六·一五	正 午	39.0	21.0	
檢 溫	六·一六	正 午	37.0	23.0	
檢 溫	六·一七	蒸 餾 前	35.0	21.0	

## (B) 第一回下窖秕子之成分變化

	水分及揮發物	酒 精	總酸(乳酸)	糖分(葡萄糖)	澱粉及糊精	全氮量	蛋白質氮量	非蛋白質氮量
下窖前	47.99	—	0.042	1.333	32.180	0.926	0.869	0.097
第三日	53.48	3.37	0.554	2.263	30.090	0.945	0.847	0.098
第五日	56.61	4.11	0.933	5.275	26.170	0.919	0.917	0.002
第八日	59.20	6.61	0.985	5.660	19.270	0.971	0.914	0.057
第十一日蒸餾前	60.20	—	1.078	3.906	18.650	0.939	0.916	0.023

表中全氮量增加，乃因澱粉量減少，故其百分數增大。