

書叢小學工

精

酒

著聲駒陳

行發館書印務商

國立北京大學工學院圖書館

登錄號 11117

664.11
317

668/10

書叢小學工

精 酒

著聲駒陳



行發館書印務商

陳序

酒精爲化學工業所必需，亦液體燃料之一種，在工業上國防上均有莫大之效用，不可一日或缺者也。我國工業落後，酒精製造現猶極度幼稚，既乏深切之研究，更無大量之生產，日常所需，僅仰給於外貨。據海關冊所載：每年輸入平均值三百萬餘海關兩，漏卮可畏，自給無方；進一步言，倘值來源阻塞之時，將與束手無策之歎，識者憂之，亟欲設廠自製，謀補救之方也。然製造方法之如何，尤爲設廠之前提。不有技術之研究，曷以改進；不有實地之經驗，難資應用。乃至原料之使用，工廠之設備及管理，莫不與製造有密切之關係，非經深切研究者，不能預計。陳君駒聲研究酒精製造有年矣，供職實部復孜孜於斯，年來且於部屬之中央工業試驗所實驗之。及其成功，舉之於書，裒然成帙，卽以酒精名其書，蓋從實也。是書也，對於酒精之製造，與原料之提供，條分縷析，綱舉目張，堪爲製造家之圭臬。而於酒精工廠之設計及其管理，更別分工廠之設備，以確定管理之方案。理論實際，合而爲一，

11003

酒 精

二

尤足資企業家之借鏡。逆知是書一出，必當裨益不淺。陳君能將其實驗室中所得，貢諸國人，殊有足多者，故樂爲之序。

民國二十三年三月陳公博

高序

酒精爲工業要品，世之視國者，恆以歲用酒精多寡爲工業旺否之衡。吾國工業日漸發達，然所用酒精，則仍仰給外來，漏卮莫大焉。中央工業試驗所負指導提倡之責，故特鳩材庀工，自行製造，陳君駒聲實參預之。結果所得，品質純良，價值之廉，視舶來品遠甚。願試驗所之製此，非以牟利也，搜輯各新法施諸實驗，取其尤便利者，以公告吾民，使之倣效，此其天職也。最新酒精製造法，爲陳君駒聲所編輯，蓋自原料以逮成功，靡一非法之最新者，卽靡一非自實地試驗來者，國人讀之，其將亦步亦趨，依法製造，以挽回利權，以輔助工業，庶不負陳君編輯之心乎。天下事患不爲，爲之則未有不得者。酒精製造在吾國爲創舉，然其結果，已章章如此。推之凡百工業，又焉一不類此耶？所願國人驟然奮起，勿徒以赤手空拳，日呼提倡國貨也。

趙序

吾國釀造業向無科學之研究，陳君駒聲既以「釀造工業」一書，公諸國人，今又有「酒精」之作，陳君實事求是，蓋能不負所學也。酒精爲有機化學最重要之原料，值此提倡工業時代，需要夥；且能製造汽油代用品，東三省已有用之者。我國公路近達五萬餘里，汽油購自舶來，損失何可數計。吾嘗謂我國道路事業，日發達而漏卮亦日鉅，不力圖挽救，爲患將伊於胡底？心所謂危，聞嘗與本部同人及海外歸國留學諸子，討論及之。陳君既本其所研究者，著爲是書，似此問題，不難得解決方法矣。我國以農立國，如高粱、黍、薯之類，皆屬製造酒精原料，取之不盡，用之不竭，成本輕而收效鉅，願我政府與國民努力圖之，是爲序。

趙錫恩

吳序

物之有溶解他物之性，其爲用最廣，而最普遍者，當無過於水，但水爲天然物品，而酒精則爲製造物品。我國燒酒，常以種種香花浸漬其中，以增加其香味，成爲各種芬芳之酒，爲美人才子之所嗜好；或以種種生菓浸漬其中，成爲各種菓酒，衛生家多樂採用；又或加以種種藥料，任其浸漬，則得藥酒，治病去疾，清內祛外，補身強體，延年益壽，固藥劑中堅物也。燒酒之供吾人口腹之慾也，固已顯其溶解之本能矣。推而廣之，苟將燒酒更加精製，成爲純淨酒精，而利用其溶解性，施于工業製造，則物與物之間不能以水溶，使發生混合或化合作用者，多可賴于酒精。故酒精在工業上之用途，今已占最重要地位。通常稱硫酸爲工業藥品中之王，余將稱酒精爲其王后，硫酸性剛，實爲霸王，而酒精性和，誠爲慈母，蓋所有有機化學物品，均可由酒精用組合法製成。此外尙能用爲燃料，但不過萬有功能中之餘事耳。

111003

酒 精

二

製造酒精之原料種種，要不出于植物範圍之澱粉質、糖質；製造酒精之方法亦多，殆不離乎化學的及微菌的醱酵作用，要其原料之選擇，方法之措施，工程之得宜，經濟之合算，在在須精密之探討。茲編之作，行將爲工業酒精之指南。用表其功用，以告國人。

吳承洛

編輯凡例

- 一 本書所列重量及容量，除特別註明外，概指市用制。
 - 1 Gram 譯爲公分。
 - Kilogram (Kg) 譯爲公斤。
 - Cubic centimeter (c.c.) 譯爲公撮。
 - Liter (L) 譯如公升，與市升同。
- 一 溫度概指攝氏百度計之溫度。
- 一 酒精之成分除特別註明外，概指容量百分率 (Volume %)

目錄

| | | |
|-----|-------------|---|
| 第一編 | 總論 | 一 |
| 第一章 | 酒精製造概論 | 一 |
| 第一節 | 糖蜜製造酒精圖解 | 二 |
| 第二節 | 澱粉質原料製造酒精圖解 | 三 |
| 第二章 | 酒精製造與醱酵菌類 | 五 |
| 第一節 | 酵母菌 | 五 |
| 第一項 | 酵母之形態及內容物 | 六 |
| 第二項 | 酵母之繁殖 | 九 |

| | | |
|------|---------------------|----|
| 第三項 | 孢子之形成..... | 一〇 |
| 第四項 | 酵母之酵素..... | 一一 |
| 第五項 | 酵母之成分及營養..... | 一三 |
| 第六項 | 酒精發酵之理論..... | 一五 |
| 第七項 | 發酵之副產物..... | 一七 |
| 第八項 | 酵母生活對理化學的要因之關係..... | 一九 |
| 第九項 | 酵母之貯藏及變性..... | 二二 |
| 第十項 | 酵母發酵力之檢定..... | 二三 |
| 第十一項 | 酵母之培養..... | 二八 |
| 第二節 | 糖化菌..... | 三一 |
| 第一項 | 糖化菌之重要種類..... | 三一 |
| 第二項 | 糖化菌之培養法..... | 三四 |
| 第三節 | 乳酸菌..... | 四〇 |

| | | |
|-----|------------|----|
| 第一項 | 乳酸菌之性狀 | 四〇 |
| 第二項 | 乳酸菌之分離法 | 四一 |
| 第四節 | 醋酸菌及酪酸菌 | 四二 |
| 第一項 | 酪酸菌 | 四二 |
| 第二項 | 酪酸菌 | 四三 |
| 第二編 | 澱粉質原料製造酒精法 | 四五 |
| 第一章 | 原料 | 四五 |
| 第一節 | 穀類原料 | 四五 |
| 第二節 | 薯類原料 | 四七 |
| 第二章 | 原料之蒸煮 | 四九 |
| 第一節 | 薯類原料之蒸煮 | 四九 |

第一項 生薯之洗滌.....四九

第二項 生薯之蒸煮.....五一

第三項 乾薯之蒸煮.....五三

第二節 穀類原料之蒸煮.....五四

第三節 蒸煮時之變化.....五四

第三章 糖化法.....五七

第一節 麥芽製造法.....五七

第一項 製造酒精應用麥芽之目的.....五七

第二項 大麥之選擇.....五七

第三項 製造麥芽用水.....五九

第四項 大麥之洗滌.....六〇

第五項 大麥之浸漬.....六一

第六項 麥芽室之裝置.....六三

| | | |
|------|---------------|----|
| 第七項 | 發芽之作用 | 六三 |
| 第八項 | 地板式發芽法 | 六七 |
| 第九項 | 長麥芽之製造 | 七〇 |
| 第十項 | 甍形麥芽之製造 | 七一 |
| 第十一項 | 棚式發芽法 | 七二 |
| 第十二項 | 通風發芽法 | 七二 |
| 第十三項 | 麥芽之洗滌及壓碎 | 七四 |
| 第十四項 | 麥芽之乾燥 | 七四 |
| 第十五項 | 製造麥芽時之損失及物理變化 | 七四 |
| 第十六項 | 麥芽糖化力之檢定 | 七六 |
| 第二節 | 米麴製造法 | 七八 |
| 第一項 | 製麴 | 七八 |
| 第二項 | 製麴應注意之事項 | 八一 |
| 第三節 | 麸麴製造法 | 八二 |

第四節 使用麥芽或麴之糖化法.....八三

第一項 糖化之目的.....八三

第二項 糖化之要點.....八四

第三項 澱粉糖化時之化學變化.....八五

第四項 糖化器.....八七

第五項 糖化之實際操作.....八九

第五節 不用麥芽之糖化法.....九四

第六節 各種原料配合法.....九六

第七節 阿明露法.....一〇〇

第一項 概論.....一〇〇

第二項 方法.....一〇一

第三項 利點.....一〇五

第八節 糖化糜之試驗.....一〇七

| | | |
|------------|------------|------------|
| 第一項 | 溫度 | 一〇七 |
| 第二項 | 糖化率之碘液試驗 | 一〇八 |
| 第三項 | 酸度 | 一〇九 |
| 第四項 | 炭水化物 | 一一〇 |
| 第四章 | 酵母膠 | 一一三 |
| 第一節 | 酵母之純粹培養法 | 一一三 |
| 第二節 | 酵母膠之備製 | 一一六 |
| 第一項 | 乳酸醇法 | 一一六 |
| 第二項 | 應用化學藥品法 | 一一九 |
| 第三項 | 酵母膠之試驗 | 一二一 |
| 第五章 | 醱酵 | 一二一 |
| 第一節 | 醱酵之各種時期 | 一二二 |
| 第二節 | 醱酵槽冷却器 | 一二四 |

| | | |
|-----|--------------|-----|
| 第三節 | 濃醪及其利點 | 一二六 |
| 第四節 | 醱酵之狀態 | 一二六 |
| 第五節 | 醱酵醪及醱酵槽 | 一二七 |
| 第六節 | 醱酵醪之試驗 | 一二九 |
| 第一項 | 溫度 | 一二九 |
| 第二項 | 酸度 | 一三一 |
| 第三項 | 酒精含量 | 一三一 |
| 第七節 | 酒精製造之損失 | 一三二 |
| 第六章 | 副產物之利用 | 一三三 |
| 第一節 | 殘液 | 一三三 |
| 第二節 | 炭酸氣 | 一三六 |
| 第七章 | 酒精理論及實際產額之計算 | 一三九 |

第三編 糖蜜及其他原料製造酒精法……………一四三

第一章 糖蜜製造酒精法……………一四三

第一節 糖蜜成分……………一四三

第二節 工廠設備……………一四四

第三節 甜菜糖蜜製造酒精法……………一五〇

第一項 甜菜糖蜜之特別處理……………一五〇

第二項 甜菜糖蜜之醱酵……………一五二

第四節 甘蔗糖蜜製造酒精法……………一六〇

第一項 甘蔗糖蜜之處理……………一六〇

第二項 連續醱酵法……………一六一

第三項 應用麥格利純粹培養器法……………一六五

第四項 應用植物炭法……………一七四

| | | |
|-----|-----------------|-----|
| 第五項 | 應用化學藥品法..... | 一七八 |
| 第五節 | 糖蜜製造酒精之要點..... | 一八一 |
| 第六節 | 蒸溜及裝罐..... | 一八二 |
| 第七節 | 製造成績..... | 一八三 |
| 第一項 | 甜菜糖蜜..... | 一八三 |
| 第二項 | 甘蔗糖蜜..... | 一八四 |
| 第八節 | 殘液之利用法..... | 一八五 |
| 第一項 | 鉀灰之收復..... | 一八五 |
| 第二項 | 肥料..... | 一八八 |
| 第二章 | 纖維質原料製造酒精法..... | 一九〇 |
| 第三章 | 酒精之合成法..... | 一九三 |
| 第四編 | 酒精之蒸溜及精製..... | 一九九 |

| | | |
|-----|-----------|-----|
| 第一章 | 蒸溜法及精製法 | 一九九 |
| 第一節 | 蒸溜之理論 | 一九九 |
| 第二節 | 簡單蒸溜器 | 二〇二 |
| 第三節 | 連續式蒸溜機 | 二〇四 |
| 第二章 | 精製法 | 二一一 |
| 第一節 | 使用木炭精製法 | 二一一 |
| 第二節 | 使用過錳酸鉀精製法 | 二一二 |
| 第三章 | 無水酒精製造法 | 二一二 |
| 第一節 | 石灰法 | 二一三 |
| 第二節 | 燐法 | 二一四 |
| 第三節 | 使用鹽類爲去水劑法 | 二一七 |
| 第一項 | 使用碳酸鉀法 | 二一七 |

第二項 使用石膏法.....二二七

第四節 甘油法.....二一九

第五編 酒精之變性及試驗.....二一一

第一章 酒精之變性.....二一一

第二章 酒精之試驗.....二二七

第一節 普通酒精之試驗法.....二二七

第二節 微量酒精之檢查法.....二三〇

第三節 純酒精之試驗法.....二三一

第六編 酒精工廠之設計及其管理.....二二二

第一章 酒精工廠之設計.....二二二

| | | |
|-----|-------------|-----|
| 第一節 | 用澱粉質原料之酒精工廠 | 二二三 |
| 第一項 | 設備 | 二二三 |
| 第二項 | 廠屋設計 | 二三五 |
| 第三項 | 材料消耗量等 | 二三五 |
| 第二節 | 用糖蜜原料之酒精工廠 | 二三六 |
| 第一項 | 設備 | 二三七 |
| 第二項 | 廠屋設計 | 二三八 |
| 第三項 | 材料消耗量等 | 二三九 |
| 第二章 | 酒精工廠管理法 | 二四一 |
| 第一節 | 用澱粉質原料之酒精工廠 | 二四一 |
| 第二節 | 用糖蜜原料之酒精工廠 | 二五〇 |
| 第七編 | 酒精之用途 | 二六一 |

第一章 用作發動機燃料.....二六一

第一節 發動機燃料供給問題.....二六一

第二節 酒精用作發動機燃料.....二六三

第三節 酒精及醇精混合物用作發動機燃料.....二六四

第四節 各種專利的混合物.....二六五

第五節 酒精及醇精混合物之利點.....二六七

第二章 用作製藥原料.....二六九

第一節 麻醉劑及消毒劑.....二六九

第二節 有機鹽.....二七四

第三節 其他化學藥品.....二七四

第三章 用作溶化劑等.....二七六

附表一.....二七七

| | |
|-------|-------|
| 附表二 | 二七九 |
| | |
| 附表三 | 三〇三 |
| | |

插圖說明

| | | |
|-----|--|----|
| 圖一 | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | 六 |
| 圖二 | <i>Saccharomyces ellipsoidens</i> | 七 |
| 圖三 | <i>Saccharomyces Pastorianus</i> | 七 |
| 圖四 | Race 11. | 八 |
| 圖五 | <i>Fornosa</i> 396 | 八 |
| 圖六 | <i>Saccharomyces Magne</i> | 九 |
| 圖七 | 石膏塊培養皿 | 一〇 |
| 圖八 | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> I 生成孢子之經過..... | 一一 |
| 圖九 | 附有洗滌器之培養瓶 | 二四 |
| 圖一〇 | 炭酸氣容量測定器 | 二四 |

| | | |
|-----|---|----|
| 圖一 | 計數器之區域 | 二六 |
| 圖二 | 劃線培養 | 二九 |
| 圖三 | 穿刺培養 | 二九 |
| 圖四 | 定溫箱 | 三〇 |
| 圖五 | 二重皿 | 三一 |
| 圖一六 | <i>Aspergillus oryzae</i> | 三二 |
| 圖一七 | <i>Mucor Ronzii</i> | 三三 |
| 圖一八 | <i>Rhizopus nigricans</i> | 三四 |
| 圖一九 | <i>Bacillus Delbrücki</i> 在多種培養基之形態 | 四一 |
| 圖二〇 | <i>Clostridium butyricum</i> 孢子 | 四三 |
| 圖二一 | A 甘薯洗滌機 | 五〇 |
| | B 甘薯洗滌機橫斷面 | 五〇 |
| 圖二二 | 圓錐形蒸煮機 | 五一 |
| 圖二三 | 上部圓筒形下部圓錐形內部附有攪拌器之蒸煮機 | 五一 |

| | | |
|-----|-------------|-----|
| 圖二四 | 大麥洗滌機 | 六一 |
| 圖二五 | 大麥發芽粒縱斷面 | 六五 |
| 圖二六 | 大麥之發芽 | 六六 |
| 圖二七 | 切斷甌形麥芽之特殊機械 | 七二 |
| 圖二八 | 甌形麥芽之切開圖樣 | 七二 |
| 圖二九 | 格蘭式發芽器 | 七三 |
| 圖三〇 | 糖化器 | 七八 |
| 圖三一 | 恆拍氏糖化器 | 八九 |
| 圖三二 | 螺旋壓榨器 | 九三 |
| 圖三三 | 阿明露法醱酵槽 | 一〇四 |
| 圖三四 | 德蒲樂濾過器 | 一〇八 |
| 圖三五 | 巴氏瓶 | 一一四 |
| 圖三六 | 卡氏罐 | 一一四 |
| 圖三七 | 可移動的桿杆式冷卻器 | 一一八 |

| | | | |
|-----|------------------------|-------|-----|
| 圖三八 | 醱酵槽冷卻管 | ..... | 一二五 |
| 圖三九 | 醱酵槽冷卻器 | ..... | 一二五 |
| 圖四〇 | 直立式密閉槽 | ..... | 一二九 |
| 圖四一 | 山東博益製酒精廠造工廠 | ..... | 一四五 |
| | 左精廠 | ..... |  |
| | 右酒精廠 | ..... |  |
| 圖四二 | 精蜜冷卻器 | ..... | 一四七 |
| 圖四三 | 醱酵槽（坐於中央者乃著者也） | ..... | 一四八 |
| 圖四四 | 麥格利純粹培養器（大規模應用者） | ..... | 一六六 |
| 圖四五 | 大規模純粹培養器之裝置圖解 | ..... | 一七〇 |
| | A. 空氣壓縮機 | ..... |  |
| | B. 空氣受器 | ..... |  |
| | C. 純粹培養 | ..... |  |
| | D. 精蜜槽 | ..... |  |
| | E. 開放式酵母槽 | ..... |  |
| 圖四六 | 蒸汽加熱式麥格利純粹培養器（小規模應用者） | ..... | 一七二 |
| 圖四七 | 直接火加熱式麥格利純粹培養器（小規模應用者） | ..... | 一七三 |
| 圖四八 | 小規模純粹培養器裝置圖解 | ..... | 一七五 |
| | A. 純粹培養器 | ..... |  |
| | B. 開放式酵母槽 | ..... |  |
| | C. 醱酵槽 | ..... |  |

| | | |
|-----|---------------|-----|
| 圖四九 | 簡單蒸溜器 | 二〇三 |
| 圖五〇 | 間斷式蒸溜機 | 二〇三 |
| 圖五一 | 依爾給式蒸溜機 | 二〇五 |
| 圖五二 | 蒸溜塔之內部 | 二〇七 |
| 圖五三 | 傾斜塔之構造 | 二〇八 |
| 圖五四 | 季勞謨式蒸溜機 | 二〇九 |
| 圖五五 | 精製層之內部 | 二一〇 |
| 圖五六 | 銅帽 | 二一〇 |
| 圖五七 | 業格式製造無水酒精之器具 | 二一五 |
| 圖五八 | 試驗室內製造酒精之裝置方法 | 二七〇 |

酒精

第一編 總論

第一章 酒精製造概論

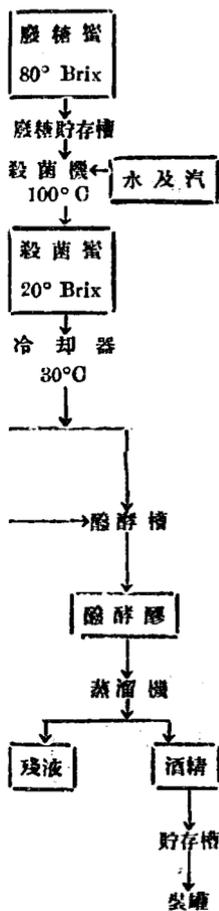
製造酒精之原料，最重要者，大別爲二：一，澱粉質原料；一，糖質原料。前者以甘藷、高粱、玉蜀黍爲主要；後者以糖蜜爲主要。糖蜜係製糖工廠之副產品，故其製造酒精之成本，較用澱粉質原料者爲廉。吾國北方之高粱，各地之甘藷，爲製造酒精之優良原料，將來酒精工業，大有發展之望也。

酒精爲有機化學品之最重要原料，無烟火藥、人造象牙、透明肥皂、化粧品、醫藥品、假漆、染料、醋酸、醇精 (Alcohol)、照像材料、配合飲料等製造莫不需用多量之酒精。他如用以貯存動植物標本者，或

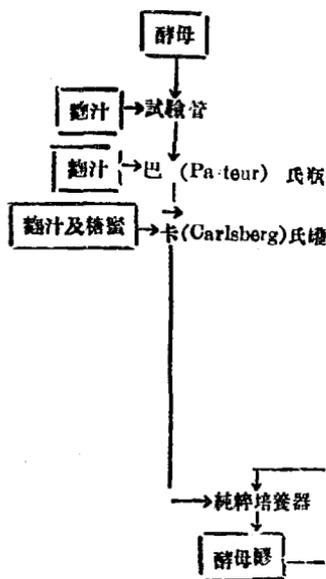
用以烹飪者，為量亦多。近世各國石油缺乏，使用酒精及醇精之混合物，以代汽油者，日見發達。故視乎酒精使用量之多寡，即可知工業發達之程度。民國十九年，中央工業試驗所釀造工廠成立以後，試製酒精，著有成效，各地酒精工廠先後成立者五、六家，皆該所指導之功也。

第一節 糖蜜製造酒精圖解

先將濃糖蜜八十度勃立克司(Brix)加水沖淡至二十度勃立克司，在殺菌機熱至百度再冷至三十度，混以純粹培養之酵母膠，約歷二——三日釀酵完全，即可用蒸溜機蒸出酒精。酵母之純粹培養手續，頗為繁雜，非熟練者難得良果。茲將製造順序列下：

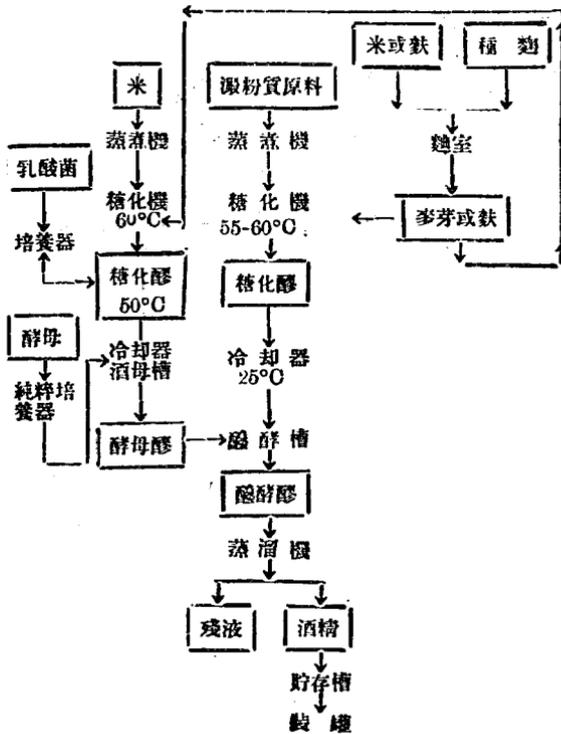


第二節 澱粉質原料製造酒精圖解



先將澱粉質原料加水，在加壓蒸煮機內，煮成糊液，通入糖化機，加適量之麥芽或麩麴，在五五——六〇度，使其糖化，約二——三小時，再行通汽殺菌，然後冷至二五度，混以純粹培養之酵母膠，使其醱酵。醱酵時溫度不得超過三十度，約三——四日後，醱酵完全，即可蒸溜。麥芽之製造，係在特建之發芽室地上發芽，溫度十七度，約十日之久發芽可以完全。麴之製造，係用純粹培養之麴菌，名

Aspergillus oryzae, 在特建麴室內製造, 約二——三日可得黃綠色之麴。茲將製造順序列下:



第二章 酒精製造與醱酵菌類

細觀上章所列酒精製造圖解，可知酒精製造，所應用者，以酵母菌麴菌（即糖化菌之一種）及乳酸菌爲最重要。糖化菌可變澱粉爲糖，酵母可變糖爲酒精及炭酸氣，而乳酸菌則用以備製酒母，使其生足量之乳酸，藉以防止有害菌之侵入也。有害菌以醋酸菌及酪酸菌爲最烈，此菌隨處皆有，製造酒精時，易受其害。故應用之菌類，須用純粹培養法分別培養之，而一切器具，亦須勤於消毒也。

酒精製造與醱酵菌類之關係，既如是之重大，故研究酒精製造者，不可不通曉醱酵菌類也。

第一節 酵母菌

酵母菌 (Yeasts) 之類別甚多，而供酒精之製造者，則以 *Saccharomyces* 屬爲主要。茲分

述其性狀如次：

第一項 酵母之形態及內容物

酵母菌係單細胞之微生物。其形態因培養基之種類及培養時間之久暫而異，大別為圓形、卵形、橢圓形及臘腸形。

Saccharomyces cerevisiae 如圖一，多呈圓形或橢圓形，乃普通麥酒之酵母。 *Saccharomyces ellipsoideus*

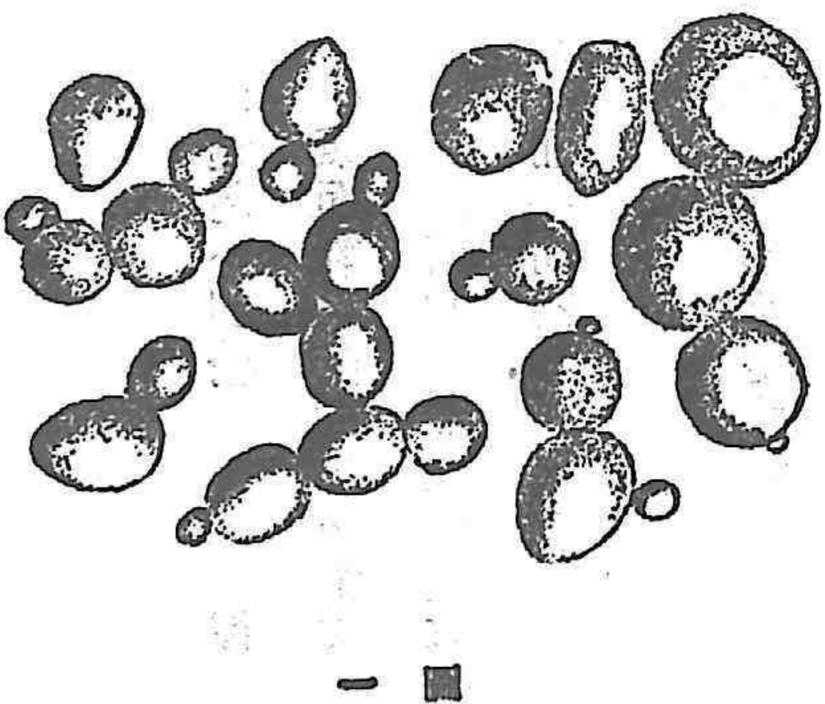
如圖二，多為橢圓形，乃普通葡萄酒之酵母。 *Saccharomyces*

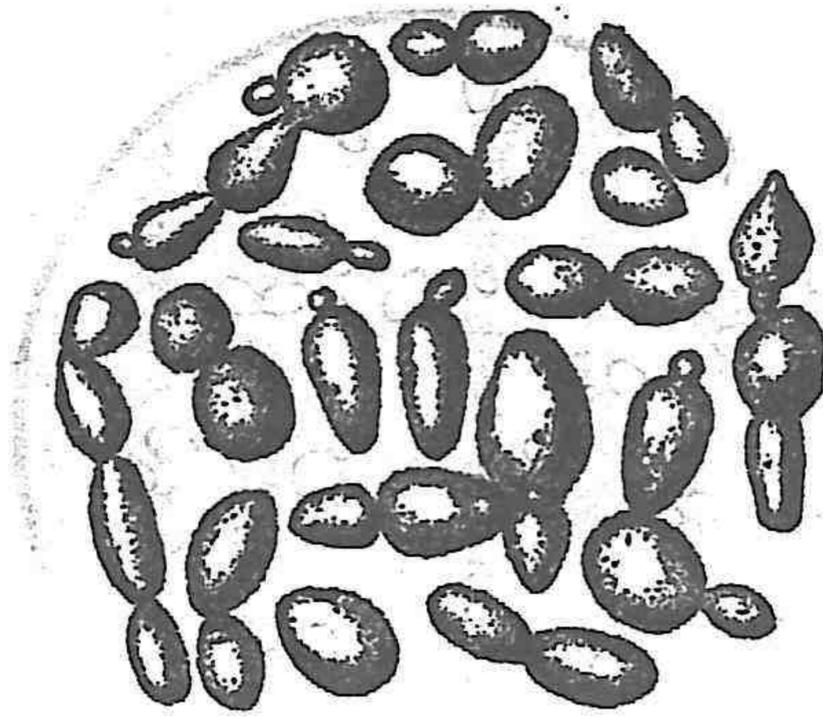
pastorianus 如圖三，多呈臘腸形，亦為麥酒酵母之一種。

用澱粉質為原料之酒精工廠，普通多用 *Rago II* (圖

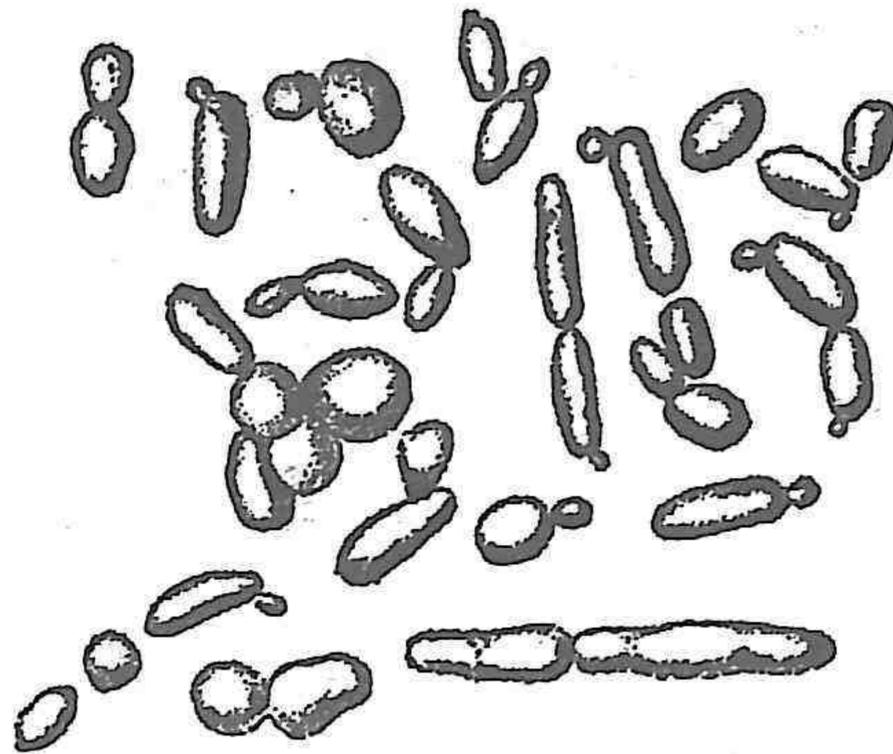
四) 用糖蜜為原料之酒精工廠，普通多用 *Formosa 396*

(圖五) *Saccharomyces magne* (圖六)

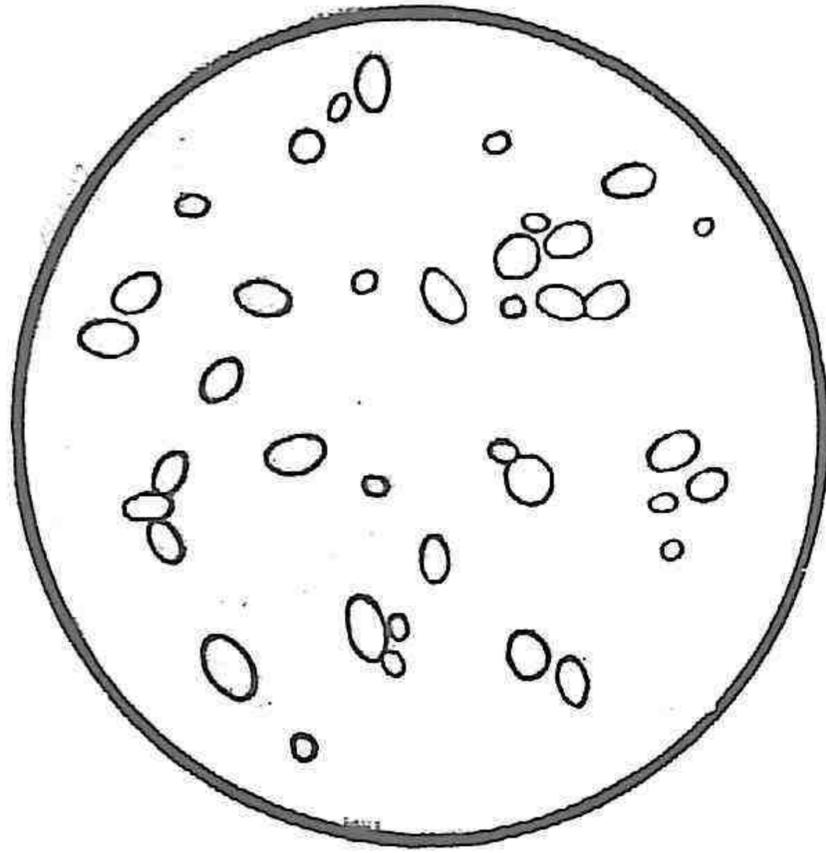




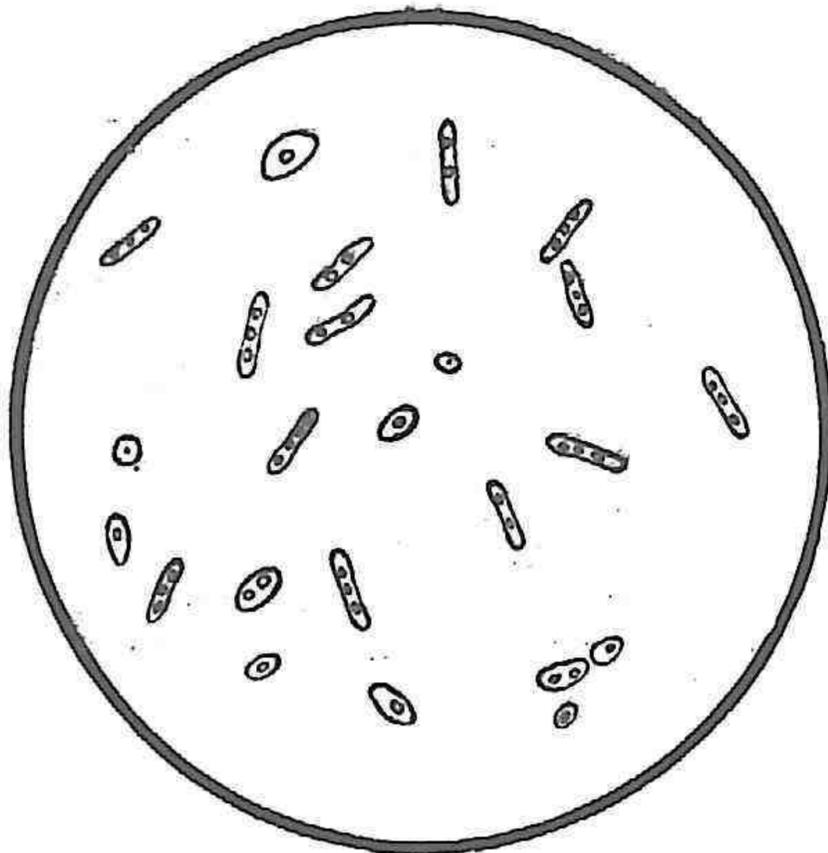
二 ■



三 ■



四 圖



五 圖

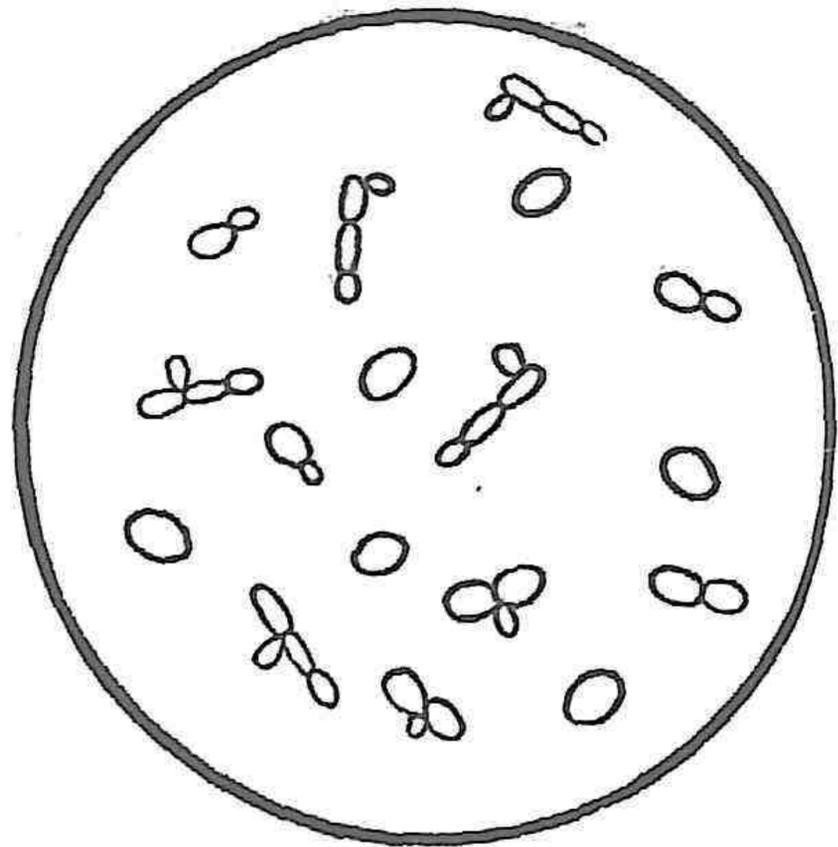
酵母之內容物，以原形質、空房 (vacuole) 細胞核及脂肪體為主要。幼酵母之原形質，甚為均勻；嗣因老熟之故，原形質中發現空房，其大小及數目，因酵母之種類而異，空房內充滿液汁並有諸種微粒體，有時且有方形、長形或晶形之結晶體。

酵母之形態，用五——六百倍之顯微鏡，即可檢視矣。

第二項 酵母之繁殖

酵母之繁殖最適溫度為二五——二六度，數種酵母，可抵抗高溫，如 *Saccharomyces anomensis* 在麥芽汁培養基中之生育最高溫度為四一·六——四三度，*Saccharomyces thermotolunna* 在一〇度不能繁殖，其生育及醱酵最適溫度，為四〇——四四度是也。

酵母對酸及鹼之反應甚靈，如培養基酸性或鹼性太強，均不適於酵母之繁殖。普通培養基之



六 ■

pH 值，以五·五——六為最適當。

酵母以芽生生殖 (Budding) 而繁殖，即從母細胞之一端，生一小突起，母細胞之內容物，漸漸流入其中，此突起物，遂漸漸膨大，嗣因母細胞及突起物之間，生一隔膜，小突起物遂脫離母體而成為獨立之細胞，或暫時附着於母體。新細胞脫離母體之後，復依芽生生殖而繁殖焉。

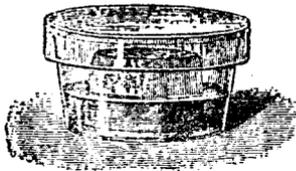
第三項 孢子之形成

酵母生成孢子 (Spore formation) 之要件如左：

- 一、酵母細胞須放於潤濕表面，且須供給足量之空氣。
- 二、幼而強之細胞，生成孢子，既易且速；老細胞缺乏養料，須有足量養氣，方能生成孢子。

三、大多種已知酵母之孢子生成最適溫度為二五度。

試驗酵母之孢子生成方法：乃以麥芽汁培養酵母，每隔二十四小時之久，移種於新麥芽汁，如是三日之後，將其底部酵母沉澱，種於石蕊



塊之表面，此石膏塊如圖七，置於二重皿之內，加水至石膏塊高之大半，然後全部置於保溫箱（二五度）約二——三日後，即可檢出孢子之生成矣。

如圖八乃 *Saccharomyces cerevisiae* I 生成孢子之經過，a b

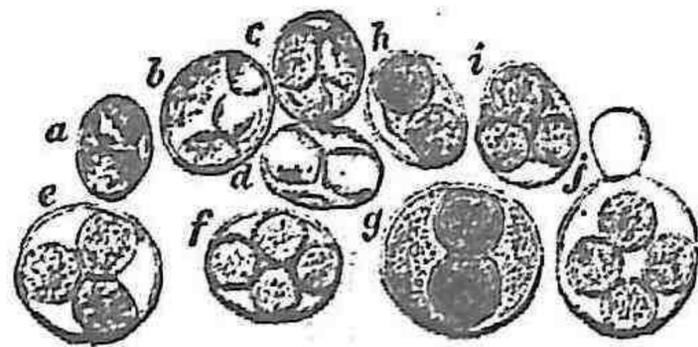
c d e 乃孢子膜不甚明瞭之孢子，f g h i j 乃完全發育之孢子。

通常製造酒精之酵母菌，即 *Saccharomyces* 屬，多能生成孢子。孢子之形態，多為橢圓形，孢子之數目，多為一——四個。此種特徵，可與他屬酵母菌相區別。例如 *Wittia* 屬之酵母菌，其孢子為帽形，與 *Saccharomyces* 屬顯然不同，故孢子試驗，至關重要也。

第四項 酵母之酵素

酵母分泌各種酵素，誘起諸種變化，其重要者如下：

(一) 酒精酵素 (Zymase) 此酵素可將六炭糖類（如葡萄糖、果糖等）分解為酒精及碳酸氣，此酵素為酵母最重要之酵素，在二八——三〇度作用最盛，如熱至四〇——四一度，則因



八 圖

凝結之故，失其發酵力，但乾燥酵母，則雖熱至百度，尚不至失去發酵力。此酵素在含糖二〇——三〇%之糖液中，發酵最盛；如濃度增高，則分解力漸弱。磷酸化合物有促進其發酵力之功。茲將此酵素分解糖分酒精及碳酸氣時之化學反應列下：



大蔗糖 酒精 碳酸氣

(二) 轉化酵素 (Invertase) 此種酵素，可以轉變甘蔗糖為葡萄糖及果糖，故甘蔗糖之發酵，實先由酵母分泌之轉化酵素變為葡萄糖及果糖，然後變為酒精及碳酸氣也。轉化酵素之作用如下式：



甘蔗糖 葡萄糖 果糖

(三) 麥芽糖酵素 (Maltase) 此種酵素可以轉變麥芽糖為二分子之葡萄糖，如下式：



此外尚有各種酵素，如乳糖分解酵素 (Lactase)，脂肪分解酵素 (Lipase) 等等，因與酒精製造無甚關係，從略。

第五項 酵母之成分及營養

酵母之成分，按配恩 (Payen) 氏之分析，酵母菌每百分固體物中，含有下列各物：

| | | | | | |
|---|---|---|------|----|------|
| 蛋 | 白 | 質 | 六二·七 | 纖維 | 二九·四 |
| 脂 | | 肪 | 二·一 | 灰 | 五·八 |

又據林德訥 (Lindner) 之報告，灰分百分中，含有：

| | | | |
|------------------|--------|--------------------------------|--------|
| SiO ₂ | 一·三四% | Fe ₂ O ₃ | 〇·五〇% |
| CaO | 五·四七% | SO ₂ | 〇·五六% |
| MgO | 六·二二% | PO ₄ | 五〇·六〇% |
| CaO及少量鈣 | 三三·四九% | | |
| 合 計 | | | 九八·一八% |

上述灰分中成分，以磷及鉀爲最主要。磷之化合物以磷酸鎂、磷酸鈣、磷酸鉀爲最多。

酵母之營養料，以含氮物質無氮物質及礦物質三者爲最主要，茲分述如次：

(一) 含氮物質 有機含氮物質，以蛋白質之分解物，如朮酸 (Amino-acid) 及百補登 (Peptone) 適於酵母之營養。如培養液缺乏此等含氮物質者，醱酵極爲緩慢，糖分不能完全醱酵。無機之含氮物質以銨鹽（如硫酸銨、磷酸銨）爲佳，而硝酸鹽則反有害酵母之生活力。按通常糖蜜之醱酵，每升醱酵膠多加一公分之硫酸銨。澱粉質原料製造酒精時，每升酒母膠，多加以一——二公分之磷酸銨，實因此等含氮物質，可以促進酵母之醱酵力也。

(二) 無氮物質 無氮物質以糖類爲最重要，凡糖之分子中，含炭質之數，爲三之倍數時，如 $C_6H_{12}O_6$ (aldotriose) $C_6H_{12}O_5$ (六炭糖) $C_9H_{18}O_9$ (Nonoses) $C_{12}H_{22}O_{11}$ (雙糖類如甘蔗糖、麥芽糖、乳糖等) 均可受醱酵作用，其他則不然，惟五炭糖爲其例外，因可受某種酵母之作用也。

(三) 礦物質 礦物質之主要者，有磷酸、鉀、鎂、鈣等，分述如次：

1、磷酸 磷酸爲酵母之重要成分，醱酵液如加以磷酸或其鹽類（如磷酸鉀或磷酸銨），有

促進酵母生活力之功。故製造麥酒葡萄酒及酒精時，如遇醱酵現象不甚活潑時，每升醱酵液可以添加一——三公分磷酸銨或酸性磷酸鉀，藉以增進其醱酵力也。

2、鉀及鈉 酵母含鉀亦多，如培養液含鉀多者，則酵母細胞可以增大；而鈉則與酵母營養無關。

3、鎂 鎂亦為酵母不可缺之養料，且有刺激酵母生活力之功，如糖蜜缺乏鎂化合物者，可加以硫酸鎂，藉以促進酵母之醱酵力。

4、鈣 麥酒醱酵液往往因缺乏石灰，以致醱酵緩慢，因石灰對酵母有刺激作用也。

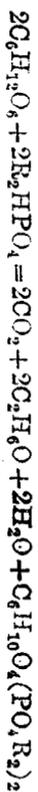
5、鐵 鐵雖能刺激酵母之生活力及醱酵力，然非必要之養料也。

第六項 酒精醱酵之理論

近世學者研究生物化學變化問題，而以酒精醱酵為最詳盡。葡萄糖醱酵後之分解方法，從前用下式表示之：



嗣經繼續研究，始知其反應並不如此簡單。哈登及養格 (Harden & Young) 兩氏對磷酸醱鹽可為醱酵促進劑，有深刻之研究。據云：當醱酵時，二分子之六炭糖與磷酸鹽化合而成六炭糖雙磷酸鹽 (A salt of hexose diphosphoric acid) 其式如下：



此六炭糖磷酸鹽立即被六炭糖磷酸分解酵素 (Hexosephosphatase) (此酵素存於酵母或酵母汁 yeast juice 中) 所分解，而反應又恢復如初，其式如下：



據最近留伯 (Neuberg) 及其同事之研究，謂糖先變為 methyl glyoxal aldol 再變為 methyl glyoxal 如下式：



由糖所變成之 methyl glyoxal 一半還原為甘油 (Glycerol) 一半氧化為 pyruvic acid

酵母若繁殖於含有適當含氮養料及礦物質之糖液中，其產物除酒精及炭酸氣外，尚有其他各種物質，或由含炭物質或由含氮物質，受細胞之新陳代謝而成。釀酵糖液中之重要無氮物質為雜醇油 (Fusel oil)、琥珀酸、甘油、醋酸、醋酸、蟻酸、鹽及微量之醛類及酸類。除上述由溶液中發現之物質外，尚有新生細胞之含炭物質如細胞膜、酵母膠、肝澱粉 (glycogen)、複雜有機磷酸鹽及其他物質是也。

上述釀酵液中之物質，或由蛋白質分解物（如磷酸）轉變而成，如雜醇油、琥珀酸是也；或由糖轉變而成，如甘油是也。

據基魯沙 (Gay-Lussac) 氏研究，如依下列釀酵公式計算，百分之糖，可以生產五·一·一一分之酒精及四·八·八九分之炭酸氣：



但依巴斯德氏之研究，則百分之糖，僅有九四·八三%變為酒精及炭酸氣，其餘之五·一七%，乃因生成副產物（以甘油琥珀為主要）也。

第八項 酵母生活對理化學的要因之關係

茲分述熱、乾燥、光及化學作用對酵母之關係如下：

(一) 熱之關係 通常酵母細胞加熱至五〇——六〇度，即失其生活力。酵母之孢子，對熱之抵抗較強，如 *Saccharomyces ellipsoides* 第二，在蒸溜水中加溫至五四——五六度，五分鐘即失其生活力，而其孢子（用石膏培養歷八日之久），則能耐六十二度之加溫歷五分鐘之久是也。酵母對寒冷之抵抗力較大，雖冷至零下百三十度二百小時，尚能生活云。

(二) 乾燥之影響 酵母對乾燥即水分消失之抵抗力，依種類而異。又孤立細胞對乾燥抵抗力較多數密集者為小。漢辛 (Hansen) 氏以各種酵母之少量塗布於玻璃瓶底，置空中乾燥之，比較短時間即失其生活力。抵抗力最大者，如 *Saccharomyces marxianus*，可經三個月之久。但該氏復用他法施行乾燥試驗，例如將酵母附着於棉花而乾燥之，則經三年之後，尚不失其生活力云。

(三) 光之作用 強光可以阻礙酵母之生活。據洛門 (Lohmann) 氏之試驗，如以酒精製

造用酵母第二，培養於麥芽汁，受八小時孤光燈之射照，較之置於暗處培養者，其出芽作用大受阻害。又以同一之菌，用凍粉 (d. Gal. a. Gal.) 培養者，曝露於日光數小時後，可以死滅。然 *Saccharomyces pastorianus* 第一，對強光之抵抗力特大。據最近研究，以酵母種於培養液中，照以紫外光線數秒鐘，則可刺激其生活力及醱酵力云。

(四) 化學的作用 數種有機及無機之有害化合物，可以阻礙酵母之生活力。然微量毒物 (如硫酸乳酸等) 之供給，有時反能促進酵母之生活機能。茲述毒物與各種之關係如下：

1. 培養基之種類 如毒物在培養基中，為不溶解狀態，則無毒物之作用。

2. 酵母之分量 同一毒物之作用，因酵母分量之不同而異，例如一〇公撮麥芽汁，加以一公撮福馬林 (Formalin) 後，種以一公分之酵母，不生醱酵作用，而種以十公分之酵母，則有醱酵作用。蓋酵母分量較多者，則一部分既受其害，毒物之濃度因而減低，故尚有一部分酵母，得免其害也。

3. 毒物之作用時間 酵母培養於毒液中，依其作用時間之長短，或失其醱酵力，或失其生活力。例如麥酒製造時，醱酵液之酒精含量達二——三%時，酵母已失其醱酵力；但以新鮮酵母，加入

同一酒精含量之培養液，則酵母之釀酵力仍如初也。

4、酵母之馴養 如將酵母先培養於含有微量之毒物（如酒精、氫氨酸等）中，然後漸增其濃度，則酵母因長時期與毒物相作用，漸成慣性。但此馴養之酵母，苟種於無毒物之培養液中，仍然恢復其原性。

蟻酸、草酸、水楊酸、亞硫酸、氯化第二汞為毒性最強之化合物。醋酸、酪酸，為毒性稍強之化合物。酒精、檸檬酸、林檎（malic）酸、乳酸、琥珀酸、酒石酸、亞砷酸、食鹽為毒性最少之化合物。

毒物之作用，因其濃度之大小，或防止酵母之繁殖力，或防止酵母之釀酵力，或可使酵母死滅。茲分述如下：

表中之數字乃表一公分之化合物溶解於水之公撮量

| 化 合 物 | 防止繁殖之濃度 | 防止釀酵之濃度 | 殺滅酵母之濃度 |
|-------|---------|---------|-----------|
| 蟻 酸 | | 二〇〇 | |
| 水 楊 酸 | 一〇〇〇 | 四〇〇 | 〇・二%三十日以內 |
| 亞 砷 酸 | 一〇〇〇 | 一〇〇〇 | 〇・三%五分鐘 |

| | | | |
|-------|-------|--------|---------|
| 食鹽 | 一〇 | 一〇 | |
| 亞砒酸 | 一〇 | 一〇 | 一%二十日以內 |
| 酒石酸 | 一〇〇 | 二二 | |
| 琥珀酸 | 一〇〇 | 一一 | |
| 乳酸 | 五〇 | 一二—一五 | |
| 林糖酸 | 一〇〇 | 七 | |
| 檸檬酸 | 一〇〇 | 七 | |
| 酒精 | 二〇—三〇 | 五—一〇 | |
| 醋酸 | | 七〇—一四〇 | |
| 醋醱酸 | | 七〇—一四〇 | |
| 氯化第二汞 | 一〇〇〇 | 一〇〇〇 | 〇·一%五分鐘 |

第九項 酵母之貯藏及變性

酒精工廠，往往貯藏多數種酵母，以資釀酵力之比較試驗。大多數普通酵母，可以培養一〇%之甘蔗糖液中。此法可以維持酵母之生活力十年以至二十年之久。並可供貯藏絲狀菌之用。

漢辛氏將各種酵母如 *S. Induigii*, *S. cerevisiae*, *S. Postorianus* *S. ellipsoideus* 長時間培養於同一培養液中，便失去孢子生產力。如將其培養於新鮮含有葡萄糖培養液，有時可以恢復原有之孢子生產力，此乃暫時變性之一例，有時雖用種種方法，仍不能恢復原有之孢子生產力，此乃永久變性之一例。

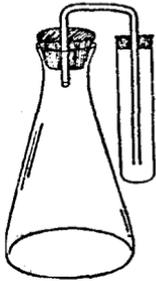
第十項 酵母醱酵力之檢定

酒精製造用酵母菌之種類繁多，不但醱酵力有強弱之分，且因原料之不同，應用酵母之種類亦因之而異。適於糖蜜之醱酵者，未必適於澱粉質原料之醱酵，他亦如是。故酵母醱酵力之檢定，至為重要也。茲分述普通醱酵母檢定法如下：

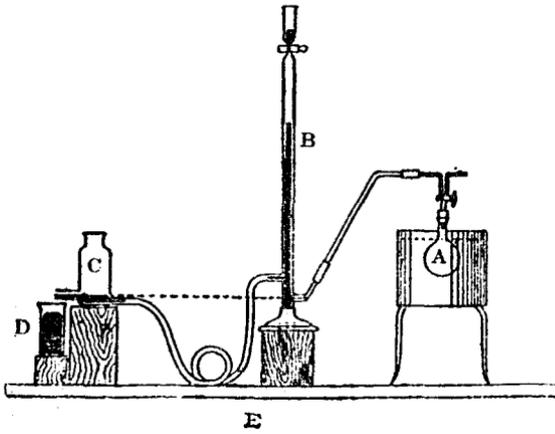
(一) 檢定碳酸氣重量法 將酵母移種於某種培養液，此培養液盛於三角瓶，塞以橡皮塞，塞之中央，有一小孔，插以洗滌器 (Sarruber) (圖九)，此洗滌器盛以四〇%硫酸，使瓶內發生之碳酸氣，可以外逸，而水分復不至蒸散。移種既畢，稱重一次，嗣後每隔二十四小時稱重一次，因碳酸氣之外逸，故重量日漸減少，大約二——四日之後，重量不復減少，即為醱酵終之證。然後計算醱

醇時炭酸氣損失之總重，及釀酵終了時間之快慢。必要時可以釀酵液用蒸溜法，測定其酒精含量。
如用多種酵母，按同一方法試驗之，即可比較各種酵母釀酵力之大小矣。

(二) 測定炭酸氣容量法 如圖一〇B



九 圖



一〇 圖

管滿盛水銀，A瓶盛以培養液及酵母，此時因發酵所生之炭酸氣，通入B管，故水銀柱逐漸下降，將水銀壓入C瓶，而流至D筒。施行此試驗時，每隔五分鐘檢視一次，而詳細記載之，即可比較各種酵母之發酵力矣。

(三) 計算酵母數目法 酵母當發酵時，細胞逐漸增多，著者曾將 *S. magne* 種於麥芽汁及糖蜜之混合液中，移種之後，每公撮含一一、五二〇、〇〇〇個之酵母，二十三小時後，增至一三三、二四〇、〇〇〇個，其數約合移種時之一一·六倍。故將各種酵母用同一培養基及同一溫度培養之，每隔數小時，檢視其細胞增加之數目，亦可比較其繁殖力也。

計算酵母數目，最常用者為湯麥氏血球計算器 (Thomas haemocytometer)，其一區域為〇·〇五平方公毫，加蓋玻璃後，高為〇·一公毫，故一區域之容積為〇·〇〇〇二五立方公毫。

將酵母醱液十分搖蕩，使其均勻分布於溶液中。如醱液發生泡沫，或為防止酵母繁殖起見，可加以稀硫酸（濃硫酸一份蒸溜水十份）。其添加量依醱液之性質而異，大約對醱液之容量自

| | | | | |
|-------|---------|---------|---------|---------|
| 第 二 區 | 二 三 | 二 〇 | 一 九 | 二 四 |
| 第 三 區 | 一 七 | 一 九 | 一 二 | 一 三 |
| 第 四 區 | 二 七 | 一 八 | 一 七 | 二 七 |
| 第 五 區 | 二 一 | 一 九 | 一 四 | 一 三 |
| 第 六 區 | 二 〇 | 一 六 | 一 三 | 二 五 |
| 第 七 區 | 一 八 | 一 九 | 二 一 | 二 五 |
| 第 八 區 | 二 〇 | 二 五 | 一 三 | 三 〇 |
| 第 九 區 | 一 七 | 二 四 | 一 七 | 二 七 |
| 第 十 區 | 一 三 | 一 五 | 二 〇 | 一 八 |
| 平 均 | 一 九 〇 八 | 一 八 〇 五 | 一 六 〇 一 | 二 一 〇 七 |

$$\frac{19.8+18.5+16.1+21.7}{4} = 19.025$$

平均值爲一九・〇二五。本試驗所用醪液與硫酸爲三與一之比，故混合液四份中，有醪液一份，即醪液中之酵母數應爲

$$\frac{19,025 \times 4}{2} = 25,333$$

而此二五·三三乃五區域中之數，故一公撮含有

$$\frac{25,33 \times 4000 \times 1000}{5} = 20,264,000 \text{ 個之酵母數。}$$

第十一項 酵母之培養

(一) 培養基之種類 酵母培養基最常用者為麥芽汁，法將壓碎生麥芽一份，加以五——六份之水，在五五——五八度，使其糖化，約歷一——二小時，糖化完畢，濾取清液，每公升加一個雞卵之蛋白，十分攪拌後，煮沸濾過，即得清澄之麥芽汁。麥芽汁之濃度，以一——二〇度勃立克司為適宜，pH值以五·五——六·〇為宜。

如製固體培養基，可以麥芽汁加以一·五——二%之凍粉，加熱溶解即可。

(二) 培養基之殺菌 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

煮器 (auto clave) 在每方英寸十五磅壓力下蒸煮一五——三〇分鐘，即可完全殺菌。或置於

常壓蒸餾器，每日蒸餾三〇分鐘至一小時，連續三天亦可。

應用之玻璃器，可塞以棉花，置於一六五——一七五度之熱空氣箱中一小時以上，使其完全殺菌。

(三) 酵母之培養法 將白金針

放於燈焰中，燒至紅熱後，少頃，移取酵母

種少許，種於液體培養基中。或用固體培

養基，作劃線培養（如圖一二）或穿刺

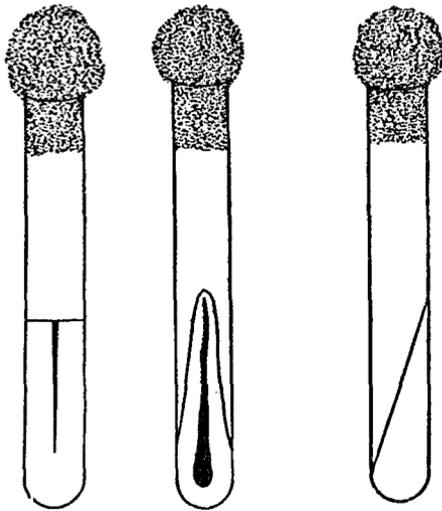
培養（圖一三）移種之後，置於二五

——二八度定溫箱（圖一四），使其充

分繁殖。

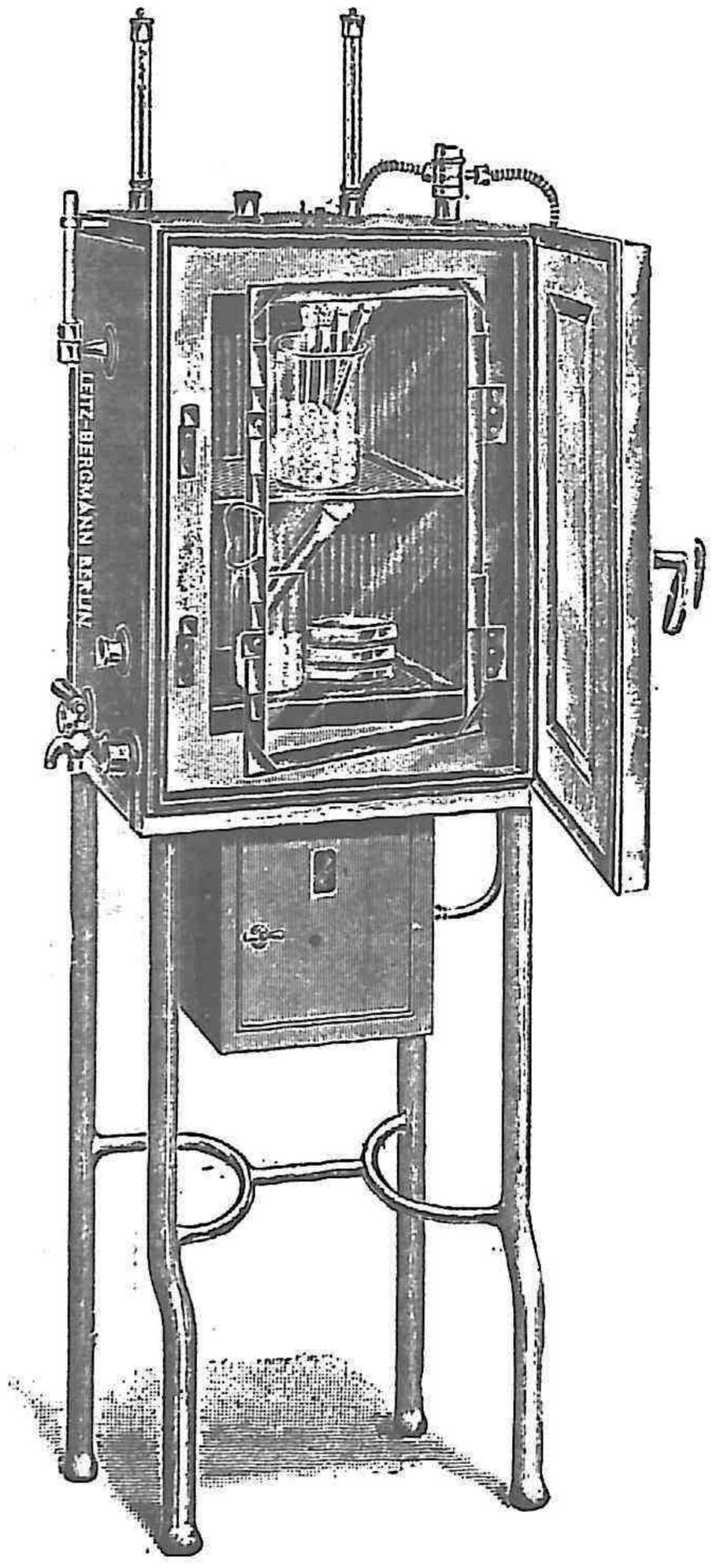
(四) 酵母之分離法 酵母種放

置多時，如有新菌之侵入，可用試管三個，



三一 圖

二一 圖



各盛固體培養基一〇公撮，將此培養基溶解後，再冷至四五度，以酵母少許種於第一管，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

四一圖

於第三試管，然後三管各傾於二重皿 (Petri's dish) (圖一五) 中。俟其凝固時，將二重皿倒置於二五——二八度之定溫箱，約一——三日後，發現多數酵母菌落，色似琥珀，可擇其孤立者，移種於培養基，即得純粹之酵母矣。

第二節 糖化菌

第一項 糖化菌之重要種類

黴菌 (molds) 乃由多數細胞組成，其種類甚多。麴菌 (aspergillus) 毛黴 (mucor) 及黑黴 (Rhizopus) 三類中，有可轉變澱粉為糖質者，如 *aspergillus oryzae*, *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus delemar*, *mucor rouxii*。茲分述如次：

(1) *Aspergillus oryzae* 為普通麴菌之一種，呈黃綠色，如圖一六 (a) 為授胎菌絲 (Fertized hyphae) 向空中直立生長，其頂端膨脹而成棒狀，(b) 其表面滿布多數之小梗，



圖一五

(Sperigmota)

(c) 此多數小

梗之尖端，生成串

之孢子，(d) 向四

圍輻射，作成頭狀。

此麴菌變種甚多，

有富於蛋白質分解酵素者，有富於糖化酵素者，故採用之先，不可不慎為選擇也。

(二) *mucor rouxii*

此菌乃由中國酒藥中分離而得，糖化力頗強，且有醱酵性。此菌之

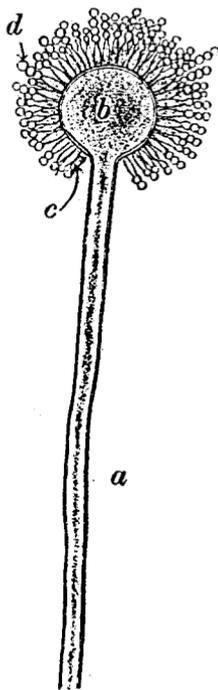
菌叢及孢子囊柄為黃色，孢子囊柄短小，長一公毫，闊七——一四 μ (*micron*) 等於一公毫之千分

之一。孢子囊面平滑，用糖凍粉為培養基，常常不生孢子囊，用米則不然。孢子多長形，長五 μ 闊二

· 八 μ ，圓形者少。中軸體 (*columnella*) 為稍扁之圓形，平滑，無色，其大小為二三——三三 μ 三

○——二八 μ 。菌絲體 (*mycelium*) 生有多數芽子 (*gemmae*)，大小不一，或為圓形，或為卵

ASPERGILLUS



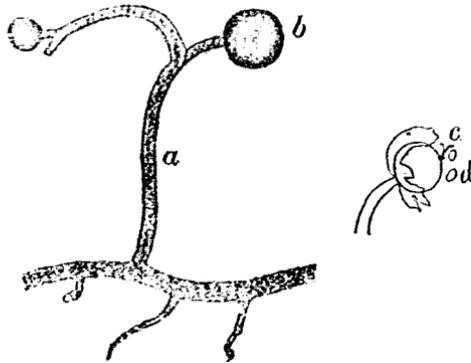
六一圖

形，或爲無色，或爲淡黃色，至淡棕色，具甚厚之無色平滑之膜，最適溫度爲三〇——四〇度。如圖一七 a 爲孢子囊柄，b 爲孢子囊內含多數之孢子，c 爲中軸體，d 爲孢子。

(三) *Rhizopus oryzae* 此菌可以轉變澱粉

爲糖，可以醱酵蔗糖。菌叢及孢子囊柄爲灰黑色，孢子囊直徑一〇〇——一八〇 μ ，普通爲一五〇 μ 。孢子直徑爲五——八 μ 。菌絲有生芽子，最適溫度爲三七度，其類似菌 *Rhizopus Delemar* 糖化力尤強，阿明露法，製造酒精，多採用之。

Rhizopus 類與 *mucoor* 類不同之點，乃 *Rhizopus* 當生成孢子囊之先，出細長之絲名曰假枝 (*Stolon*)，此假枝之尖端，與培養器表面（如二重皿之四旁）相接觸時，由其尖端生一

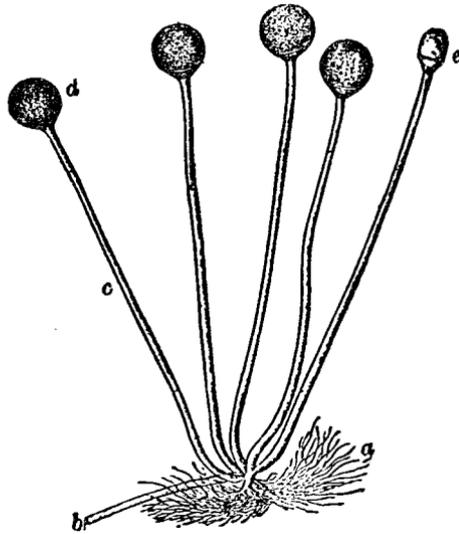


七一

叢假根 (Rhizoid)，由假根上形成一叢直立孢子囊柄。再由假根生一假枝 (Stolon)，此假根復與培養器之表面相接觸，復生假根，假根之上，復生一叢之孢子囊柄。如是漸漸繁殖，呈蜘蛛網之狀。而 *mucoor* 之孢子囊柄，則係由菌絲之上生成，並無假枝及假根之生成也。如圖一八 a 爲假根，b 爲假枝，c 爲孢子囊柄，d 爲孢子囊。

第二項 糖化菌之培養法

酒精製造之糖化劑，最常用者爲麩或米所製之麴，製造麩麴或米麴，須用純粹培養之種麴。茲將中央工業試驗所製造種麴之設備及方法述如下：



八一圖

(一) 製造設備

1、浸漬槽 浸漬槽供米浸漬之用。該所所用者，乃利用大豆之浸漬槽，槽高二尺，長四·五尺，用磚築成，外塗洋灰。槽之下旁設一活瓣，供污水之流出，小量製造時，則以瓦缸或木桶代之。

2、蒸煮鍋 蒸煮鍋供米蒸煮之用，該所所用者係大豆之蒸煮鍋。鍋用普通鐵鍋，安置一磚砌之灶上，鍋上設一木甑，高三尺，直徑二·五尺，甑底架以數條木板，木板之上，安以竹匾，浸好之米，即放入匾上，以備蒸熟。木甑之旁設一蒸汽管，如是大米蒸熟時，可以兼用煤火或蒸汽，至爲便利。

3、拌和臺 米與純粹培養之麴菌混合時，須在拌和臺上施行之。該所種麴室內設有拌和臺，臺用磚築成，上塗洋灰，臺高三尺，長四尺，闊二尺，臺面四圍，設高一寸半之邊，以免拌和時米粒之遺落。

4、麴盤 該所所用之麴盤，係長方形，高二寸，長一·五尺，闊一尺，盤底橫釘三分厚之木條三根，使麴盤積疊時，兩盤之間，留有空隙，以便空氣之流通。

5、種麴室 種麴室之設計，至爲重要，以(一)室內保持一定之溫度與濕度；(二)防止雜

菌之侵入；(三)通氣優良爲主要。該所之種麴，分內外二間，係普通房屋改建而成。內外室之間，設一門，以便出入。外間放置用具，無特別構造。內室專供製造種麴，高七尺，長一〇尺，闊八尺，四壁屋頂及地面塗洋灰。四壁之下部，設空氣濾過筒數個，筒之直徑及長各爲一尺，兩端係多孔鐵板，中實棉花。壁之上部設一空洞，內置強力之風扇，當製麴時，開動風扇，則外間空氣經過空氣濾過筒，而入室中，可免黴菌之虞。室內設雙層玻璃窗一個，以透光線。窗上玻璃，塗以白漆，以免直接日光之射入。地面設蒸汽管，以便加溫。又設水溝，以通污水。

6、其他設備如溫度計，最高最低溫度計，乾濕計，電爐等等不具述。

(二) 製造手續

1、種麴及種麴盤之殺菌 種麴室內部先行水洗一、二次並開窗通風，使其乾燥，應用之麴盤，亦用水洗淨陽乾後，放置麴室之木架上，堆疊如品字形。然後用噴霧器噴以福馬林（一份市售福馬林可加一五——二〇倍之水）每一立方尺地用福馬林一五——二〇公撮，此時工人須戴該所所製防毒面具，以免吸收福馬林氣體。噴畢，緊閉麴室二十四小時後，即可從事製麴矣。

2、米之浸漬及蒸煮 先將米水洗數次，置入浸漬槽，米與水之比，爲一與二。冬日浸漬六小時，每小時換清水一次；夏日浸漬三——四小時，每一小時換清水一次。浸漬既畢，取出置入蒸煮鍋中，木架上部之竹匾上。竹匾上預先舖以清潔之布一塊，加蓋，蒸煮一——二小時（用煤火蒸煮時鍋內須盛清水）。俟米蒸熟時，再放置一小時，取出，盛於已殺菌之竹篾中，用蒸煮鍋中之布，覆於其上，藉防雜菌之侵入，及水蒸氣之散發，立即移入已殺菌之製麴室中。

3、木灰之添加 將上項已蒸熟之米，傾在已殺菌之拌檯上，加入木灰（木灰須於高熱殺菌箱中在一百七十度殺菌一小時方可使用），攪拌均勻，堆積成丘，用已殺菌之布，覆蓋其上，使其徐徐冷卻。一石米約加木灰六〇〇公分，添加木灰之目的：（一）使米粒分離麴菌易於繁殖；（二）調節適當之輕氣伊洪濃度（pH Concentration）有利麴菌之繁殖；（三）使米呈較強鹼性，可防止細菌之侵入。

4、麴菌之添加 拌入木灰之米，冷至三十六、七度，即可添加純粹培養之麴菌（用米在二重血培養一星期，即可使用）。一石米，約用麴菌三百公分，加入後，用手揉搓之，使麴菌孢子平均分布

於米粒之表面，拌勻後，仍放置拌臺上，蓋之以布。

5、裝盤及發育 米與麴菌混合後，室溫須保持三十度左右，乾濕球溫度之差為一—二度。俟米之溫度增至三十六、七度時，即須翻拌一次。翻拌之後，米溫減低，堆積如前。又俟米溫增高二度時，再翻拌一次，至米粒表面現少數白斑點時，即可裝入麴盤，堆成丘狀。裝盤完畢後，將盤與盤疊積，每日將盤上下調換數次，俟米粒遍生白點時，即可將丘形之米堆攤平。此後米面先生白色菌絲，次生黃綠色孢子，即可將麴盤層積如品字形。直至孢子老熟，呈深黃綠色，米粒亦略見乾燥，即可裝入紙包，再蓋以黑布，晒乾一日，便可應用矣。茲將該所製造種麴之發育時間、米溫、室溫、及濕度列表如下：

種麴製造記錄

| 日 | 期 | 米溫 (C) | 乾球溫度 (即室溫 C) | 濕球溫度 | 濕度 | 附 | 註 |
|--------|------|--------|--------------|------|----|-------|---|
| 五月三十一日 | 下午四時 | 三七度 | — | — | — | 加入麴菌前 | |
| 五月三十一日 | 下午五時 | 三四度 | — | — | — | 加入麴菌後 | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|------------|------|----------------------|------------|----|----|----|----|----|----|------------------------|----|------------------|
| 下六 | 上六 | 上六 | 上六 | 上六 | 上六 | 上六 | 上六 | 上六 | 下五 | 下五 | 下五 | 下五 | 下五 |
| 午月 | 午月 | 午月 | 午月 | 午月 | 午月 | 午月 | 午月 | 午月 | 午月 | 午月 | 午月 | 午月 | 午月 |
| 二 | 十一 | 十一 | 十一 | 八 | 七 | 五 | 三 | 十二 | 三十 | 三十 | 九 | 七 | 六 |
| 時 | 時 | 半日 | 時 | 時 | 時 | 時 | 時 | 時 | 半日 | 半日 | 半日 | 半日 | 半日 |
| 三五 | 三三 | 三二 | 三九 | 三六 | 三九 | 三六 | 三五 | 三四 | 三六 | 三四 | 三三 | 三六 | 二七 |
| 度 | 五度 | 度 | 度 | 度 | 度 | 度 | 度 | 度 | 度 | 度 | 度 | 度 | 度 |
| 三〇 | 二九 | 二九 | 二九 | 二八 | 二八 | 二八 | 二八 | 二八 | 二八 | 二八 | 二八 | 二九 | 二九 |
| 度 | 度 | 五度 | 五度 | 六度 | 五度 | 度 | 度 | 度 | 度 | 度 | 度 | 度 | 度 |
| 二八 | 二七 | 二七 | 二七 | 二七 | 二七 | 二六 | 二六 | 二六 | 二六 | 二六 | 二六 | 二六 | 二六 |
| 度 | 五度 | 度 | 度 | 度 | 度 | 度 | 度 | 五度 | 五度 | 六度 | 五度 | 五度 | 度 |
| 八三 | 八七 | 七九 | 七九 | 八六 | 八七 | 八二 | 八二 | 八二 | 八二 | 八七 | 八七 | 七八 | 七五 |
| 換 | 將麴盤上下位置互相調 | 裝盤完畢 | 此時白斑更多即行裝盤 將米堆作丘狀 | 米之表面已現微白斑點 | 翻拌 | | | | 翻拌 | | 僅能電爐爐下置一水鍋 藉以調節室內溫度 | 翻拌 | 開暖汽管及電爐使室溫 上昇 |

| | | | | | | |
|-----------|-----------|---------|-------|-------|------------|------------|
| 下六 | 上六 | 上六 | 下六 | 下六 | 上六 | 下六 |
| 午月 | 午月 | 午月 | 午月 | 午月 | 午月 | 午月 |
| 一三 | 十二 | 七二 | 九 | 七一 | 五 | 三一 |
| 時日 | 時日 | 時日 | 時日 | 時日 | 半日 | 時日 |
| | 三三度 | 三八度 | 三八·二度 | 三八·五度 | 三九度 | 三七度 |
| | | 二八·五度 | 二九·五度 | 三〇度 | 三〇·二度 | 三〇·五度 |
| | | 二七度 | 二九度 | 二九度 | 二九·五度 | 二九度 |
| | 八七 | 九五 | 九五 | 九一 | 八七 | 八七 |
| 多且極純粹即可裝包 | 孢子更多將麵層積如 | 稍生黃綠色孢子 | | 白菌絲更長 | 米之表面生白色短菌絲 | 米之表面通生白菌將麵 |

第三節 乳酸菌

第一項 乳酸菌之性狀

乳酸菌之種類繁多，而供酒母釀生酸之用者，則為 *Bacillus Delbrückii*，此菌發見於四五—五〇度之溫醪中，可以醱酵麥芽糖、蔗糖、葡萄糖等，生成乳酸，然不能使乳糖醱酵。生酸最高溫度為五四度，最適溫度為四六—四七度，生酸最大量為一·七九%。此菌聚落形小而平低，色鮮

明，一晝夜後聚落之大爲○・五公毫。用凍粉培養基作穿刺培養，發育優良。培養於醪中，一晝夜後，液生混濁，三——四天液復澄清。此菌之形狀，其大小依培養基而異。用凍粉培養呈長形及不整一之捲纏形。醪液培養呈單一細胞或二——三細胞相連結。長二・八——七 μ ，闊○・五——○・七 μ （如圖一九）。

第二項 乳酸菌之分離法

醪酵醪及由麥芽等均有乳酸菌之存在，可設法分離之。如用醪酵醪分離乳酸菌，可將麥芽汁凍粉加以少量炭酸鈣，溶化後，冷至四五度，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，如是者四——五次，移種既畢，將各試管各傾入二重皿中，俟其凝固後，放於三



九一 圖

七度保溫箱內，一——二日後，如發現菌落其周圍透明者（因培養基加碳酸鈣後呈乳白色）即可分離而出，仍種於麥芽汁凍粉中，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，加水熱至五十度，維持此溫度十二——二十四小時，再按前法分離可也。

第四節 醋酸菌及酪酸菌

第一項 醋酸菌

普通醋酸菌多繁殖於醋酸液之表面，形成皮膜，因養氣之存在，可使酒精變為醋酸，無養氣之存在者，此菌即不能繁殖，故為好氣性細菌（aerobes）。



酒精釀酵存在之醋酸菌如 *B. indurium* 爲短桿狀菌，排列不整齊，短連鎖者少，具運動性，在膠之表面，生粘性厚膜。生育最適溫度爲二十三度，最高爲三十五度，最低爲八度。生酸最適溫度爲二十一度，最大酒精抵抗量爲六——七%，最大醋酸生成量爲二·七%。

第二項 酪酸菌

酪酸菌多爲桿狀，可變炭水化合物爲酪酸，有養氣存在者多不能繁殖，故爲嫌氣性細菌 (*anaerobes*)。此菌生成孢子或在細胞之中央，或在細胞之頂端 (圖二〇) 繁殖溫度多在四〇度左右。其孢子可以抵抗高溫，如 *Clostridium butyricum* 之孢子，沸騰十五分鐘，方能死滅。



第二編 澱粉質原料製造酒精法

第一章 原料

澱粉質原料以穀類及薯類為主。吾國北方之高粱，各省之甘薯及玉蜀黍，均為製造酒精之良好原料。分述如次：

第一節 穀類原料

穀類中常用者為高粱、玉蜀黍、米、小麥、大麥為主。其成分如下：

| 原料 | 水分 | 分蛋 | 白質 | 脂肪 | 纖維 | 灰 | 分 |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 高粱 | 10.5 | 1.2 | 1.5 | 0.3 | 7.2 | 0.3 | 100 |
| 米 | 12.5 | 1.5 | 1.8 | 0.4 | 7.5 | 0.4 | 100 |
| 玉蜀黍 | 14.5 | 1.8 | 2.2 | 0.5 | 8.0 | 0.5 | 100 |
| 小麥 | 15.5 | 2.0 | 2.5 | 0.6 | 8.5 | 0.6 | 100 |
| 大麥 | 16.5 | 2.2 | 2.8 | 0.7 | 9.0 | 0.7 | 100 |

| | | | | | | |
|-----|---------|-------|---------|-------|----------|---------|
| 米 | 0.011.6 | 七三—九六 | 0.2—0.4 | 六七—九六 | 0.05—0.7 | 0.五—1.0 |
| 玉蜀黍 | 二五.三 | 九.五 | 五.0 | 六.九 | 二.五 | 一.四七 |
| 小 麥 | 二二.三 | 二.三 | 一.五 | 六.六 | 二.二 | 一.七七 |
| 大 麥 | 二.五 | 九.六 | 一.六 | 六.五 | 四.四 | 二.五 |

(甲)高粱——高粱爲我國北部之普通農作物，俗稱紅糧，或黍米。東三省栽培尤遍，與大豆同爲重要作物。大約四月下旬或五月初旬下種，秋分前後（九月中下旬）可以收穫。品種極多，澱粉含量亦不一。上表所述者，乃普通釀造高粱酒所用高粱之成分也。高粱之用途極廣，東三省居民不但作爲常食，且爲釀造高粱酒之原料，對於家畜亦爲唯一之優良飼料。

(乙)玉蜀黍——世界各國栽培玉蜀黍者甚爲普遍，玉蜀黍價廉，且耐貯藏，多用以製造酒精及麵包酵母。吾國中部播種之期，爲四月上旬，然普通多在五月下旬乃至六月上旬播種之。冬令可以收穫。

(丙)米——中國之黃酒，日本之清酒，均用米爲原料。酒精之製造多用碎米製造酒母膠。

(丁) 小麥——吾國之高梁酒及黃酒，多用小麥製麴，以供糖化及釀酵之用。麥粉製造廠將小麥製成麵粉後，所餘之麩，可為製麴原料，以備澱粉糖化之用。

(戊) 大麥——歐西各國多用大麥以製麥芽，中國多用以製麴，兩者均可供澱粉糖化之用。其他如粟、燕麥等等因不常用，從略。

第二節 薯類原料

薯類原料以甘薯及馬鈴薯為主要，普通成分如下：

| 原料 | 水分 | 分蛋 | 白質 | 脂肪 | 糖 | 纖維 | 維 | 灰 | 分 |
|--------|-----------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---|
| 甘薯 | 60.4—68.7 | 1.4—1.9 | 1.8—2.3 | 1.7—2.3 | 7.3—13.3 | 0.9—1.5 | 0.4—1.2 | 1.1—1.2 | |
| 乾甘薯 | 4.6—13.3 | 1.4—1.7 | 0.6—1.3 | 4.7—6.3 | 7.6—13.0 | 2.5—3.0 | 2.5—3.0 | 1.8—2.0 | |
| 馬鈴薯 | 6.3—14.9 | 0.6—1.7 | 0.0—0.6 | 1.9—3.5 | 0.1—1.5 | 0.1—1.5 | 0.5—1.8 | 0.5—1.8 | |
| 馬鈴薯(乾) | 2.0 | 7.4 | 0.4 | 7.0 | 2.4 | 2.4 | 3.9 | | |

(甲) 甘薯——我國各省多種甘薯，因不耐貯存，可以切片曬乾，或用新法烘乾，爲製造酒精之良好原料。插苗期依氣候寒暖而不同。暖地自三月至六月間，均可種植。收穫期自十月至十一月。冷地生育期間較短，插苗以六月爲宜，收穫則在十月中。

(乙) 馬鈴薯——馬鈴薯爲歐美各國重要之根菜類，用以製造酒精及酵母者極爲普遍。吾國各地於穀雨（四月二十日左右）下種，立秋至白露（八月中旬至九月中旬）收穫，但多供食用，不甚發達耳。

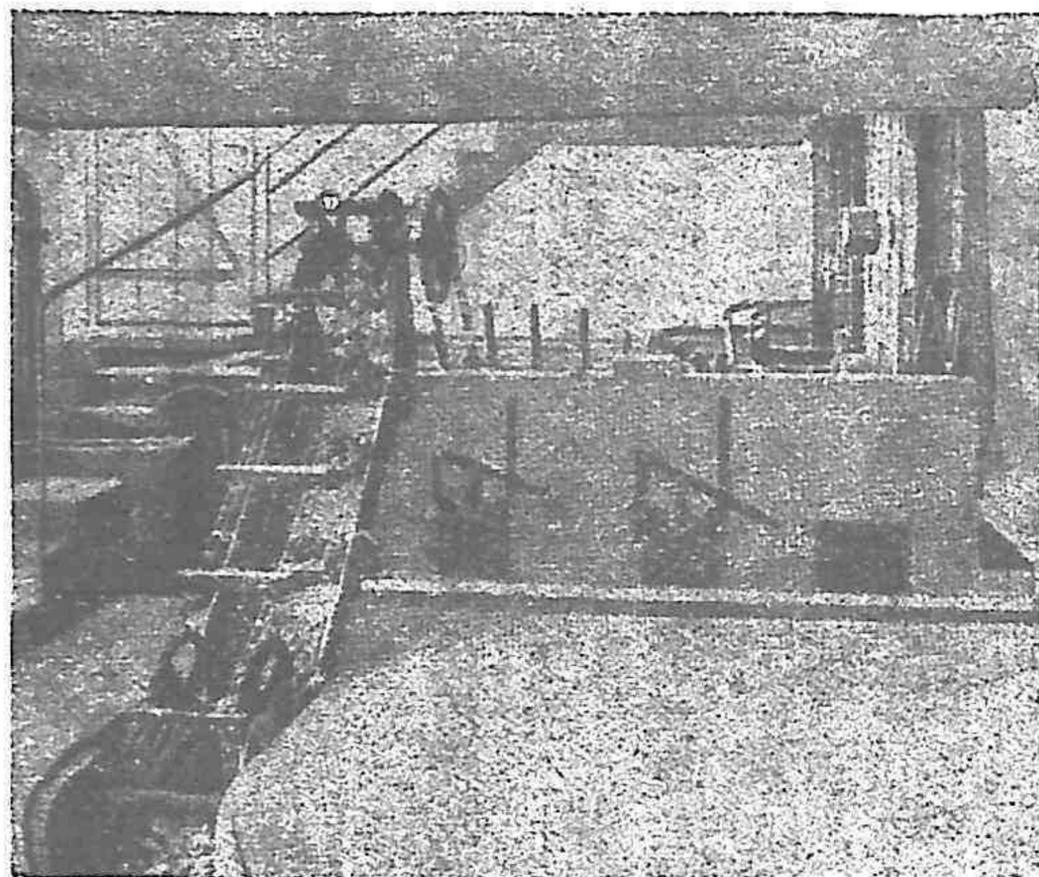
第二章 原料之蒸煮

第一節 薯類原料之蒸煮

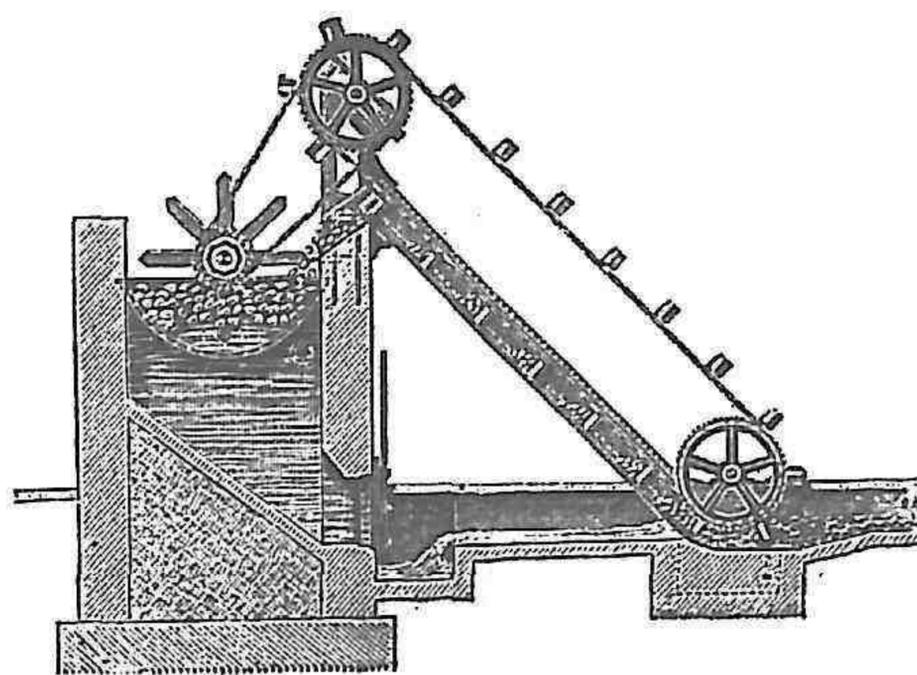
第一項 生薯之洗滌

生薯須先在洗滌機洗滌，去其附着之污物及砂土，否則糖化機及蒸溜機因砂石之堵塞，易於損壞，生薯未洗滌以前，可先放入廻轉鼓，使薯之附着土，因薯之互相磨擦而鬆解。然後由鼓中陸續落於洗滌機。此機之構造，雖有種種，普通則為開放槽（圖二一A B）長約九英尺至十二英尺，內分數室，室內設有洗滌翼、移動翼及投擲翼。薯入機內，由洗滌翼使其磨擦洗滌，移動翼使其推進，投擲翼使其移入他室。下底側面尚設有泥水排出孔，必要時，可以開孔，排出泥水。當洗滌時，清水流通方面，與薯之流通方面相反，使淨之薯與清水相接觸，而泥水則由第一室流出。薯由第一室經過二、

三室，而至最後之室中，業已完全洗淨矣。洗淨之薯，由運送機之斗，運至蒸煮機，或先經過秤重機，秤重後，再至蒸煮機。



A-二 圖

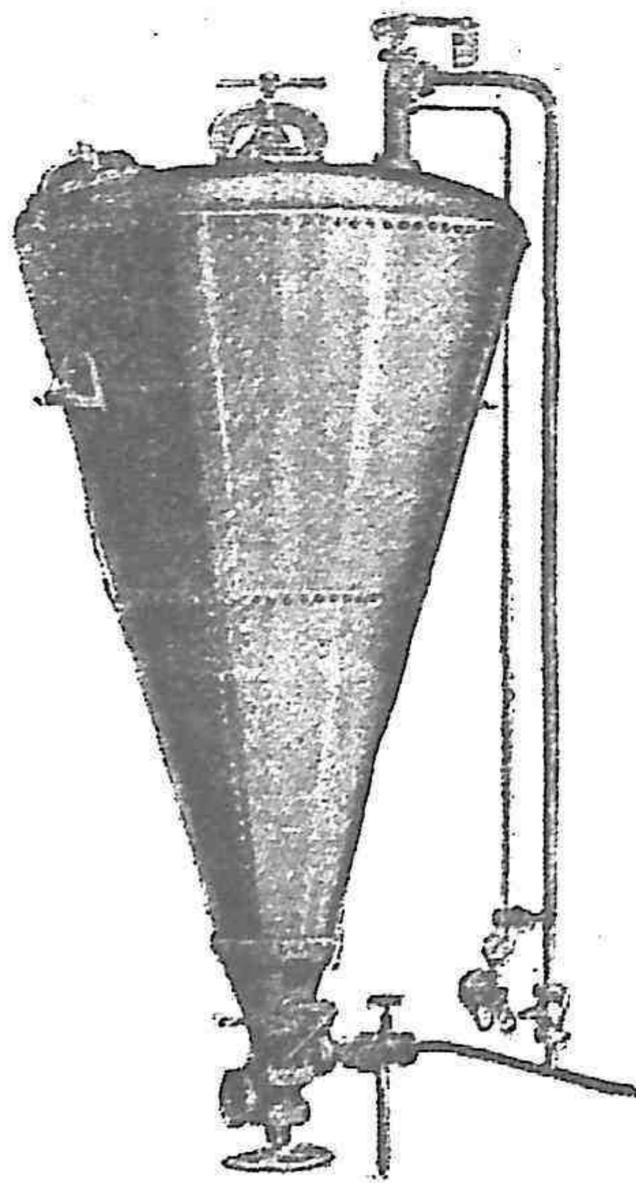


B-二 圖

第二項 生薯之蒸煮

(甲) 蒸煮目的 蒸煮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，以利糖化酵素之作用。

(乙) 蒸煮機 蒸煮機以鶯式蒸煮機 (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；然欲製同容量之蒸煮機，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。如圖二二乃圓錐形蒸煮機，圖二三乃上部圓筒形下部圓錐形內部附有攪拌器之蒸煮機。



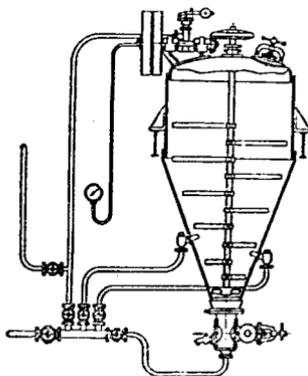
二二 圖

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，以便蒸餾時排出水分。又設出口，以便石子及其他雜物之排除。

蒸餾機之容量自六〇〇〇——一八二〇〇升，容量太大者，不易製造。故大規模之工廠，多用數個連結之蒸餾機。

（丙）蒸餾操作 蒸餾機盛薯既滿（每百升之容量可放一四〇斤之薯，如蒸餾機全為圓錐形者，則可放一二四斤），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



三二 圖

氣瓣逸出時，閉空氣瓣。此時排水口流出之水，尙繼續不停。當機底之薯熱時，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。然欲製濃醪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，汽壓昇至一——一·五氣壓時，將上部汽門緊閉，蒸汽由下部通入，至三氣壓爲度。維持此氣壓一〇——一五分鐘。閉下部蒸汽送入管，開上部蒸汽送入管，將內容物吹出。吹出時須在三——四氣壓，如是薯塊方能細碎。吹出之時間約四五——一五〇分鐘。蒸麥及吹出其需約二小時。當蒸麥時，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，如蒸麥機設有攪拌裝置者，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，當蒸麥時軟化而團結，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。故蒸麥之初，須漸漸通入蒸汽，約一小時（此時須開空氣瓣，使蒸汽逸出），然後升至三氣壓，約半小時，即可吹出矣。

第三項 乾薯之蒸麥

蒸麥乾薯時，先將蒸麥機盛水，通汽，至沸騰時，投入原料，在常壓力之下，蒸麥一小時，然後將氣

壓昇至四十五磅，約歷三十分鐘即可。

第二節 穀類原料之蒸煮

穀類原料如高粱、玉蜀黍、米等含水較少，可先加以一——二倍之水（水中可以預加對原料重量之〇·二%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，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，俟空氣瓣逸出蒸汽時，閉空氣瓣，約歷半小時後，壓力昇至四五——五〇磅，閉蒸汽門，經一小時三十分吹出之。

蒸煮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。

第三節 蒸煮時之變化

米蒸煮之馬鈴薯澱粉，其細胞之內容物，具有大小不同之粒，浮游於一種液體之中，其外部固繞細胞膜，而細胞與細胞之間，具有一種中間體，中間體於萆恩脫審（Pentosane），及半纖維質（Hemicellulose）爲主。兩者皆不溶於冷水，而在沸水中可以部分溶解，高壓蒸煮，可以全行溶解，使各細胞分離。

常壓蒸煮時，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，不過內容物略爲滲出耳。

然在高壓蒸煮時，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，其濾液溷濁，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，各個細胞分離，細胞膜亦起部分之變化，糖化酵素可與澱粉直接營養糖化作用，且澱粉稍呈可溶性之狀態，故受糖化酵素之作用，更爲容易。惟由蒸煮機吹出後，須急速冷至糖化作用之適當溫度，且麥芽或

麴亦宜及早添加，以免失去溶解狀態耳。

澱粉之糊化溫度，依原料而不同。茲將各澱粉之糊化溫度列下（常壓）

| | | | |
|-------|-----|-----|-----|
| 馬鈴薯 | 六五度 | 玉蜀黍 | 七五度 |
| 米大麥小麥 | 八〇度 | | |

蒸汽壓力與溫度之關係如下：

| 蒸汽 | 壓力 | 溫度 | 蒸汽 | 壓力 | 溫度 |
|----|-----|---------|----|----|---------|
| | 一〇 | 一〇〇度 | | 三五 | 一三八・一〇度 |
| | 一〇 | 一一〇・七六度 | | 四〇 | 一四二・八二度 |
| | 二〇 | 一一九・五七度 | | 四五 | 一四七・〇九度 |
| | 二・五 | 一二六・七三度 | | 五〇 | 一五〇・九九度 |
| | 三〇 | 一三二・八〇度 | | | |

第三章 糖化法

第一節 麥芽製造法

第一項 製造酒精應用麥芽之目的

澱粉質原料製造酒精時，須用麥芽，使糊化的澱粉溶化，並變為糖。澱粉本性不溶於水，藉麥芽中糖化酵素之力，變為溶化澱粉，再變為糊精，最後變為一種糖類，名曰麥芽糖。此糖受酵母中麥芽糖酵素之作用，分解為可發酵之葡萄糖。

製造麥芽之要素：為（一）麥芽多含酵素尤以糖化酵素為主要，如是可以最少量麥芽，使澱粉完全分解；（二）麥芽須不含有害發酵之微生物。

第二項 大麥之選擇

製造麥芽之原料，以大麥爲最主要。大麥之選擇，應加注意者，如下：

- 1、大麥完全成熟者，呈鮮黃色；未熟者呈微綠色；生黴者，呈褐色。大麥生黴者，發芽力大爲減少。
- 2、大麥之皮，以薄者爲佳；因一定量之原料，以皮薄者，所得之麥芽汁爲多也。
- 3、大麥之具霉臭氣味者，雖不適於製造麥芽之用，然可試行製造；如發芽力量仍強，則當浸漬時，加以少量消毒劑，如石灰、乳亞硫酸鈣、水楊酸、氟氫酸等，均可防止細菌之繁殖；石炭酸則不適用，因既使酒精具特別氣味，且足減少大麥之發芽力也。

4、麥粒大小一致者，發芽方可平均。如應用大小不同之大麥，則當浸漬工程，小粒吸水適量時，即可放入發芽地板；然後再行噴水，使大粒之麥，亦得適量之水分。若俟大粒吸水足量，則小粒吸水不免過度。如將大小粒之麥，分別製造，則更善矣。

5、大麥之穀粒重者，製造麥芽結果甚佳。每石之重量在一二六——一五〇斤之間，輕者一二六——一三〇斤，重者一三六——一四四斤。一四四斤以上者，殊不多見。千粒之重量，在三五——五〇公分之間，輕者三三——三七公分，中等者三八——四〇公分，重者在四〇公分以上。

6、麥之內部，有粉狀及玻璃狀之別。粉狀者富於澱粉，玻璃狀者富於蛋白質。

7、麥酒釀造所用之大麥，以麥粒肥大，富澱粉質者為宜。酒精製造所用之大麥，則以平扁輕小者，較肥大者，結果為優。蓋小粒大麥，所含蛋白質較大粒者為多，而澱粉含量則較少。糖化酵素係屬類似蛋白質（Albuminoids），僅能由大麥中蛋白質生成，故大麥含蛋白質多者，所生之糖化酵素亦多也。

8、大麥須具完全或一致之發芽能力，發芽力太低，則糖化時麥芽之用量，必須增多。

各種大麥收穫之時，僅有半數可以發芽，若暫時貯存，則穀粒營養後熟作用，發芽能力，逐漸增加。至三個月之久，發芽力可達最大之域。貯存倘不適當，則穀粒受化學作用，發芽力反因而減少。優良大麥發芽力為百分九六至九八，中等大麥為九一至九三，而劣等大麥則在八五以下。劣等大麥發芽不能完全，不適糖化之用，故酒精製造以使用優良大麥為宜也。

第三項 製造麥芽用水

大麥未發芽以前，先行洗滌，除去麥粒附着之塵土及有害發酵之菌類等，然後浸漬水中，使乾

燥穀粒吸收適當之水分，以便發芽。

洗滌及浸漬可用尋常飲料用水，硬水或軟水均可。硬水不但無害，且麥粒用硬水浸漬者，發芽時有機物及礦物質之損失較軟水為少也。

水中含有下述各種物質者，不適麥芽之製造：

- 1、水中因腐敗之故，含有多量有機物者；
- 2、水中含有硫化氫或其他硫化物者；
- 3、水中含有多量之第二鐵化合物者；
- 4、水中含有氯化鈣、氯化鎂等鹽類者。

水中如含有機物，或硫化氫，乃因菌類繁殖之故，若用以製造麥芽，則麥粒附着多數之菌類，足以妨礙醱酵之進行。多量之第二鐵化合物，及氯化鈣、氯化鎂等，對大麥之發芽，均屬不利。

第四項 大麥之洗滌

大麥之洗滌機最適用者，如圖二四，麥粒由頂口下落，水由機之下端上昇，此時麥粒之皮殼等，

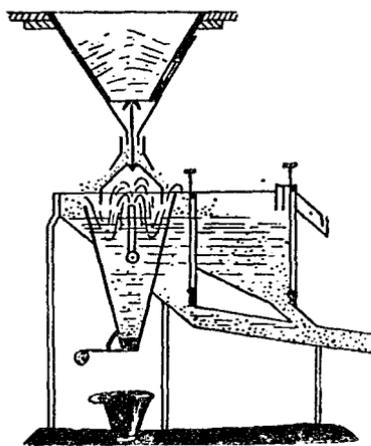
因水流之上衝，流入第一洗澱槽，而土砂等則沉於機之底部。第一沉澱槽中之麥粒，重者下沉，輕者更流入第二沉澱槽。第二沉澱槽中優良之麥粒，全部下沉；蟲食麥粒劣質麥粒及浮游物，共同由上部排去。

第五項 大麥之浸漬

大麥浸漬之目的，乃驅除大麥之皮及胚乳間之空氣，使吸收適當之水分，以便發芽。浸漬槽

木製者，不適用；因木間之空隙，往往堆積有機物，每致腐爛，故以洋灰製或鐵製者為佳也。

大麥浸漬之初，水面上浮之麥粒，不但含有不發芽之輕瘠大麥，即良好之大麥，亦有因空氣泡而上升者，故須加以攪拌，使其再浸入水中，約歷二——三小時之久，始將上浮者撇去。此後為預防菌類之繁殖及穀粒之窒死起見，須時時換水，並吹入空氣。穀粒既得足量之養氣，足以促進發芽粒



四二 圖

之呼吸，發芽必較迅速。換水之時間，最初每隔二——三小時一次，如是者三——四次。嗣後每隔六——八小時一次，如是者復數次。如麥粒生黴，則第一次浸漬水，可加石灰或亞硫酸鈣，使黴菌不至繁殖。浸漬之時間，視乎麥粒之性質，浸漬之溫度，及化學特性與夫浸漬之方法而異。夏季約須二日，嚴冬約須四日。浸漬太久，則發芽不完全，甚至發芽力全部消失。

試驗大麥浸漬適當與否之法如下：

- 1、以麥粒夾於兩指間，易於壓扁；
- 2、將麥粒放於兩指之間，而彎曲之，其皮可以分離；
- 3、麥粒用小刀切之，易於截斷，其切斷面呈橡皮狀；
- 4、麥粒用刀切斷後，擦於木片上，呈白堊之擦痕；
- 5、水分四〇——四五%。

一〇〇份大麥，最多可得一六〇份之浸漬大麥，最少一三〇份，平均一四〇至一四五份。大麥浸漬太過，不如不及，因水分不足，當發芽時尙可噴水，而吸水過度，則發芽力無法恢復也。

第六項 麥芽室之裝置

製造麥芽時，首須防避一切有害菌類之繁殖，否則酒精產量，必極低少。故麥芽室之構造，以保持清潔為最要條件。麥芽室可建於離地面四尺至八尺之下，以免室內溫度之變更。如在地上者，室內須備暖汽管及冷水管，且須建築厚牆及雙重窗門，使室內溫度能維持一〇——一二度。而窗用不透光之玻璃，以避日光之射入。室內應設水溝，以便廢水之排除。開口處均蒙以鐵紗網，以免飛蠅之廢集。麥芽室之地面及四圍之牆，可塗以水泥，以便洗滌。室之四圍下部，設小筒數個，或用人工之通風，以免炭酸氣之積集，但室溫不可因通風之故，以致驟降耳。

室內之面積，不可太小；如因面積關係，將麥堆增高，致溫度上升太速，麥芽發芽力必因而減少。通常堆積之高度為一〇——一三公厘者，每一百升之大麥，須用二·二平方公尺之地面。

第七項 發芽之作用

大麥吸收適量之水分後，在適當溫度並與空氣相接觸，則發生根與幼芽。水分供物質溶化及轉運之用，空氣供呼吸之需。呼吸之時，發生熱量，並生成酵素。一為炭水化物分解酵素，能變炭水化

物爲糖；一爲蛋白質分解酵素，能變高級蛋白質爲簡單蛋白質。

(一) 炭水化物分解酵素有數種，發芽時之作用如下：

第一、纖維分解酵素 (Cytal) 可以溶化穀粒之細胞膜，使糖化酵素得以侵入。

第二、糖化酵素，先變澱粉爲糊精，最後變爲麥芽糖。

(二) 高分子蛋白質當發芽時，亦可由蛋白質分解酵素變爲簡單化合物。其分解作用，亦順序而進。最先變爲不具滲透散 (Non-diffusible) 之物質名曰麵筋質 (Glutens) 者，此質僅能一部分溶化；其次分解物爲類似蛋白質類 (Albuminoids)，溶化性雖較前者爲大，然滲透困難，亦不足爲幼芽之營養物；故酵素須繼續作用，俟溶化性及滲透性均大之化合物生成爲度。此類物質可助發芽粒之生長，如百補登 (Peptone) 及天冬青 (Asparagin) 是也。又此等物質爲酵母之優良營養物，麥芽富於此等物質，故可供製造酵母之用。其量約爲穀粒原有含氮物質百分之二。

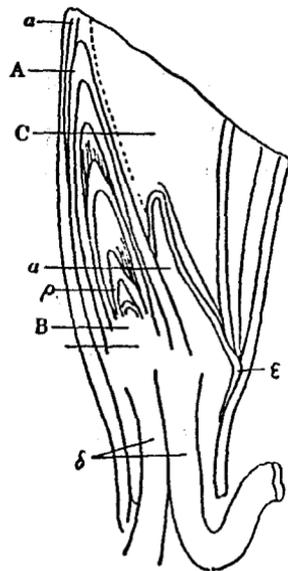
○——○三。大麥含氮愈多者，則此等物質含量亦多，故酒精工廠以選用含氮較多之大麥爲宜也。

圖二五乃大麥發芽粒縱斷面。A 爲穀之皮殼，B 爲爲芽胎 (Germ)，C 爲胚乳 (Endosperm)。胚

乳爲穀粒之澱粉體，大部分澱粉均在其中。澱粉體之澱粉細胞，由膠質層與皮殼相分開。膠質層之細胞，具角形及三稜形，內部係暗灰色之微粒，由蛋白質組成。芽胎係種子長成之最先機體，可生葉芽。而根則生於芽胎之下部。

大麥發芽時，其成分發生變化，變化所成之物質，不但可供芽胎之營養；且成分變化時，所生潛能力，尙可扶助呼吸作用，並供給物質變化需要之能力。現今通用之長期發芽法，炭水化合物受呼吸作用之消耗甚多，約合麥芽乾燥物百分之十七。

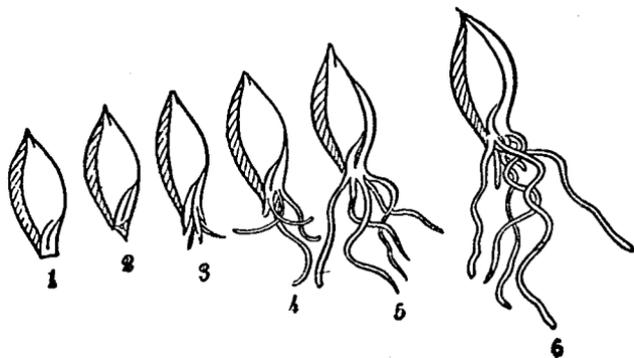
發芽粒之呼吸，須常通空氣，方能繼續不停。呼吸之生成物爲炭酸氣及水。若炭酸氣貯集太多，則呼吸阻滯，發芽力必因而大減，故須行適當之通氣方可。



五二 圖

呼吸愈增加，則熱量發生亦愈甚；發生之熱，若不設法調節之，可使發芽作用完全停止。熱之調節與輻射及傳導有關係，尤以麥芽堆空氣之流通爲要。而空氣之流通，則視堆之形式及粒穀之性質而不同。麥堆愈薄者，空氣進入愈易；又皮殼有髒者，如冬季大麥及燕麥，發熱較少，因其空氣流通較裸粒如黑麥者爲易。乾燥空氣之冷卻效力甚大，因水分之蒸發較速也。穀粒若時加翻動，則溫度不至超過十七・五度以上。大麥富於蛋白質者，發熱較蛋白質含量低者爲速。

大麥發芽如圖二六所示，1爲已浸漬而未發芽之大麥，2爲由穀粒生出小根之情形，3爲數個小根及葉芽初生之情形，4爲根及葉芽之發達情形，5爲發芽完



全之麥芽（葉芽約含粒長四分之三，而根則約合粒長一·五倍）此時大麥發芽已歷六——八日之久矣。

舊時酒精製造多用短麥芽（Short malt）嗣經研究之結果，麥芽之發育愈盛，則糖化酵素之生成亦愈增，故欲得糖化力強大之麥芽，須將發芽時間延長至二十日以上，即得所謂長麥芽（Long malt），如圖二六之6，乃葉芽及根增長之情形，此後尚須繼續發育，至適度為止。

第八項 地板式發芽法

大麥之發芽，分爲低溫法及高溫法二種，茲分述於下：

（一）低溫發芽法 此法之要點，乃麥堆之溫度，須維持一七——二〇度之間。大麥自浸漬槽取出，鋪於地板約歷一〇——一二小時，排去過量之水。次鋪成一〇公厘高之薄層，使表面一部分乾燥，此種預乾法，以大麥十分浸透，且發芽室溫度低者，方可採用。此項手續，歷一二——二四小時後，將大麥作成二〇——四〇公厘高之堆，中央凹窪。此時間之堆積名曰潤濕堆積（wet heap）。溫度愈高，則堆積愈低。若大麥未經十分浸透，則可直接堆成潤濕堆積，勿須經過預乾手續。麥堆每

隔六——八小時，翻動一次，以免麥堆內溫度及濕度不均之弊。

大麥既失附着之水分，稍見乾燥，此時期之堆積，名曰乾燥堆積 (Dry heap)。乾燥堆積之大麥，約經一八——四八小時後，開始發育，幼根破皮而出。此時期之堆積，名曰出根堆積 (Broken heap)。嗣因幼根分枝之故，發芽粒之呼吸作用漸盛，溫度之昇高，炭酸氣之生成，亦因而較速。內部之大麥因水氣凝結，麥粒表面，漸發汗滴，味似胡瓜。此時期之堆積，名曰發育堆積 (Growing heap)。此時如溫度太高，可將堆積之高度，漸減至六——一四公厘。此時期之堆積，名曰生長堆積 (Old heap)。生長堆積不可太薄，否則水分缺少，不能發育，又須每隔五——六小時，翻拌一次，使發芽粒得適當之空氣，藉以促進麥芽之生長。

當發芽時，根毛須呈白色及光輝，如有萎謝者，須以水噴之，或通以飽和水分之空氣，俟幼根生長達於麥粒之一倍半，幼芽之生於麥粒皮下者，達麥粒之四分三時，即為適度之發芽（短麥芽），此乃發芽經過之大略情形也。

茲將實際操作記錄列下：

| | | | |
|-------|------|------|------|
| 第 八 日 | 午後十時 | 一三公厘 | 一八 度 |
| 第 九 日 | 午前十時 | 一三公厘 | 一八 度 |

(二) 高溫發芽法 此法麥堆之高度，為三〇——五〇公厘，溫度為三六——四一度，四—六日發芽即可完全，但因麥堆溫度太高，麥芽品質，不免受其影響耳。

第九項 長麥芽之製造

長麥芽之糖化酵素含量，與短麥芽相較，則大麥蛋白質含量少者，為一〇〇與一二八·五之比；又大麥蛋白質含量多者為一〇〇與一六〇之比。此種結果，已得學理上及實際上之證明，故採用長時間發芽，可得優良之麥芽，已無疑義，惟製造方法，須加意之耳。

大麥由浸漬槽或洗滌器取出後，堆成薄層，常加翻動，去其外部水分，當翻動時，將大麥高揚空中，愈鬆愈妙，使與空氣相接觸。翻動之次數愈多，則麥之乾燥愈易，而發育亦愈速。大麥之末端先顯白點，漸次增大，變為根毛，三日至五日之後，根毛分為三四根，葉芽亦漸發育。再經三、五日，芽長約合穀粒長之一半，根毛亦漸彎曲。此時麥芽之生活力最高，呼吸及生熱亦最盛。當葉芽之長與穀粒相

等時，開始噴水。水量之多寡，與空氣濕度溫度及發芽時間之長短有關。至於加水之時間，非經驗豐富者，頗難調節。大約葉芽當破殼而出之初，加水之量，不可太多。發芽適度時，根毛漸乾燥，生活作用亦漸息，再放地板數日，即可使用矣。糖化酵素含量之多寡，與發芽時間之長短成正比例。發芽時間爲一八——二〇日，且維持十七・五度以內者，自可得強盛之糖化酵素也。

當麥粒發芽時，有機物（以澱粉爲主）分解，同時發生炭酸氣，故時間愈長者，則澱粉損失愈大。澱粉之損失，短麥芽約含穀粒之澱粉含量百分六・五，長麥芽則達百分十七。故製成之麥芽，短麥芽如爲一〇〇份，而長麥芽則僅爲九〇份，然前者六三份之澱粉酵素效力，可與後者九〇份相抵，可知長麥芽之澱粉損失雖大，較之短麥芽仍屬有利，故現今酒精廠多採用之也。

第十項 甞形麥芽之製造

甞形麥芽 (Talted malt) 之製法，係將大麥由浸漬槽取出，堆成三〇——三五公厘之高，每隔六——八小時，用鏟翻動一次，使粒之外面乾燥適度，俟粒端發生根毛後，再爲翻動一次，然後鋪成高六——一二公厘之堆積，靜候根毛互相纏結，不可翻動，如上部太乾，可以水噴之，歷六——八

日後，用特殊機械如圖二七，照圖樣（圖二八）切開，而翻覆之。此後時時噴水，歷七——一〇日後，發芽可以完全。

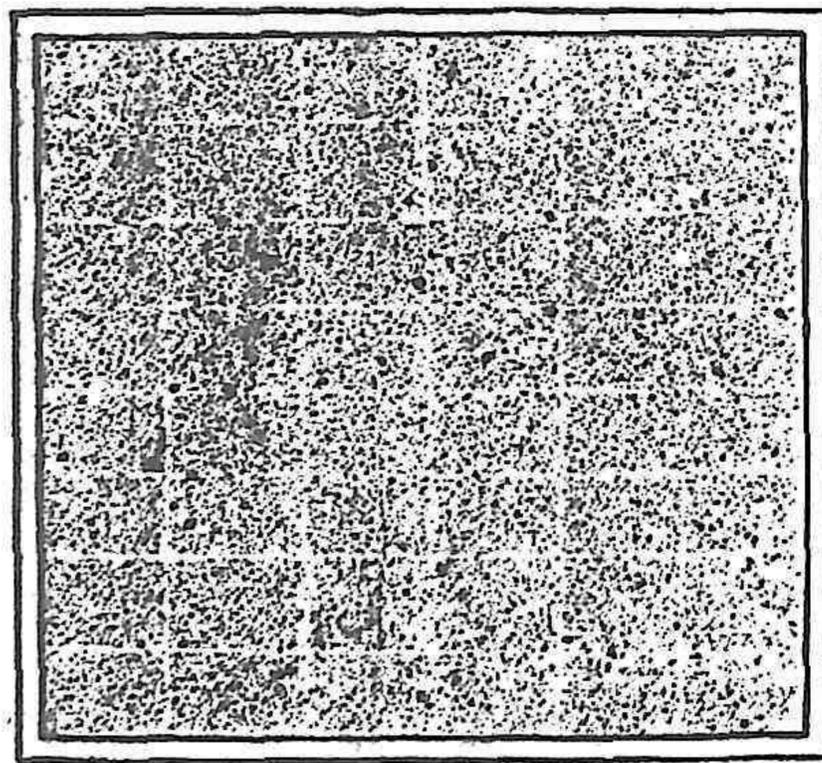
第十一項 棚式發芽法

此法將大麥放於底部多孔之淺木箱或竹匾中，層積棚上，使其發芽，故佔地面積較小也。

第十二項 通風發芽法

通風發芽法之原理，乃於發芽之際，通以空氣，藉以排除發芽期中發生碳酸氣，並調節發芽之溫度及濕度。此種機械有種種，茲述格蘭（Gilland）式發芽器之構造（圖二九）如下：

將浸水告終之大麥，置於自由迴轉之密閉鐵製圓筒器內，通入飽和濕氣之空氣，藉以調節發

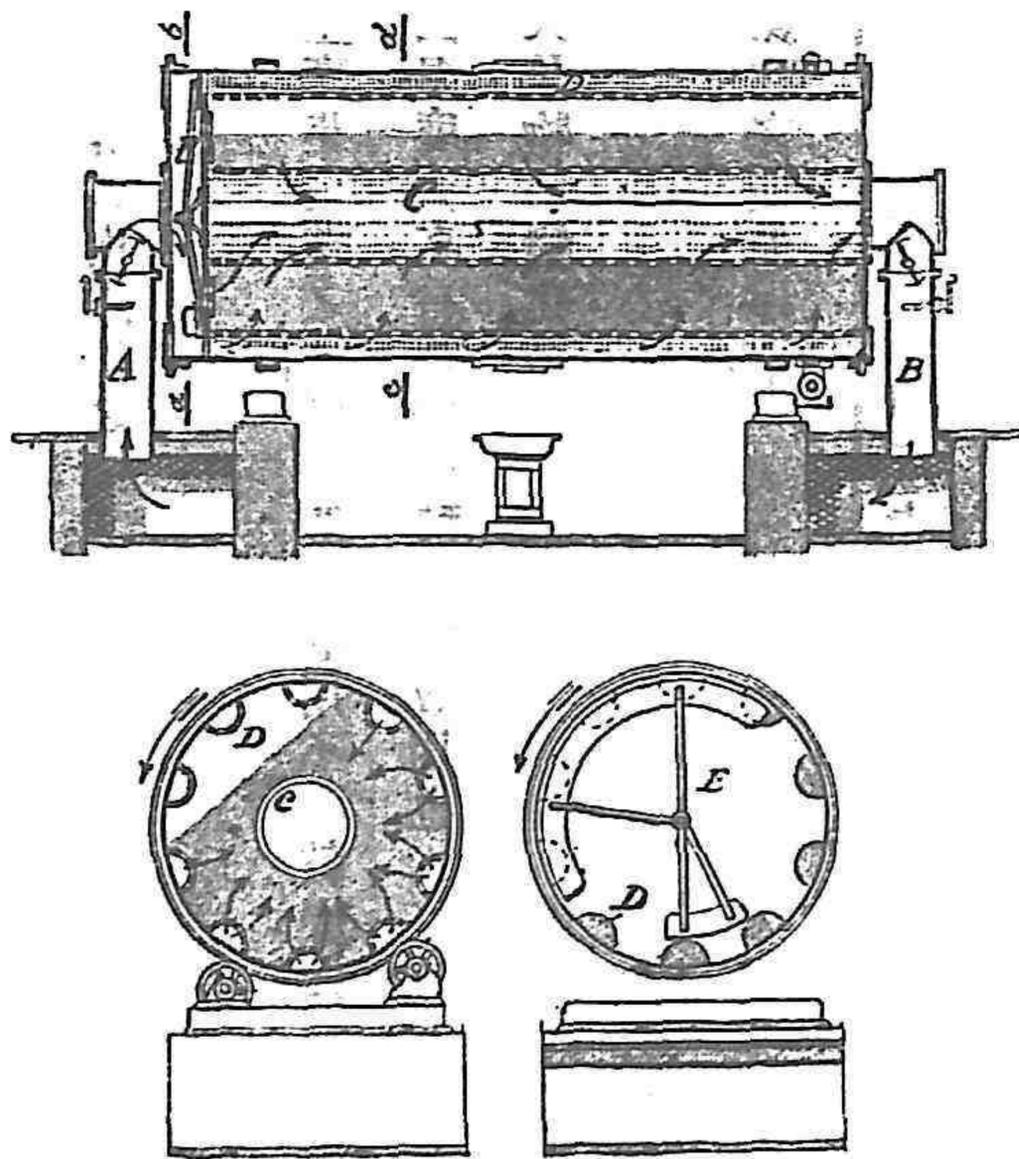


八二 圖



七二 圖

芽時之溫度及濕度。此圓筒置於四個齒車臺上。此器一方之側，設調節瓣，與潤濕空氣導入管連絡，空氣導入管與空氣室A連絡，沿圓筒之內壁在一定之間隔，設多孔側管D，以爲潤濕空氣之通路。圓筒器之中央，更設多孔內管C，與潤濕空氣之吸出機相連絡，其間亦設調節瓣。圓筒器之中央，設二口，以便原料之出入。原料由上方之浸漬器，落於內管及外壁之間，空氣由空氣室A，經側管D，通過原料，而由內管C排出。側管D當迴轉至上方向時，由振動瓣E閉塞之。圓筒器之迴轉（每四十五分鐘迴轉一次，）可使大麥之發芽十分均勻。



九二 圖

第十三項 麥芽之洗滌及壓碎

綠麥芽未壓碎以前，須先洗滌，使微生物可以洗去。法將生麥芽移入洗滌槽，初用微溫水，次用冷水洗滌之，俟濾液透明為度。

生麥芽洗滌之後，再用壓碎機壓碎，使糖化酵素與澱粉之接觸面積，可以增大。

第十四項 麥芽之乾燥

生麥芽之糖化能力較大於乾麥芽，故生麥芽製成之後，可以即日應用，不必乾燥，如有貯藏之必要，則可將麥芽陽乾，或在低溫使其烘乾，因溫度太高，有礙糖化酵素之效用也。

第十五項 製造麥芽時之損失及物理變化

(一) 製造麥芽之損失

大麥乾燥物含量為七八%者，其乾燥物之損失如下：

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|-------|---|-------|---|---|-------|
| 麥 | 渣 | 時 | 損 | 失 | 短 | 麥 | 芽(一日) | 長 | 麥 | 芽(二日) |
| | | | | | 1.30% | | 1.30% | | | |

| | | |
|-------|-------|--------|
| 發芽時損失 | 五·一四% | 五·五七% |
| 全損損失 | 六·四四% | 一六·八七% |

(二) 大麥及麥芽含水量

| | | | | | | |
|------|-----|-----|------|-----|-----|---|
| 大麥 | 最 | 小 | 最 | 大 | 平 | 均 |
| 浸漬大麥 | 一〇〇 | 四〇〇 | 四五〇 | 一八〇 | 一四〇 | |
| 生麥芽 | 四〇〇 | 四五〇 | 四二·五 | | | |
| 陽乾麥芽 | 一一〇 | 一三〇 | 一二〇 | | | |
| 烘乾麥芽 | 四五 | 九〇 | 六·七五 | | | |

(三) 大麥當製造生麥芽及乾麥芽時,重量及容量之變更如下:

| | | | | |
|-------|------|-----|------|-----|
| 未浸漬大麥 | (容量) | 份 | (重量) | 份 |
| | | 一〇〇 | | 一〇〇 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|-----|-----|
| 浸 | 漬 | 大 | 麥 | 一四五 | 一四八 |
| 生 | 麥 | 芽 | | 二二七 | 一八三 |
| 烘 | 乾 | 麥 | 芽 | 一〇一 | 七六 |

第十六項 麥芽糖化力之檢定

麥芽及麥芽汁之糖化酵素能力，常用林特訥 (Linter) 氏法檢定之。所得之數名，曰林特訥度 (Linter degree)。

(一) 溶化澱粉溶液 林特訥法，係將馬鈴薯純淨澱粉，加以二倍其重量之鹽酸（比重一〇三七），在一五——一八度，歷七日之久，每日攪拌一次。次將遊離酸十分洗淨，在四十三度乾燥之。所得之物，名曰溶化澱粉。將二公分溶化澱粉，溶於一〇〇公撮水中，即得溶化澱粉溶液。

(二) 手續 測定麥芽之糖化酵素能力時，將麥芽二十五公分，研成粉末，用五〇〇公撮蒸溜水，在二一・一度浸漬三小時，而濾過之。濾過液最初一〇〇公撮棄去之，而取其透明液，供檢定之用。

取十個試管，置於金屬架，各加十公撮溶化澱粉溶液，第一管加○·一公撮濾過麥芽汁，第二管加○·二公撮，循序漸增至第十管爲一·○公撮。各管搖動之後，置於水鍋，維持二十一度一小時，次各加混合的費林溶液五公撮，將各試管加入沸水鍋十分鐘取出，俟氧化第一銅之沉澱下沉時，分別檢視之。如管中糖量不足還原全部費林液者，其上澄液爲藍色；而全部費林液已被還原者爲無色或黃色。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，○·一公撮濾過百分五提出汁，可以還原五公撮費林溶液時，則糖化酵素之值或林特訥度爲一〇〇。故若需用○·三五公撮麥芽汁，還原五公撮費林液者，則麥芽之糖化酵素能力爲 $\frac{0.1 \times 100}{0.25} = 40$ 林特訥度。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，方爲精密。法將五公撮費林溶液，一〇公撮澱粉溶液，及一〇公撮水，令熱至沸騰，次將麥芽汁由滴管滴下，俟藍色適已消滅爲度。如用七公撮麥芽汁，則上述所得之林特訥度，須減去改正數 $\frac{0.1 \times 100}{7}$ 林特訥度。

第二節 米麴製造法

製麴之場所，名曰麴室。麴室之構造，以便於保溫、通氣及維持清潔爲主。製麴之時，如在冬期，室內須開暖汽管，並蒸汽噴出管，以便調節室內之溫度及濕度。遇必要時，室內用福馬林或硫磺消毒，方可從事製造。茲述製造米麴之手續如下：

第一項 製麴

製麴之先，須將製麴一切用具，密閉室內，用福馬林加水一五——二〇倍，用噴霧器全部吹噴。一晝夜後，開窗通氣，使福馬林氣體消失即可。嗣開暖汽管，使室溫達二五——二六度，又噴出蒸汽，使濕度計乾濕球之差，在〇・五——一・〇之間，即可開始製麴矣。

(一) 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。俟蒸米冷至三三——三五度時，運入麴室內之床上，堆成約一尺五寸之丘狀，蓋以草蓆，使蒸米之濕度平均，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。但米之精白程度低者，則米之溫度升高較易，故入室時，以低溫爲宜。

(二) 添加種麴 堆積約五小時，用木鏟攪拌，撒以純粹培養之種麴（普通一石米約用種麴二兩），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，米溫以三〇——三二度爲適當。

(三) 翻拌 添加種麴後，經過一二——一四小時，麴菌稍見發育，米粒失其光澤，此時溫度漸高，麴菌之發育漸盛，米堆內部蓄積炭酸氣，爲發育均一起見，十分翻拌，仍舊堆積，米溫較添加種麴高二——三度，即三二——三五度。

(四) 裝盛 翻拌後經過三——五時，米粒表面略顯白斑，此時菌之發育旺盛，溫度較翻拌時，上昇二——三度，炭酸氣之發生甚盛。可將丘狀堆積，用木鏟翻拌，裝於麴盤之中。每盤盛米二升，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，故爲製麴最重要之時期。

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，且米溫在三二——三三度時為適當時期。但精白程度低者，三〇度內外，即行裝盛，亦可得良麴。

裝盛時，數個麴盤相疊，更蓋以空盤，並列架上。兩列之間，須留適當之間隙，或包以草蓆，藉以保溫。

(五) 調換 裝盛後四——六小時，菌絲發育，米粒白斑約占十分三、四。米溫升至三三——三五度，炭酸氣發生頗盛。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，圍以草蓆。依米之硬軟及精白之程度等，約歷二十四小時，將菌盤上下左右及中央之位置，互相調換。兩列之間隙約一寸。

(六) 平舖 通常調換後，經過五——七小時，白斑約占七——八份，溫度升至三七——三九度，菌之發育益旺盛，炭酸氣之發生及水分之蒸散亦激烈。按法翻拌後，將米平舖，再劃二、三行之縱溝，藉以增進空氣之接觸，使麴菌更易發育，復層積如前。兩列之間隙約一寸五分。平舖後米溫為

三五——三六度。

(七) 疊積 平舖後，經過三——五小時，麴菌之發育達於最盛時期。米溫之上昇，炭酸氣之發生，水分之蒸散，均極急激。此時將麴盤之上下左右及中央之位置調換，疊成煉瓦之狀，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，糖化酵素之生量亦最多。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，普通為三八——四二度。

(八) 出麴 疊積後，經過二——六小時，麴菌十分發育，結成塊狀，去蓋，移於室外，擴布簾上，而冷却之，稱曰出麴。自平舖以至出麴之時間，依麴之種類，及原料米之關係而不同。普通以糖化為目的者，軟質米自九——十二小時，硬質米自一三——一四小時。

出麴時麴之溫度無關重要，惟麴之表面以遍布白色菌絲者為佳，因其含糖化酵素較多也。

第二項 製麴應注意之事項

(一) 堆積之際，丘狀之高度，依米質精白程度等，而加減之。

(二) 添加種麴為製麴中最困難之操作，如揉搓不均，則米粒上麴菌之發育，亦因之不能純

一、不可不注意也。

(三) 種麴之使用量，依米之精白程度而定，精白度低者，可以少用，因養分多，溫度昇高較速也。種麴之使用量過多者，翻拌之後，溫度之上升較易，可以提早裝盛。

(四) 裝盛操作，務須迅速，以二〇分鐘為度。操作人數太少者，須酌量添加，使在此時間內，可以裝畢。

(五) 平鋪之後，蒸米不可接觸盤之四隅，因四隅濕氣過多，有害菌易於繁殖也。

(六) 最高溫度之檢視，普通以上層第二盤為標準。

第三節 麩麴製造法

麩麴製造法，與米麴大同小異。先將麩噴水（每百斤麩用水六十斤），十分揉搓，放於蒸飯，約蒸一小時，取出，冷至三十五度，加以種麴（一百斤麩用種麴三・五——五兩），十分拌和。此時溫度降至三二——三四度，堆積於麴室內之麴床上，上蓋草蓆，經過二——一五小時，溫度昇至三

三度——三五度，加以翻拌。翻拌後，溫度降至三〇度。再經四——五小時，溫度復上昇至三三度，更加翻拌。翻拌後，溫度復降至三〇度，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，可以濕簾蓋之。前後兩日可以出麴。製麴中須注意者，乃室內溫度不可太低，麴之溫度，不可上昇太速，否則麴乾燥，麴菌不能發育。又如麴皮太濕，致毛黴黑黴等十分繁殖，麴菌之生育，亦因而大受阻礙，故溫度及濕度，須慎為調節也。

第四節 使用麥芽或麴之糖化法

第一項 糖化之目的

穀類或薯類蒸煮之後，澱粉糊化，如用高壓力，則一部分溶化。然澱粉無論糊化或溶化，均不能醱酵。故澱粉須先變為可以直接醱酵之物質，即糖是也。糖化時，可加麥芽或麴（米麴或麩麴），因其中含糖化酵素，可變澱粉為糖（麥芽糖），然此糖須由酵母中之酵素，使其變為直接醱酵之糖（葡

葡萄糖)澱粉變化為糖時,生成各種中間物(Intermediate Products),如糊精(Dextrins)等,糊精不能直接發酵,故欲使糖化完全,即須生成最多量之糖及極少量之糊精焉。

第二項 糖化之要點

一、糖化酵素,對於澱粉之作用,液體(與酵素相作用者)愈稀,則生成麥芽糖之或分愈高;時間愈長,糖化酵素愈多,且糖化溫度適宜者,結果亦同。

二、澱粉變化所生之物質,惟麥芽糖可用酒精酵母發酵之,而糊精則不然;惟糊精當發酵時受糖化酵素之後作用,變為麥芽糖,故最後亦可被酵母發酵,此濃醪之後發酵時間,所以較長也。

三、糖化酵素在發酵時,極為重要,故糖化時須保護糖化酵素,使不受損傷,因糖化後之糖化酵素,如具最大之能力,方能完成後發酵之作用也。

四、糖化酵素最適當之溫度,為五〇——五五度。在此溫度,可生最多量之糖。然在此比較的低溫度,妨礙發酵之菌類,不免繁殖,故實際可以先在五五度左右,使其糖化,俟醪液含足量之糖時,再將溫度昇至六〇度以上,因糖化酵素之抵抗高溫力,在富於糖質之液體者,較在稀溶液(即含糖

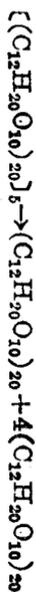
較少者)爲強也。據德蒲樂 (Dalbrück)氏云：糖化酵素在富於糖質之溶液，能抵抗六五——六七·八度之高溫，其糖化能力，亦不致薄弱；然在稀溶液中，則在六三·五度時，效力已大減少矣。

五、糖化酵素對於微酸性之醴，作用甚強；而醴之具強酸性者，糖化酵素之作用大受阻礙，尤以後釀醴爲著。有時因生酸細菌之生存，而致失其糖化作用。故製醴時一切操作，均須保持清潔，並用適當之殺菌劑，使有害微生物不致繁殖也。

第三項 澱粉糖化時之化學變化

糊化澱粉受糖化酵素之作用，其最後生產物爲麥芽糖及微量之右旋糖 (Dextrose) 其中間生產物爲各種糊精，此等糊精爲不能釀酵且不能結晶之物質。布郎及懿朗 (Brown and Heron 1879)發現馬鈴薯澱粉受麥芽糖化酵素之水化，有一明顯之休止時代，在此時代， 100 份澱粉變爲麥芽糖者 80.9 份；又變爲糊精者 19.1 份，即麥芽糖與糊精之生成爲四與一之比。此殘餘之糊精，名曰安定糊精 (Stable dextrin)，水化極爲緩慢。布郎及摩力斯 (Brown and Morris 1889)對此更加研究，應用冰點測定法，測定此安定糊精之分子量，謂其分子式爲

$(C_{12}H_{20}O_{10})_{20}$ 並謂澱粉係由此複雜體五個組成一個為安定糊精，其他四個為阿明林基 (amylin groups)。此根受糖化酵素之連續的水化，先變為各種麥芽糖糊精 (maltodextrins)，最後變為麥芽糖。



安定糊精 阿明林基

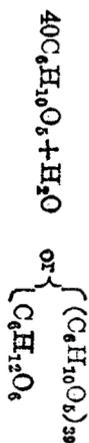


連續水化生成的各種麥芽糖糊精

麥芽糖

Successive maltodextrin

此安定糊精更受糖化酵素之水化，變為大約同量之右旋糖及麥芽糖。布郎及米那 (Brown and Millar 1899) 依此現象及其他反應，曾謂此安定糊精，或其一部分，乃右旋糖凝縮去水而成，其公式如下：



但澱粉分子之結構，當較上式所示者，更為複雜也。

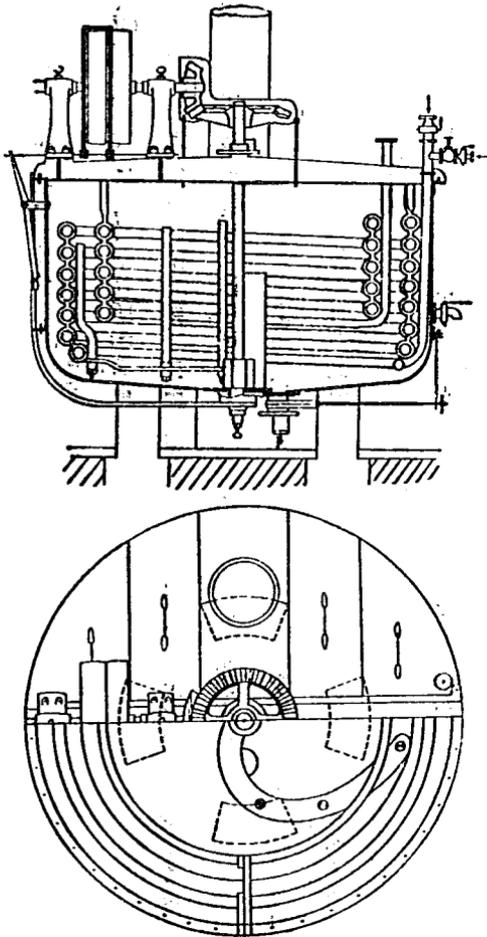
林格及狄壁悉 (A. R. Ling and E. F. Davis 1903-1904) 兩氏將分離而得之各種麥芽糖糊精，使受糖化酵素之長時間作用，可以生成少量之右旋糖，但不能變麥芽糖為右旋糖。

培客及哈爾頓 (J. L. Baker and H. F. E. Hulston 1914) 使未糊化之大麥澱粉受純粹糖化酵素之作用，分出兩種糊精，一種具高分子量，又一種之分子量與麥芽大略相似，此外並有結晶的麥芽糖及微量右旋糖。

麥芽糖化酵素當含有一種以上之特別酵素，因各種麥芽之糊化及糖化力各不相同也。未發芽大麥之糖化酵素，具較低液化力，而能使溶化澱粉迅速糖化。生麥芽之液化力及糖化力均強，但糖化力受熱之影響較液化力為甚，故高溫烘乾之麥芽，糖化力弱，而液化力則不少減也。

第四項 糖化器

糖化器形式有種種，如圖三〇爲鐵製淺圓筒形桶，內部設有蛇管，可以通水或蒸汽，以備溫度之加減，更有攪拌器，以求物料之均一。此攪拌器與齒輪連結，因齒輪迴轉，則軸之下部附屬S字形



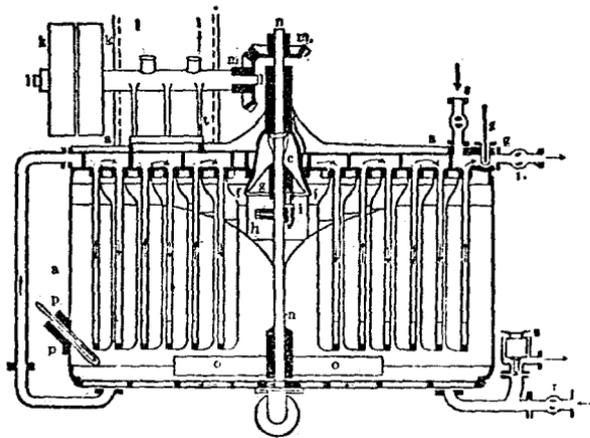
圖三〇

之翼，亦隨之廻轉。精巧之攪拌器，於S字翼外，更加垂直攪拌器，使物件之攪拌，更為均一。

板拍 (Stampel) 氏糖化器 (圖三一) 以攪拌均勻及冷卻迅速為其特點。此器備有簡單而有效力之旋轉輪及夾層冷卻裝置 (Cooling Jackets)，冷卻水由器底進入中空之生鐵橫樑 (Beams)，依矢形之方向，經過各夾層，而由上部之中空樑逸出。

第五項 糖化之實際操作

(甲) 糖化手續 澱粉質原料糖化後之主要生成物，為麥芽糖及糊精二種。糖分愈多者，酒精收量愈高。普通麥芽糖與糊精之生成，為八



一三 圖

與二之比，而醪之濃度較高者，則麥芽糖之生成較少。例如二十五度勃立克司之醪僅含六五——七〇%之麥芽糖是也。糊精中祇有麥芽糊精 (Maltodextrin) 可受酒精酵母之利用，其他部份則依糖化酵素之後作用，當醱酵時變為麥芽糖，故醪中有存在生活糖化酵素之必要也。至於糖化溫度以五〇——五五度為宜，因糖化酵素在此溫度作用最強，且蛋白質分解酵素在五〇度左右，亦可分解不溶性蛋白質為溶解性之百補登、磷酸等。此等溶解性蛋白質，為酵母之營養料，足以促進醱酵作用。溫度低於五〇度者，糖化極為緩慢，惟在五〇——五五度時，有害菌不免繁殖，且澱粉亦不能十分溶解，故糖化最初溫度，可在五五度，嗣後漸增至六〇——六五度，使澱粉可以完全溶解，而微生物復不至侵入。如溫度在七〇——七五度者，糖化酵素之能力，則不免受其影響耳。如醪中加以少量氟氫酸或氟化銨（醪中氟氫酸濃度為〇・〇〇五%）則可應用糖化之最適溫度（五〇——五五度）而細菌亦不至侵入也。

使用麥芽或麴之實際糖化操作可分三法：

(一) 蒸餾機中已經蒸餾之原料，由吹出管吹入糖化機。此時溫度甚高，可以開動糖化機之

攪拌器，並通冷水於冷水管，使蒸液液速冷至六〇——六五度，加入三分之一之麥芽或麴，使液之濃稠度減少，然後繼續冷卻至五五度，加入餘量之麥芽或麴，約一——二小時後，昇至六五度左右，即可立時冷卻至發酵最適當之溫度矣。

(二) 全部蒸液原料吹入糖化機，冷至五五——六〇度時，加入麴或麥芽之全部。

(三) 糖化機最初放少量之水及麥芽或麴，然後徐徐從蒸液機吹入少量原料，使溫度在六十度附近。

以上三法以第一法為最佳。又麴麩之使用，為日本獨有之方法，效用與麥芽相同，而價值則較廉也。

已糖化之醪，溫度昇至七五度，維持此溫度十五分鐘，使醪中有害菌殺滅，而糖化酵素之功用，復不至大受影響。

(乙) 糖化後之濃度 醪之濃度，因原料加水之多少而異。茲將濃醪及稀醪之優劣，比較如下：

(一) 濃原醪之酒精生成量多，但酒精成分太高者，對醱酵有礙，故宜選擇酒精抵抗力強大之酵母，而稀醪則可免此弊。

(二) 稀醪費時費力，且蒸溜時燃料之消耗較多，益以害菌易於繁殖，酒精產量亦因而較低，而濃醪則可免此弊。二者相較，如能選擇適當之酵母，尚以濃醪為適用也。

醪中燥乾物與水之比，濃醪為一與四，稀醪為一與七乃至一與九，最常用者則為一與五乃至一與七。英國多用稀醪，糖化後醪之比重為一·〇三〇——一·〇五五（七·五——一三·五度勃立克司）。德國多用濃醪，糖化後醪之比重為一·一一〇（約合二六度勃立克司）以上。普通酒精工廠之醪之濃度則為一三——一七度勃立克司。

(丙) 醪之清淨 此種操作專供濃醪之用，因濃醪含皮殼及殘渣較薄，醪為多，致醱酵作用不甚活動，且不能完全，故不如用濾淨液為妙也。然完全濾淨之液，當醱酵時，酵母多沉於槽底，酵母與糖分之接觸，不能均勻，致醱酵亦難完全。如液中含有適量皮殼或殘渣者，可助酵母之流動，因皮殼在醪中先隨酵母上昇，嗣又下降，可使酵母時時與未醱酵糖分互相接觸。故醪中皮殼固可濾去，

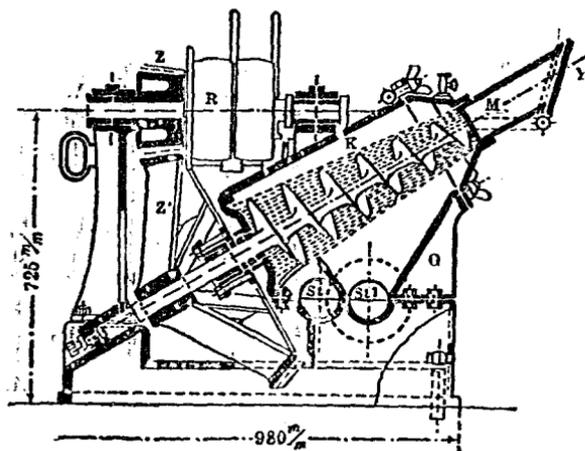
惟不可完全濾清。而除渣器之設計，亦以適合此旨者為宜。醪之濾淨之利點，有如下述：

一、醪濾淨後，變為稀薄之流動體，故醱酵之進行既速且強。

二、醱槽上部餘留之位置，可以減少，因醪不含皮殼則炭酸氣易於飛散，否則炭酸氣聚於皮殼，當攪拌時，醪之容量驟增，故槽之上部，須多留地位也。

三、皮殼及其他固形物，如草枝之類，已經除去，則唧筒不致被此等物所堵塞。

現今通用除渣器如圖三二，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



用唧筒吸去，固形物滯留壓榨器中，而因螺旋之方向，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醪，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，甚為乾燥，故醪液之損失較少。此器需要之地位長約三英尺，闊約一英尺三分。器內之篩，其眼之大小，可以隨時更換。故醪中含渣之多少，亦易於調節也。

泰西各國對於製醪之容量稅率頗嚴，故各酒精廠所製之醪，務求濃厚，藉以減少捐稅，因之有除渣器之設計。惟濃醪之醱酵，實不如濃淡適中者，且醪經一次之濾過，可醱酵之物質，不免損失，故非不得已時，似以不濾淨為妥。

第五節 不用麥芽之糖化法

歐洲各國酒精工廠，亦有採用不用麥芽之糖化法，此法有兩種，分述如次：

(甲) 壓碎原料加以淡硫酸或淡鹽酸，在二——三氣壓之下蒸養六——八小時，酸之用量，以溶液中含一——一·五%之硫酸或鹽酸為度。澱粉經此酸養後，幾全部水化為可醱酵之糖。所

得之膠，以石灰乳及碳酸鈣中和之，冷却並去渣後，加以酵母，使其發酵。此法之劣點有二：(一) 發酵性糖分因受高溫及酸之影響，以致焦化；(二) 殘渣及殘液不適飼料之用。熱帶不適於製造麥芽，故可採用此法；惟自通風發芽法發明以後，酸糖化法，更不受人之歡迎矣。

(乙) 據威墊 (Windisch) 及翟特 (Jetter) 兩氏云：南德小酒精工廠之糖化法，不用麥芽或酸，而利用未發芽燕麥存在之糖化酵素。法將裸麥粉 (Rye Strif) 加水後熱至六四——六六度，約歷二小時之久，糖粉完全糖化，次將糖化膠冷却，加以酵母，五日之後，發酵完全。裸麥乃惟一之穀類，含有足量之糖化酵素也。

柏亦挺 (Bordin) 及埃福郎兩氏，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成藍色也。所生之麥芽糖，較尋常糖化酵素之糖化法所得者，約合一半以內。此酵素定名曰白色糊精酵素 (Achromodextrinase)，其最適溫度為四〇度，培養液之反應以對甲烷橙 (Methyl orange) 呈微鹼性或中性者為宜，如溶液含 〇・〇一% 鹽酸，則酵素之生活力，完全

停止澱粉既溶化之後，再用一——二%之麥芽（對原料重量言）使其糖化，然後按常法行醱酵手續。此法之利點有二：（一）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；（二）應用高壓蒸汽者，含氮物大部分溶化（較酵母所需要者為多），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。一升醱液之溶化氮質含量，用高壓蒸汽者為一公分以上，而用細菌方法者，則減至〇·一——〇·三公分。

又毛黴族之某種黴菌可以分泌糖化酵素，使澱粉變為醱酵性糖，其方法詳載阿明露法中。

第六節 各種原料配合法

穀類及薯類之水之添加量，及麴之使用量，依其澱粉含量之多少而定。但原料含有等量之澱粉，而操作有難易之分。例如甘薯與薯粕，其澱粉之含量同為百分二十，但用以製造酒精，則後者所製之醱，甚為稠粘，不易輸送，且對蒸餾、糖化、醱酵及蒸溜均較前者為難，故水之添加量，須較前者為

多，以便製成稀薄之醪。普通原料之水之添加量，對澱粉量自六倍以至十倍，亦有加至十二倍者。茲述水之添加量計算法如下：

(例一) 普通之米含澱粉七三%內外，欲得酒精含量五% (容量) 之醪酵醪，則一〇〇公撮醪中，須含九公分之澱粉 (實際澱粉製成酒精之量，合理論數十分之八，後當詳論) 則一〇〇〇公分之米，其醪容量及必要之水量，應按下法計算之：

$$\frac{1000 \times 0.73}{9} - 835 - 120 = 8100 - 835 - 120 = 7145$$

上式中 835 = 米1000 公分之實容量 (公撮)

120 = 米中水之容積 (公撮)

即醪之容量為八、一〇〇公撮，水之添加量為七、一四五公撮也。

(例二) 設有水分七〇% 澱粉二五% 之甘薯一〇〇〇公分欲得酒精含量五% (容量) 之醪酵醪，如上例每一〇〇公撮中，須含九公分之澱粉，則一〇〇〇公分之甘薯，其醪容量及必要

之水量計算如下：

$$\frac{1000 \times 0.25}{9} - 900 - 700 = 2777 - 200 - 700 = 1877$$

上式中 200 = 甘薯 1000 公分之實容量 (公撮)

700 = 甘薯 1000 公分中水之容積 (公撮)

即醪之容量為二、七七七公撮，水之添加量為一、八七七公撮也。

(例三) 水分五%澱粉六五%之乾薯，一〇〇〇公分，欲得酒精含量五% (容量) 之醪，其醪容量及必要之水量，仿前例計算如下：

$$\frac{1000 \times 0.65}{9} - 850 - 50 = 7222 - 850 - 50 = 6332$$

上式中 850 = 乾薯 1000 公分之實容量 (公撮)

50 = 乾薯 1000 公分中水之容積 (公撮)

即醪之容量爲七、二二二公撮，水之添加量爲六、三二二公撮也。

右三例均按酒精含量五%計算，如欲製酒精含量較高之醪，亦殊易事。茲述其概略如下：

澱粉一〇〇公分理論上可以變成五六·八公分之酒精，茲假定欲得酒精含有量八%（容量）之醪，即每一〇〇公撮之醪含有酒精爲 $(8 \times 0.79 = 6.32)$ 六·三二公分。其所需要之澱粉量爲 $(56.8:100 = 6.32:X, X = 11.15)$ 一一·一五公分，即每百公撮中需用一一·一五公分之澱粉。惟因實際操作時，因蒸餾及糖化之不完全，酒精之蒸散，副產物之生成等，故酒精收得量，僅合理論量八〇%。前述每百公撮之醪中須含有 $(11.15 \div 0.8 = 13.94)$ 一三·九四公分之澱粉方能製成酒精含量八%之醪，醪也。

關於麥芽使用量，依糖化方法而有不同。大約穀類原料用新法蒸餾者，用麥芽一〇——一四%（對原料重量言），薯類五——七%。米麴之使用量，穀類二十%，生薯爲八%。麩麴之使用量，乾甘薯穀類均爲十%，生薯爲三——四%。使用碎米製造酒母時，須用較多量之麥芽或麴，大約合米量百分之一五至二〇。

第七節 阿明露法

第一項 概論

穀類膠之醱酵，應用阿明露法 (Amylo-process)，以東方爲首創。吾國之酒藥，含有 *Mucor rouxii*，有糖化與醱酵的能力。日本之清酒麴 (米或麩所製) 含有 *Aspergillus oryzae*，具強大之糖化力，兩者皆用以製酒者也。

吾國酒藥多爲球形或餅狀 (如湖南酒藥) 直徑約自一寸至寸半，用稻粉或米粉加芳香藥料及適量之水製成。藥材之種類，多至四十六種。所成之粘狀物，作成球狀或餅狀，舖於蓆上 (蓆上預舖潤濕稻殼) 而以稻草蓋之，放置暗室二——三日，室溫保持約三十度，此球狀物漸具酵母臭，而蔽以白色絨毛狀之菌絲，然後陰乾或火烘後，卽成酒藥。應用酒藥之製酒方法，係將一〇〇份米，浸軟，蒸熟，舖於蓆面，俟冷至三十度左右時，拌以一·五份之酒藥粉，置於瓦甕中，嗣後澱粉因糖化作用，漸漸變爲甜液，三日之後，加以河水，酒精醱酵，隨卽發生，如是者復二日，可將液汁壓出，成爲米

酒，或將酒精蒸出，成爲蒸溜酒，每一〇〇公斤米，可得酒六〇公升（含酒精三六%）。

吾國酒藥中含有酵母菌，可生酒精醱酵，毛黴可生糖化作用，此外尚有細菌與糖化及醱酵無關。

一八九二年卡麥提 (Calmette) 氏，發見一種毛黴，爲紀念其師 E. Roux 起見，遂名曰 Amylomyces Rouxii。該氏與華亦廷 (Voldin) 氏，先在鄰近列黎 (Lille) 之塞可林 (Seclin)，次在安特越伯 (Antwerp) 設立酒精工廠，採用阿明露法，從事製造。最初使用 Amylomyces Rouxii，後復改用 Mucor B，Mucor G 及 Rhizopus Delemar。此等黴菌或由中國酒藥，或由日本酒麴分離而得。其酒精抵抗力較大，而生酸則較小也。

第二項 方法

阿明露法分爲（一）澱粉在高壓之下蒸煮；（二）澱粉利用黴菌之糖化力，使其變爲糖；及（三）加以酵母，使糖分發生酒精醱酵等工程。

壓碎玉蜀黍通常先加二份之水（水中加以對一〇〇份玉蜀黍之〇·六——〇·八份之

濃鹽酸，攪拌一小時，使其軟化，然後放入蒸餾機，加足量之水，在四氣壓之壓力，蒸餾一小時，由蒸餾機通至中間槽 (Intermediate Vessel)，此時澱粉細胞，因壓力之驟然減低，而破裂。由中間槽通至密閉醱酵槽，通汽蒸餾。此槽逸出之蒸汽，通入與醱酵槽連接之鐵管，使其殺菌。蒸餾既畢，開攪拌器及冷卻管，俟冷至四十度時，移種少量之黴菌孢子。黴菌之培養法，係將五公撮培養基（含一六一——一七%之澱粉）盛於試管，或二五〇公撮培養基，盛於容量一公升之瓶，在每英寸三〇磅（或每平方公釐二·一公斤）之壓力，蒸餾二十分鐘，如是者繼續二日即可。其他培養基係用二〇公分之米，蒸熟後，放於瓶內，按法殺菌後，即可應用。當工作之初，試管中盛有膠液者，種以黴菌孢子，在三六度，培養四——五日。此時液面被以黴菌之孢子囊，十分搖動後，噴於蒸米上，在三八度培養八天，如無雜菌之存在者，可供移種於黴種膠之用。黴種膠之容量，合醱酵膠容量十分之一。黴種膠通以蒸汽，殺菌一小時（溫度一一〇度），並冷至四十度後，種以黴菌，通入空氣，廿四小時，使黴菌之孢子，十分繁殖，且不生於液之表面，因表面生長之菌絲，其糖化力不如液中生長者（因液中菌絲含糖化力酵素較多）也。

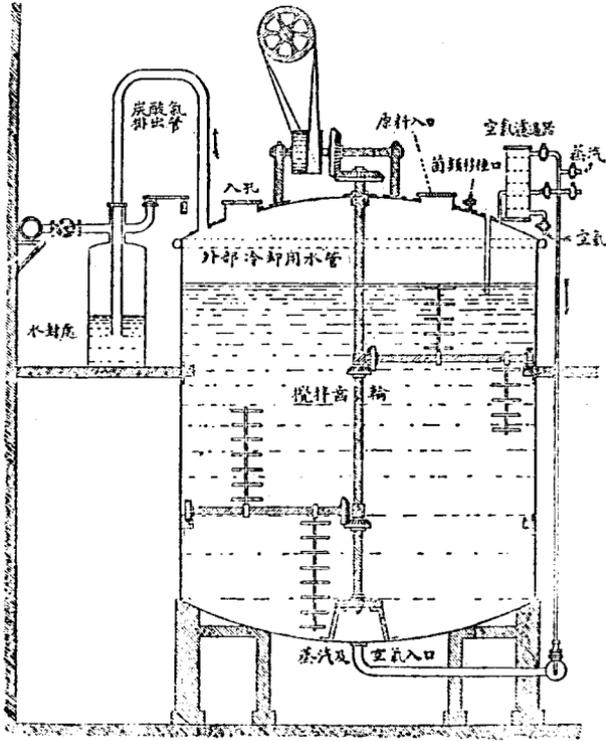
阿明露法之醱酵溫度及酸度，對應用的微菌之生育，極有關係。醱之酸度以每二〇公撮，醱用二——三公撮之氫氧化鈉十分一標準液中和者為宜，千萬不可超過此數。十八小時之後，即微種醱將移入醱酵槽之先，每隔數小時，須檢視酸度一次，每二〇公撮醱，使用氫氧化鈉十分一標準液中和時，不可超過五公撮。

醱酵槽內之醱酵醪，種以微種醱廿四小時後，即可冷至三八度，種以純粹培養器之酵母，通入空氣六小時。醱酵時間四八小時，全部醱酵工作約三日之久。此種手續，與尋常方法無異。

上述方法，糖化及醱酵均在特製密閉槽內，藉免雜菌之侵入。此槽（圖三三）係密閉直立鐵製圓筒，容積約四〇〇〇公升以上，內部設攪拌具。末端作鐘形，底部則設出口，以備醱酵醪之排出。並設空氣通入管，以便通入殺菌空氣，供醱酵初期所需要之養氣。頂部設入口，備蒸餾醪之進入。並設彎管，以便炭酸氣之逸出。此外尚設小管供絲狀菌培養及酵母之引入，與操作進行時檢取樣品之用。頂部並設多孔管，以便流水於槽之外部，使內容物冷至適當溫度。近年來所發明之包那法（Boulard process），使用強有力之毛黴，名曰 *Mucor Boulard No. 5*，此黴亦由東方穀類分

離而得。其特性可以糖化並抵抗外來之菌類，故其糖化及釀酵，可在開放槽行之，醪液可以同時加以微菌及酵母，全部工作四八小時，因其釀酵之進行，極為迅速故外菌侵入之機會甚少，可以無須使用密閉槽也。

上述毛櫪可變



澱粉爲糖，同時尙可變糖爲酒精，但醱酵進行較緩，故實際操作，須加以酵母，促進醱酵。常用之酵母，乃一種特別酵母，名曰 *Saccharomyces ananensis* 者，此酵母自安南甘蔗之野生酵母添合物分離而得。醱酵適當溫度爲三五——三八度。使用包那法之酵母，名曰 Boulard No. 21-30，醱酵能力亦大。

原始之阿明露法之醱酵時間，較普通方法多四八——五〇小時，故採用此法者，尙不甚普遍也。

第三項 利點

此法使用毛蠟，以供澱粉之糖化，其利點有（一）麥芽可以節省；（二）因使用麥芽以致害菌侵入醱中之弊病，可以減少；（三）酒精產額可以增加；（四）醱中所成酒精之純度較高。

通常每一〇〇份穀類，用一〇——一五份之麥芽，而阿明露法則一公分蠟菌孢子，可供二十五噸玉蜀黍糖化之用，即可抵三噸之麥芽也。

此法細菌副醱酵可以免除，故酒精之不純物較少，且因澱粉之糖化完全，故酒精之產額較舊

法約多百分之十。據 Institut Colonial de Marseille 之研究：包那法每一〇〇公斤玉蜀黍可得三七——三九公升之酒精，而麥芽糖化法，僅得三四公升。

其他利點乃阿明露法不用大麥，而代以澱粉含量較高之玉蜀黍。且殘液因黴菌絲叢結成餅狀，故其滓渣甚易濾過，可供牛之飼料。

此法使用高溫度（三五——三八度），故熱帶地方之酒精工廠多採用之。

此外尚有一種利點，乃醪之濃度較高，故蒸溜時蒸汽可以節省。阿明露法每一〇〇公升醪最高者含有玉蜀黍一八——二二公升，平均為一五公斤，此等醪液，理論上可生七·五——八·五%（以容量計）之酒精，故其濃度較麥芽糖化法之醪為高也。

比、法、匈、意、西班牙等國，業已採用此法，從事製造。我國則有漢口之康成造酒廠，採用此法，但係法國人經營耳。

歐美各國如（英國）酒精課稅，有係根據醪中糖分而定者。而阿明露法則係糖化與醱酵並行，故醪中糖分無法檢定，故此等國家，不能採用此法也。

第八節 糖化膠之試驗

第一項 濃度

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，其標準溫度爲一七·五度。溫度高於此或低於此者，須按第一表改正之。因流體熱則膨脹，冷則收縮，故比重因溫度之高低而不同也。例如液之濃度爲二〇度，溫度爲十三度時，則二〇度應減去〇·二二度，卽爲一九·七八度；又如濃度爲二十度，溫度爲八〇度時，則二〇度應加六·五四度，卽爲二六·五四度。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。

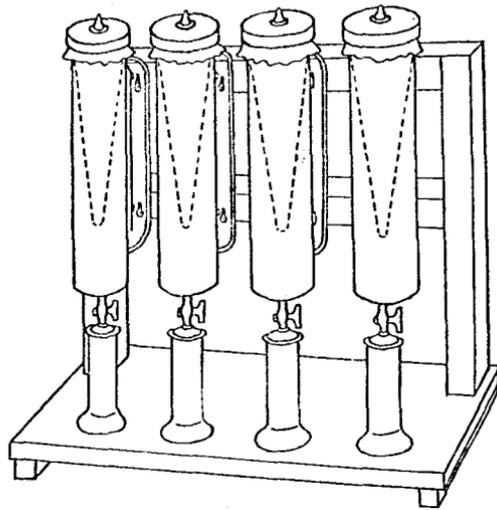
膠中含殘粒及皮殼者，須先濾過，方能測定。濾過時，須預防液之蒸發，故不可在露空行之。德蒲樂之濾過器，頗爲適用。此器之金屬圓筒中，掛以布袋，如圖三四所示之虛線。膠之濾過液，集於圓筒之下部，當測定時，可由底部之龍頭流入玻璃筒，以備應用。糖化膠一次濾過之液，雖微有混濁，但可

供濃度之測定。此濁液之濃度，雖較澄清濾液為高，但結果反見精確，因液中含有未溶化之澱粉，當醱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），故檢糖計之度數，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，含九五分之糖，此種固形物中之可醱酵成分，當醱酵時，漸漸消滅，故檢糖計可以比較醱酵前後之濃度也。

第二項 糖化醪之碘液試驗

糖化醪中之糖化進行程度，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



10x

四三 圖

糖化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。如膠液表現此等色之一種，即糖化未完全之證。

將膠體用清淨之棉袋濾過，使生清澄之濾過液，冷卻後，加蒸溜水，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。澱粉因糖化酵素之作用，生成第一中間物，即藍糊精 (Amylo-dextrin)，遇碘生藍色；此作用完全時，遇碘幾變為純紫色；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 (Achoo-dextrin) 麥芽糊精 (Malto-dextrin) 及麥芽糖時，遇碘則不生變化。故糖之生成，尙未完全，而遇碘已不顯反應矣。然此種試驗之價值，並不因此而稍減，因澱粉既變為紅糊精後，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。

第三項 酸度

測定膠液之酸度，可用二〇公撮之濾過膠液，及苛性鈉之標準溶液。應用之儀器，計有（一）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○度；（二）燒杯；（三）容量二〇公撮之吸管；（四）玻璃棒等種。由吸管出二〇公撮濾液，盛燒杯中，再由滴管之出口，漸漸滴下苛性鈉標準溶液於杯中，濾液加二滴醱醇（Phenolphthalein）以爲指示藥。時用玻璃棒攪動，至液體稍呈紅色時，密閉滴管之出口。然後檢視用去苛性鈉標準液之公撮後，卽爲醱液之酸度。如用〇・一公撮者，則酸度爲〇・一，又如用二・五者則酸度爲二・五，餘類推。

第四項 炭水化物

（一）澱粉之定量 將醱置於一潔淨乾燥之小玻璃瓶中，精密秤取十公分，用蒸溜水洗入五〇〇公撮容量之三角瓶中，加蒸溜水沖淡，共爲一〇〇公撮，加入純鹽酸二%（比重一・一六之鹽酸六・三六公撮）置於水鍋中，瓶上安裝一凝結器，瓶口與凝結器相連接，加熱，使生轉化作用。煮沸時，搖動之。瓶內之水，蒸發上昇時，卽由凝結器使之凝下。如是三小時後，取出，冷卻，用氫氧化鈉溶液中，再加蒸溜水沖淡，使在十五度爲二〇〇公撮。用濾紙濾過，取其濾液二五公撮，加入新製之費林溶液五〇公撮中（費林氏液預先置於一容量二五〇公撮之三角瓶中），加蒸溜水二

五公撮，相混加熱，煮沸二分鐘，瓶底卽有氧化第一銅沉澱，立卽用坩鍋（坩鍋之底部舖以厚二分
之長纖維石棉，須預先烘乾精密秤量）濾過，氧化第一銅卽存在坩鍋中石棉上，若瓶中尚有氧化
第一銅存在，須用蒸溜水洗滌，傾於坩鍋，再用熱蒸溜水，將石棉上氧化第一銅洗滌數次，更用酒精
及醇精順序洗滌之。最後將坩鍋置於烘乾箱中，在一〇〇度——一〇五度乾燥三十分鐘，取出，放
於乾燥器中，冷卻後，精密秤之，所得之氧化第一銅量，改算爲葡萄酒量，曼生及越克表（Munson
and Walker's table）而除去糖分及糊精之葡萄酒量，乘〇・九，卽得澱粉量。

（二）糖分之定量 將醪如上法精密秤取五公分，用蒸溜水沖淡，在十五度爲一〇〇公撮，
搖動數分鐘之久，用濾紙濾過，取用二五公撮，用費林溶液，一一如上法定之，所得之氧化第一銅量，
改算爲葡萄酒量卽可。

（三）糊精之定量 用定糖分之濾液，五〇公撮，置於一容量五〇〇之三角瓶中，加鹽酸二
%，轉化三小時，取出，冷卻，中和，用蒸溜水沖淡，在十五度爲一〇〇公撮，濾過，取其濾液二五公撮，用
費林溶液，如前法定之，所得之氧化第一銅量，改算爲葡萄酒量，而除去糖分之葡萄酒量，乘〇・九，

即得糊精量矣。

(四) 費林氏液之製法 將純粹結晶之硫酸銅，精密秤取三四·六三公分，溶於十五度之蒸溜水中，成五〇〇公撮，即成A液。又秤取結晶酒石酸鉀鈉一七三公分，溶於四〇〇公撮之蒸溜水中，用濾紙濾過之；再秤取純粹之苛性鈉五〇公分，溶於一〇〇公撮之蒸溜水中，與酒石酸鉀鈉溶液相混合，在十五度使成五〇〇公撮，即成B液。使用時將A、B溶液，同容量十分混合即可。

第四章 酵母醪

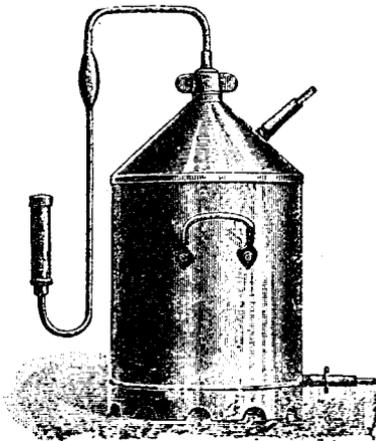
糖化醪之醱酵，須加適量之酵母醪 (yeast mash)。酵母醪之酵母，係由純粹培養而成。糖化醪醱酵之良否，與酵母醪之良否，關係甚巨。如酵母醪醱酵力不強，或混入有害菌類，則酒精產額必低少也。

第一節 酵母之純粹培養法

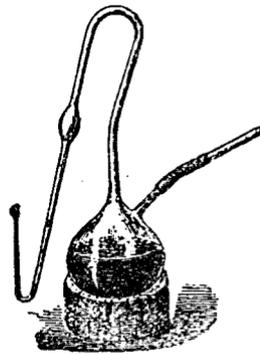
1、試驗管內培養 試驗管內約盛五立公撮之麥芽汁（十二度勃立克司）培養液，塞以消毒棉花，按法殺菌，然後在無菌玻璃箱內用火焰殺菌之白金針，從純粹培養之種管內，挑取少許菌種，接種於上述已殺菌之試驗管麥芽培養液中，置二十五度保溫箱內培養之。

2、巴氏瓶內培養 用容量約六〇〇公撮之巴氏瓶（圖三五）盛十二度勃立克司之麥芽

汁，約四〇〇公撮，用酒精燈或煤汽燈熱之使沸，初將瓶之旁管去塞，使瓶內蒸汽從此管噴出，約三十分鐘，然後用玻璃棒將旁管塞住，則蒸汽便改從彎曲管噴出，如是又約三〇分鐘，可將彎曲管口之凝結水吸去，而加以棉塞，迨放冷至二五度左右，將巴氏瓶遍擦酒精，然後移入無菌箱。又將培養酵母菌之玻璃管，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，而將試驗管內之酵母菌液，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，置於二十五度之保溫箱內，培養二日，即可加入卡氏罐（圖三六）。



六三 圖



五三 圖

3. 卡氏罐內培養 用容量約五〇升之卡氏罐，盛以濃度十二至十六度勃立克司之麥芽汁二〇升，及水二升，用直接火熱之使沸。先開旁管，使蒸汽從旁管噴出約三〇分鐘後，加以玻璃棒塞，使蒸汽從彎曲管噴出，又約三〇分鐘，將彎曲部分凝結水吸去，而加以棉塞，如是繼續二——三天即可。但每天殺菌時，須另加水二升，以補蒸發之水量。且殺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。

殺菌手續完畢後，冷至二五——三〇度，將上述巴氏瓶內之酵母液移植其中，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，將酵母液傾入其中。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。酵母液傾入既畢，立即加塞，紮以棉花，移置溫室內培養之。大約二、三日之後，即可供一五〇升酵母醱醱之用。

第二節 酵母膠之備製

第一項 乳酸醱酵法

(一) 膠之調製 酵母膠可用麥芽或澱粉質原料（如薯或米）及麥芽製成，因麥芽含有足量之酸基氮氫基質（amides）糖分及礦物質等，適於酵母之繁殖也。麥芽以生麥芽較乾麥芽為合用。酵母膠之濃度至少二十度，如達二二——二十四度者更佳，因濃膠醱酵後之酒精含量較多於稀膠；酒精為細菌之毒物，而無礙於酒精抵抗力較強之酵母，故濃膠可免雜菌之侵入也。普通用米或甘薯在高壓蒸煮後，冷至五五度，加以壓碎之麥芽，大約二——三小時之後，糖化可以完全。

(二) 膠之變酸 膠之糖化完全時，冷至五〇度，加以純粹培養之乳酸菌（*Lactobacillus Delbrückii*）或前次之酸膠。每一〇〇升膠，加以〇·五——一·〇升之酸膠，維持此溫度一八——二十四小時，俟乳酸之生產量為一·二——一·五即可。膠之生酸，須應用適當之培養乳酸菌，並維持適宜之變酸溫度，如溫度降至四〇度以下，則酪酸菌等細菌，漸見繁殖，生成不利醱酵之酸

類。

乳酸醱酵氣，須在溫度一定之暖室中，而槽內亦須設蒸汽管，以便隨時通汽加溫之用。變酸之目的，乃使醱中含足量之乳酸，藉以壓制細菌之生殖；且乳酸菌可以分解蛋白質，以爲酵母營養料，故酵母移入醱中後，十分發育，並生極純粹之酒精醱，同時且可制止副醱之發生。但乳酸含量增至百分之二以上時，則醱酵反見阻滯矣。

(三) 醱之殺菌 醱之乳酸醱酵，達適當之酸度時，先取出少量醱，以備下次酵母醱變酸之用。然後使溫度昇至八〇——八五度約三〇分鐘，以殺滅乳酸菌及其他菌類。

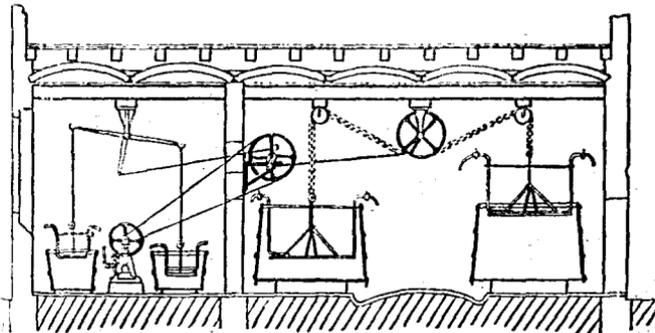
有時醱經過一定時間後，乳酸之生產尙不足量，乃因溫度太高，或混雜不適合種類之乳酸菌之故，果如是者須另行乳酸菌之純粹培養矣。

(四) 醱之冷卻 酵母醱加熱殺菌後，冷至三十度，以便加入原基酵母。冷卻之時間，以速爲妙；而經過三五——四五度（細菌生育之最適溫度）之時間，尤須急速，以免細菌侵入。酵母槽冷卻器，從前所用者，爲固定銅製蛇管及攪拌器，效力不大。現今所用者，乃可移動的桿杆式冷卻器，供

冷却及攪拌之用（圖三七）。

（五）原基酵母之添加 酵母醪冷至三十度時，加入原基酵母，而此原基酵母或為卡氏罐內之純粹酵母，或為前次酵母醪所分去者。酵母在此溫度，生育極速，溫度逐漸上昇。當溫度超過三十度，細菌最易繁殖，故當醱酵開始時，即須冷至適當之溫度。此溫度之高低，則視乎酵母槽之濃度，醱酵室之溫度及酵母桶之大小而異，大約稀醪為十五度，濃醪（二十度勃立克司以上）為十七——二十度。

酵母醪加入原基酵母後，約歷十五——二十小時，醪仍極強盛，即可供糖化醱酵之用。至若全部之可醱酵物質，完全分解後，則酵母過於老熟，醱酵能力較為薄弱。惟使用老大之酵母，勝於太幼之酵母；因太幼之酵母，加入醪



內後，繁殖能力甚弱也。

(六) 原基酵母之分取 酵母成熟之前一、二小時，由醪中分出原基酵母，盛於銅罐，將銅罐放置冷室（室內放冰塊），使酵母受冷卻作用，適於酒精酵素之生成。然原基酵母取出後，若不即時加入酵母醪中，或早間取出，晚間方使用者，則此九——一〇小時之間，謂之滯留時間（Dead Period），難免細菌之侵襲。故第一酵母醪分取原基酵母後，須立即加入第二酵母醪中，方可免保存期間之危險。酵母醪之酵母，須時行純粹培養，以免醱酵發生阻礙，或酒精產額之低減。原基酵母之用量，約合酵母醪全量五分之一或六分之一。

第二項 應用化學藥品法

(一) 乳酸 酵母醪糖化完全時，不必加熱殺菌，即可冷至五〇度，加入適當之乳酸（每一〇〇升之醪約加乳酸七五%〇·五五——一·一升）。糖化醪之溫度冷至五〇度以下時，若不加酸，則細菌易於侵入，此後即加入乳酸，細菌亦不能完全殺滅。醪加乳酸後，可以立即冷至加入原基酵母之溫度，故用乳酸，手續甚簡，而醪之酸度又可隨意調節。惟乳酸價昂，普通工廠不能使用耳。

如遇工廠操作發生阻礙，或發酸用器損壞時，可以乳酸爲臨時補救之用。

(二) 氟氫酸 消毒劑之最常用者爲氟氫酸 (Hydrofluoric acid)，據埃福郎 (Ehrentz) 氏研究：酵母之培養液，每百公撮先加以氟氫酸二十公毫，然後每日移種於氟氫酸含量較多之培養液俟每一〇〇公撮培養液含氟氫酸二〇〇公毫爲度。如是酵母對氟氫酸漸見習慣，如將此酵母繼續培養於含有同量氟氫酸醪液中，其醪酵力仍然強盛。實際操作時，酵母醪之氟氫酸濃度爲〇・〇一%，醪酵醪爲〇・〇〇五%，但酵母醪之氟氫酸濃度有高至〇・〇四——〇・〇五者。酵母用氟氫酸培養者，繁殖力稍差而醪酵力則反增進。

醪槽之消毒及發酸麥芽之洗滌，如用氟氫酸溶液殺菌，效力甚大。

(三) 礦物酸 醪中加以無機酸如硫酸或鹽酸 (〇・〇三——〇・一%) 亦可防止細菌之繁殖，但其量須精密計算，使醪中有機酸鹽之有機酸分離而出，而不含遊離之礦物酸，否則酵母醪酵能力不免衰弱也。

以上各法，可供各種原料製造酒精之用焉。

第三項 酵母醪之試驗

濃度 酵母醪醱酵前後之濃度，可將醪之濾過液，用勃立克司檢糖計測定之。醱酵前之濃度應為二十度以上，成熟時之濃度應為四——五度，即醱酵前後濃度之差為十五——十六度。

酸度 酵母醪之原始酸度，應為二·五——三度，成熟酵母醪之酸度，較原始酸度最多增加○·一——○·二度。如酸度太高，係混入細菌之證，須換用新培養之酵母。

第五章 醱酵醪

第一節 醱酵之各種時期

糖化醪既殺菌後，冷至適當溫度，加入酵母醪，使其醱酵。醱酵分爲三時期，即前醱酵、主醱酵及後醱酵是也。

(一) 前醱酵

前醱酵乃酵母繁殖之時期，糖質分解，發生碳酸氣，此時酵母必須自由繁殖，否則不能完全分解可醱酵之糖。按二五——三〇度爲酵母生育最盛之溫度，前醱酵時期似可維持此溫度。惟在此溫度，細菌尙不免繁殖，足以妨礙醱酵之進行，故實際操作時，入槽溫度可在一七——二一之間。當醱酵強盛，溫度上昇時，須用可移動的醱酵槽冷却器以冷却之。如入槽溫度太低（如十五度），醱

母之繁殖極緩，尤以使用濃醪者爲著，因酵母在濃醪中之繁殖，較在稀醪中者爲緩也。

(二) 主醱酵

主醱酵時發生多量之碳酸氣，糖分漸低，溫度漸高，此時可用檢糖計及溫度表時時檢察之。主醱酵最適宜溫度爲二七——三〇度，然欲維持此溫度，勢非使用人工冷卻法不可。濃醪（勃立克司二二——二四度）之溫度上昇，至少一八度，故如入槽溫度爲二〇度，則主醱酵時，溫度將近三八度，在此溫度，妨害醱酵細菌之勢力甚強，酒精漸被醋酸醱酵所消耗，而酵母之效力亦大見減少，故醱酵之溫度絕對不可高於三〇度也。主醱酵之時期約十二小時，然亦視醪液之濃淡以爲斷耳。

(三) 後醱酵

當前醱酵及主醱酵時，糊精由糖化酵素之作用，變爲麥芽糖。此作用在後醱酵時，仍可進行。故後醱酵之完全與否，乃視乎糖化酵素之效用存在與否。如糖化酵素已失其效力，則不受作用矣；因糊精本爲不醱酵之物質也。

後醱酵時常生碳酸氣，但不如主醱酵之強烈。最適宜之溫度爲二五——二七度，在此低溫度，

醱酵進行，較在高溫度時，更見強盛，而且完全。然溫度不可低於二三度，否則須將醱酵室通汽，或將醱酵槽加蓋亦可。

後醱酵時生酸之量激增，如夏季氣溫太高，且酵母不健全者，酸量常增多○·七——一·一%，損失至為重大。

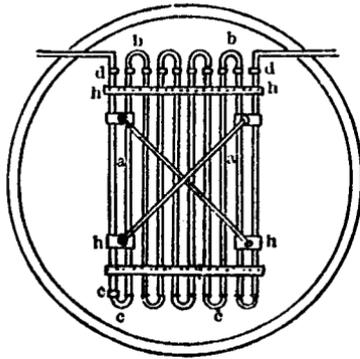
稀醪之全部醱酵時間共約七十二小時，然濃醪則約須九十六小時。若加足量之含氮物，則醱酵時間可以減少。麥芽之幼芽含多量天冬精，可助醱酵之進行。醱酵終了之醪，其濃度常在三度左右。

第二節 醱酵槽冷却器

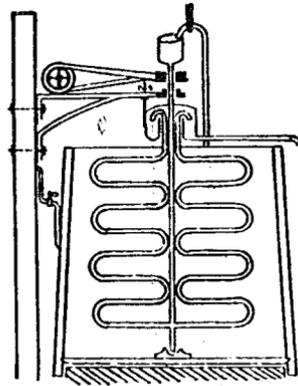
上述濃醪溫度之上升，既如是之高，故濃醪醱酵時，有冷却之必要。醪之入槽溫度在十七——二〇度，當主醱酵開始，溫度升至二三——二五度時，即須放置冷却器於槽中，而通以冷水，使醪之溫度不至超過三〇度以上。當主醱酵完畢時，減少冷水之通入，俟達到後醱酵所需要之溫度，即二

五——二七度時，方可停止冷卻。

冷卻器之形式及操作之情形，各有不同，如圖三八之冷卻管，係由多數平行排列之管組成，可在膠中上下行動，既有冷卻作用，又可排除膠中之碳酸氣。又圖三九之冷卻器具有離心力作用，由皮帶拖動之。水由上部漏斗流入，而由蛇管上部之末端流於收集器中。醱酵時，經有力之攪拌及冷卻，酒精之產額可以增加，故製作濃膠之酒精廠，均採用之。



八三 圖



九三 圖

夏季水溫太高，近時多用冰凍機以冷却之。

第三節 濃醪及其利點

濃醪之副醱酵，及酵母生成之損失較稀醪爲少。惟濃醪之殼渣須用去渣機去之，使其流動性。又當主醱酵時，須用可移動的冷却器以助醪之冷却及流通，如是酒精含量可達百分之十二。酒精含量既如是之高，當醱酵時，足以防止細菌之侵入，實際操作時，欲使濃醪醱酵完全，當主醱酵將終了時，可加適量之水，使酒精含量低減，否則醱酵力薄弱，糖分不能完全分解。且加水之後，醱酵之溫度易於調節也。

第四節 醱酵之狀態

醱酵之狀態，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，當醱酵時，醪中渣滓，因碳酸氣之發生，浮於表面，作成被蓋，名曰被蓋醱酵。若醱酵期中被蓋不能破壞，名

曰蓋下醱酵（成績不良）。若由被蓋衝出氣泡，且湧上稀液者，名曰氣泡醱酵（成績稍良）。又醱酵劇烈時，液面泡沫由槽之一側向他側轉動，恰如狂大之風浪，名曰怒濤醱酵。又有渣滓因炭酸氣發生而上，俟炭酸氣逃散後，又復下沉，或醱液之泡沫忽起忽沉，名曰潮汐醱酵（成績良好）。此現象以濃厚醱液加燕麥粉者為常見。

穀類醱之醱酵，往往發生多量氣泡，溢出槽外，名曰溢泡醱酵。此種現象乃因酵母能力太大，或酵母培養基滋養料太豐之故。酒精酵母 Race II 能力盛強，常生此現象。Race XII 能力雖強，而較和緩，故不生此現象。如用濃厚而含強酸之醱並減少酵母之用量（合通用量三分二或四分三），可以防止溢泡醱酵。泡沫太多者，可用石油或溶化豬油以消滅之。

第五節 醱酵醱及醱酵槽

醱酵室須常維持一定之溫度，冬日不可太低，夏日不可太高。欲維持適當之溫度，醱酵室之門窗及四圍之牆，均須雙重。室內設暖汽管及冷卻管，以便溫度之調節。

醱酵室之地及牆，須塗以水泥，以便洗滌。洗水中可加以福馬林，使細菌可以殺滅。

醱酵室須常常通風，以免炭酸氣之留滯，然不可因此而使室內溫度不平均。附近地板之牆，可開數小洞，使炭酸氣外逸；此小洞設有可以開閉之門，以便調節。

醱酵槽可用木製鐵製或洋灰製。洋灰所製者，易被酸所侵襲，可於表面塗以地瀝青，頗為適用；但地瀝青易於剝落為其缺點耳。

醱酵槽分為開放式及密閉式兩種。開放式醱酵槽，現今尚極通用。密閉式醱酵槽之利益，可以施行酵母之純粹培養，以免有害菌之侵入，醱酵之進行，自較順利。且因空氣缺乏之故，酵母專營分子間之呼吸，更能產多量之酒精。酒精之蒸發損失，既可免除，炭酸氣又能收集，以利用。密閉式槽常為鐵製，分直立式及橫臥式兩種。直立式如圖四〇，槽之上部設炭酸氣洗滌器（5），炭酸氣排出孔（4），及冷却水管（2）等；下部設冷却水排出管（12），洗滌水排出管（14），及醱液排出裝置（9）等。冷却水由（2）流入中央管後，依矢形之方向上昇，自槽之上部排水管排出。炭酸氣洗滌器之水含有微量酒精（因炭酸氣含有酒精之故），可用特別裝置與醱液排出管相連。

接，以便共同蒸溜。槽之內部設有攪拌器，以備將內容物時加攪拌。

第六節 醱酵膠之試驗

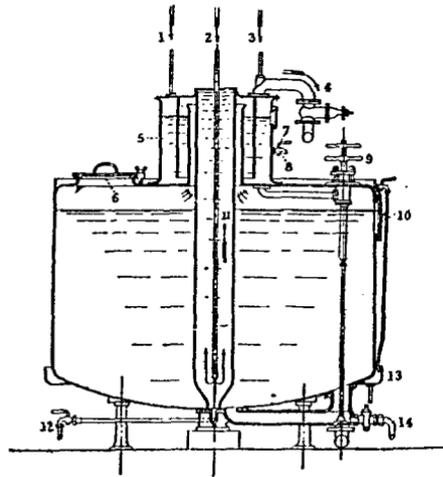
第一項 濃度

欲知醱酵膠之良否，先宜測定膠之濃度。

法將膠液十分攪拌，取其平均試品，用濾過器濾過之。濾過器須加適當之蓋，以免濾液之蒸發。然後用檢糖計測定之。檢糖計不但表示糖

分，亦可表示其他溶化固形物。且濾過液含低比重物質，如醱液醱酵所生之酒精者，足以減少檢糖計之度數。故檢定已醱酵膠之濃度，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。

然由膠中之酒精含量，向以計算濾過液之比重被酒精所影響之度數。醱酵膠之濃度（溫度



○四圖

一七·五度時之檢糖計度數，依其酒精含量之多少，應加入下列之檢糖計度數，方為醱酵後之真正濃度。

| 酒精含量以容量百分率計檢 | 糖計度數 |
|--------------|------|
| 七 | 二·四五 |
| 八 | 三·七五 |
| 九 | 三·〇五 |
| 一〇 | 三·三五 |
| 一一 | 三·六五 |
| 一二 | 三·九五 |
| 一三 | 四·二〇 |
| 一四 | 四·四八 |

此表係指示檢糖計度數，被醱中酒精含量所影響者。例如醱酵後，醱酵後濃度為一·五度，醱之酒精含量為一二%，則醱後濃度一·五度應加三·九五，共為五·四度，乃真正之醱後

濃度也。

第二項 酸度

測定醱酵膠之酸度，應用之儀器及方法，與糖化膠章所述者相同。醱酵膠醱酵後，酸度之增加，最良成績爲○·一——○·二，中等之成績爲○·二——○·三，如在○·三以上者，則爲不良醱酵矣。酸度增加至○·三以上時，須採用新製乳酸菌，對於酵母膠及膠之製造手續，亦須謹慎施行。

第三項 酒精含量

取一○○公撮醱酵膠，用碳酸鈉中和後，加一○○公撮蒸溜水，盛入容量一升之瓶中蒸溜之。至蒸溜液適爲一○○公撮時，用低度標準酒精計，檢視酒精之含量。惟檢視時蒸溜液之溫度，以一五度爲妥，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，法將五○○公撮殘液，蒸出一○○公撮之蒸溜液，用酒精計檢定酒精之含量，所得之數，以五除之即可。

第七節 酒精製造之損失

酒精製造之損失，有如下述：

(一) 蒸餾時澱粉損失爲一——二%。

(二) 可醱酵物質因種種原因，不能醱酵；此等損失，優良成績約合可醱酵物質三——四%，普通成績七%，不良成績則爲一二%。

(三) 糖分之變爲琥珀酸，甘油等副產物，並供酵母之消耗者，合其全量百分之五。

(四) 當醱酵時，酒精不免蒸發。

(五) 一部分之酒精，變爲醋酸及醋醛，成績優良者，每百份澱粉因此而損失爲一〇——一六%，普通成績一九%，而成績不良者則約二八%。

大規模酒精工廠之製造成績，蒸餾物中每百分炭水化物之變爲酒精者，自七二%以至八二%。

第六章 副產物之利用

第一節 殘液

殘液 (Spent wash) 者，乃已醱酵之膠，經蒸溜法提出酒精後所餘之液也。液中大部分為水（九二——九五%），此外含有不受醱酵作用之製膠原料及醱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，依製膠原料之分量種類及成分，並操作之方法及蒸溜機之效力而不同。茲將薯膠及玉蜀黍膠之殘液平均成分列下：

| | | | | | | |
|---|---|-------|---|---|---|-------|
| 水 | 薯 | 膠 | 玉 | 蜀 | 黍 | 膠 |
| | | 九四·三〇 | | | | 九一·三二 |

| | | |
|---------------------------------|------|------|
| 粗蛋 白質 | 一·一五 | 一·九八 |
| 純蛋 白質 | 〇·八〇 | 〇·九一 |
| 脂 肪 | 〇·一〇 | 〇·九三 |
| 不 含 氮 的 提 出 物 | 三·一三 | 四·四八 |
| 纖 維 | 〇·六五 | 〇·八三 |
| 灰 | 〇·六七 | 〇·四六 |

殘液除水分以外，含有下述各重要物質：

(一) 含氮成分 薯膠之含氮成分，以蛋白質及酸基氮氫基質為主要。當醱酵時，酸基氮氫基質多半被酵母所消耗；故殘液中蛋白質成分反較糖化膠為多。按蛋白質之營養價值，較酸基氮氫質為高，故殘液之飼料價值，因而增高也。

(二) 脂肪 製膠原料中之脂肪，當醱酵及蒸溜後，均不生變化，且酵母尚可變為某種培養物而成脂肪。

(三) 不釀膠的炭水化物 醱酵膠之醱酵極強盛，終不能達到完全之域，故液中不免含有炭水化物，如麥芽糖及糊精。此二者均為消化之物質，故為有價值之營養料也。

(四) 製膠原料之無氮物質，如舊恩脫審，因不能釀膠，仍留存殘液中，亦係營養物之一也。

(五) 殘液常含不變化之纖維及礦物質，後者以鉀鹽及磷酸化合物為主要。殘液之石灰含量較少，用作飼料時，須補充之。

(六) 此外尚有醱酵副產物，如甘油及酸（尤以乳酸、琥珀酸為多）等。此等物質之營養價值，尙未洞曉；然對於動物之消化，當有興奮作用，因殘液含有此物質者，用充乳牛之飼料，較同成分之他種飼料為佳也。

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 | 九·四〇 |
| 粗 蛋 白 質 | 二三·二一 |

| | | | | |
|---|---|---|---|-------|
| 純 | 蛋 | 白 | 質 | 二二·二九 |
| 脂 | 肪 | | | 八·六三 |
| 不 | 含 | 氮 | 物 | 四五·〇三 |
| 纖 | | 維 | 質 | 九·三一 |
| 灰 | | | | 四·四二 |

此等乾渣含蛋白質約二三%，又脂肪八%，與油餅之成分相似，故可代油餅，用為佳良之飼料或肥料也。

第二節 碳酸氣

醱酵當醱酵時發生之碳酸氣，可以製成冰狀碳酸氣 (Carbon dioxide ice) 或乾冰 (Dry ice)。

醱酵槽加以密閉蓋，槽頂設一管，以便通去槽內發生之碳酸氣，以至氣體貯存器 (Gas hold)。

ter)再達於第一氣體壓縮機 (pre-compressor)。

氣體未液化之先，須除去水分、酒精及其他有機不純物。故對體經過第一壓縮機後，通過一列之提淨器，先洗以水，除去酒精，再通過氯化鈣，除去水分。此種氣體再通入圓筒槽，槽內盛硫酸，使其十分乾燥並潔淨後，再經盛有礦物油之槽，除去氣體中微跡之硫酸，最後通入木炭，使其去臭。

此種純粹氣體，再通入壓縮機，並用冷卻機冷卻之，則氣體液化。液化碳酸氣，可盛於鋼筒，以備製造雪狀碳酸氣 (Carbon dioxide snow)。

製造雪狀碳酸氣之塔，名曰雪塔 (Snow tower)。此塔係鋼製圓筒槽，直徑二英尺，高三十九英尺，四圍保溫，內部安一個四方筒，其長與塔相等。液化碳酸氣先經預冷器，(第一預冷器用井水冷之，第二預冷器用雪塔逸出之氣體冷之)，再由小孔噴入雪塔，其全重之二分一變為雪。其餘化為氣體，先至圓筒及四方筒之中間，而從塔底逸出。此時壓力為三——四氣壓，可備再行液化之用。

當雪塔盛雪將滿時，移去塔底下部之底板，雪先落於長方形箱，再入水力壓榨機中，即可得長

方塊之冰狀碳酸氣。每塊長闊各十英寸厚六英寸，重約三十五磅。此冰狀碳酸氣，裝入保溫木箱，每箱裝八噸，可免昇華之損失。大冰塊亦可鋸成小塊，裝入紙板製成之袋，每小時約損失百分一。如裝入較大保溫箱，則每日損失約百分一。

第七章 酒精理論及實際產額之計算

(一) 欲計算一定量澱粉之酒精生產量，須注意澱粉之水化及醱酵之變化。
澱粉之分子式爲 $(C_6H_{10}O_5)_x$ ，變爲糖時可以下式表示：



| | | |
|-----|----|-----|
| 澱粉 | 水 | 轉化糖 |
| 162 | 18 | 180 |

換言之，澱粉九分（以重量計），取水一分，可變爲十份可醱酵糖。此糖變爲酒精時，可以下式表之：



轉化劑： 碳酸氣 酒精

180 88 92

180 : 92 :: 100 : X X = 51.11

即九份澱粉，理論上可得五·一一一份酒精，故澱粉之酒精理論產額以重量計，係百分五六·七八。

(二) 欲計算一定量蔗糖之酒精產額，須注意甘蔗糖之轉化及轉化糖之發酵等反應。茲述之如下：

理論上蔗糖變為轉化糖時，如下式：



| | | |
|-----|----|-----|
| 甘蔗糖 | 水 | 轉化糖 |
| 342 | 18 | 360 |

故理論上百分蔗糖，以重量計，可得一〇五·二六份轉化糖。又轉化糖變為酒精時，可以下式

表之：



轉化糖 酒精 炭酸氣

180 92 88

180 : 92 :: 105.26 : X X = 53.8

故百分甘蔗糖以重量計，理論上可得五三·八〇份酒精。茲將糖類及澱粉理論上酒精產額表列如下：

$C_6H_{12}O_6$, 右旋糖, 左旋糖, 51.11% 無水酒精

$C_{12}H_{22}O_{11}$, 甘蔗糖, 麥芽糖, 53.80% 無水酒精

$C_6H_{10}O_5$, 澱粉, 56.78% 無水酒精

(三) 馬鈴薯之理論及實際酒精產額 甜馬鈴薯含百分六糖, 及百分十七澱粉。茲以一百斤甜薯, 計算其酒精理論產額如下:

百斤薯含糖百分之六即糖之全量為六斤

百斤薯合澱粉百分之十七即澱粉全量爲一七斤

$$6 \times 0.5380 = 3.228 \text{ 斤無水酒精}$$

$$17 \times 0.5678 = 9.6526 \text{ 斤無水酒精}$$

故每百斤馬鈴薯之酒精理論產額 = 12.8806 斤無水酒精

但實際產額，約合理論上七〇——八二%，普通約七五%。

(四) 玉蜀黍之理論及實際酒精產額 玉蜀黍含百分二·二糖及百分六二·九澱粉，茲

以百斤玉蜀黍計算其酒精理論產額如下：

百斤玉蜀黍含糖百分之二·二，即糖之全量爲二·二斤

百斤玉蜀黍含澱粉百分之六二·九，即澱粉之全量爲六二·九斤

$$2.2 \times 0.5380 = 1.18360 \text{ 斤無水酒精}$$

$$62.9 \times 0.5678 = 35.81462 \text{ 斤無水酒精}$$

故百斤玉蜀黍之酒精理論產額 = 36.99822 斤無水酒精

實際上產額約合理論上七五——八二%，普通約七八%。

第三編 糖蜜及其他原料製造酒精法

第一章 糖蜜製造酒精法

第一節 糖蜜成分

糖蜜有甜菜糖蜜及甘蔗糖蜜兩種，同屬一種之糖蜜，又分爲耕地白糖工廠（Plantation White Sugar Factory）之糖蜜，及精製糖工廠（Sugar Refinery）之糖蜜。種類既異，成分亦不同。茲將著者製造酒精時，所用糖蜜之普通分析成續列下：

(a) 甜菜糖蜜 (薄益製糖廠用甜菜製白糖時所出之廢糖蜜)

勃立克司

六九·二〇

旋光度(Polarization)

四一·八〇

第三編 糖蜜及其他原料製造酒精法

第一章 糖蜜製造酒精法

一四三

酒精

一四四

純率(Purity)

六〇・四〇

反應

微鹼性

(b) 甘蔗糖蜜 (薄益製糖廠用爪哇粗糖精製為白糖時所出之廢糖蜜)

勃立克司

六九・六

旋光度

三三・六〇

純率

四八・二八

轉化糖

一一・五七九

反應

微酸性

上述二種糖蜜，每百斤之酒精產量，以甘蔗糖蜜高於甜菜糖，因其含糖較多也。

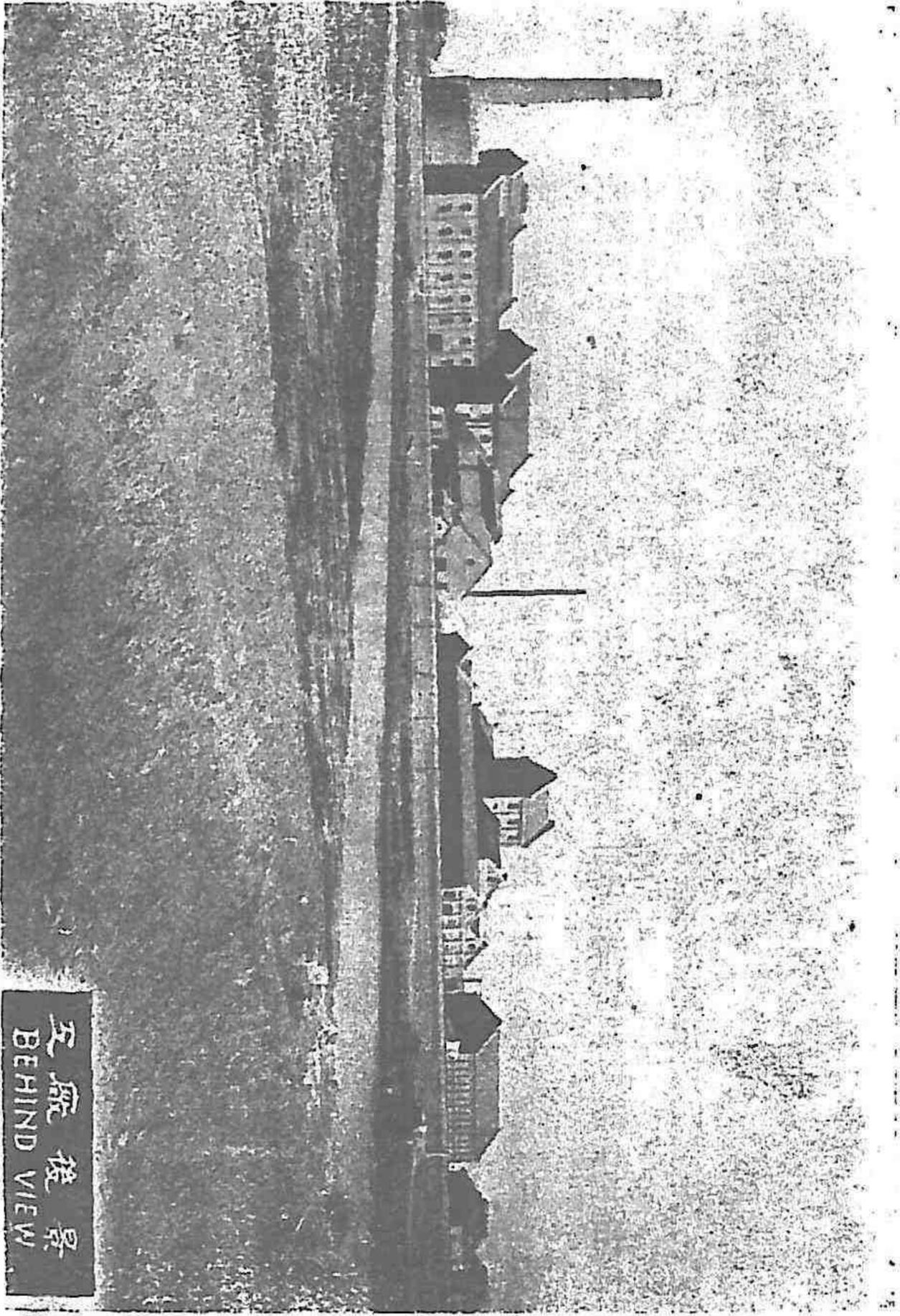
第二節 工廠設備

山東薄益釀造工廠(圖四一)使用糖蜜製造酒精，每日可以蒸溜五五、〇〇〇升醪，可出酒精(九六%)四、五〇〇升，合二五〇罐(每罐盛酒精一八升)。茲述該廠之設備要點如下：

(a) 濃糖蜜貯存槽 該廠糖蜜槽係用洋灰製成，容量十三萬升，使用日久，易生隙縫，故尚

以鐵製圓筒形大櫃較為耐用。

第三編 糖蜜及其他原料製造酒精法 第一章 糖蜜製造酒精法



五廠後景
BEHIND VIEW

一四圖

(b) 濃糖蜜計量槽一個，容量九〇〇〇升，外部置一計量板，記載糖蜜使用量。

(c) 殺菌機 (Steriliser) 二個，容量各九〇〇〇升，機內設攪拌器冷卻管及蒸汽管等，供糖蜜沖淡殺菌及冷卻用。

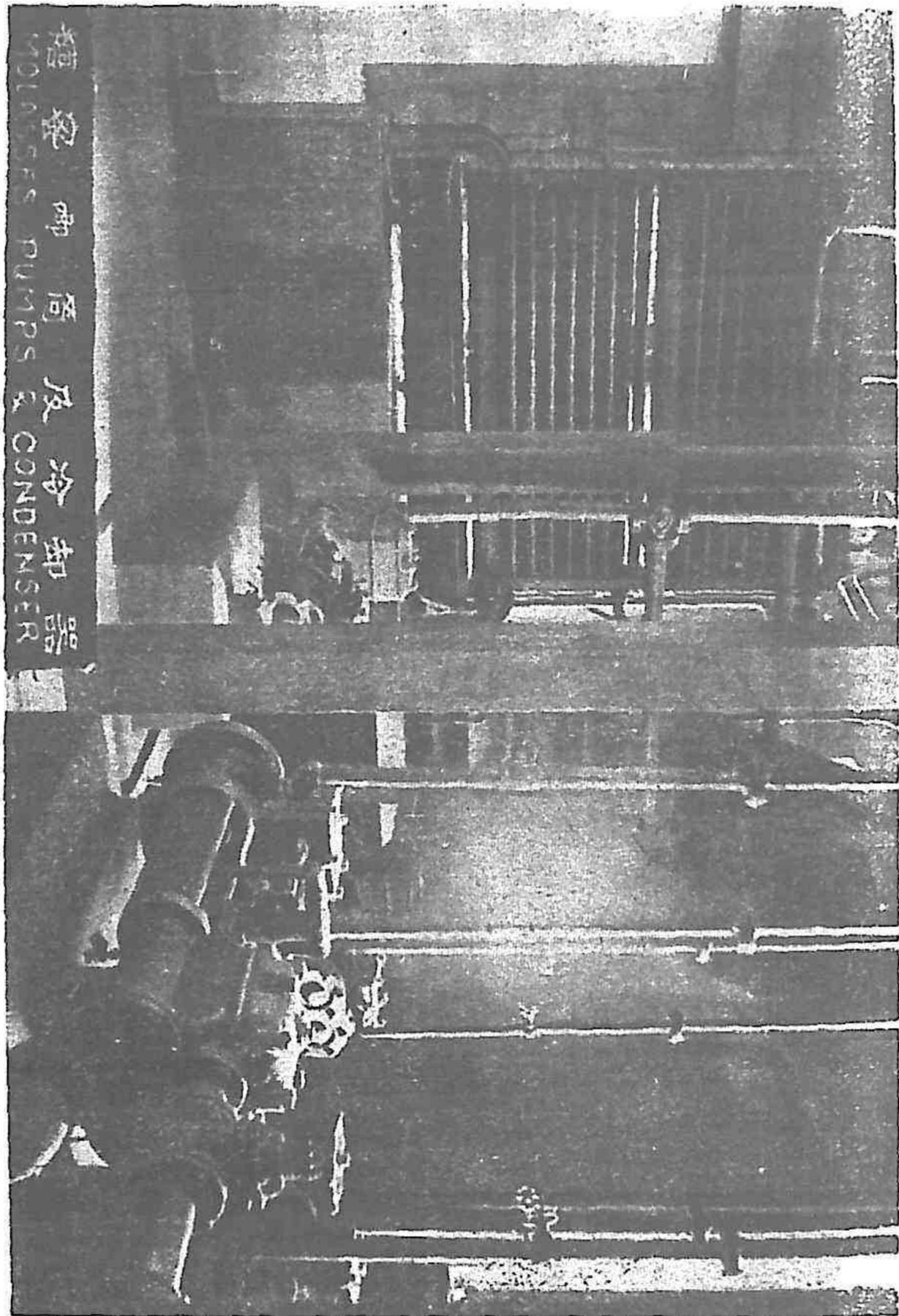
(d) 殺菌稀濃蜜貯存槽一個，容量九〇〇〇升，供貯存由殺菌機通來之殺菌稀糖蜜。

(e) 糖蜜冷卻器 (如圖四二) 一台，利用空氣及冷水，使殺菌後之糖蜜，冷至適當溫度，以備醱酵。此器對於糖蜜溫度之高低，可以隨意管理，為用至便。

(f) 酒酵母醱槽兩個，容量各一八〇〇升，供酵母醱酵用。

(g) 醱酵槽 該廠醱酵槽三十個 (圖四三)，地下槽一個 (盛蒸溜醪用)，容量各九〇〇〇升。先用磚築成池形，內部塗以洋灰、防水粉及地瀝青三層。地瀝青具防酸作用。但極易破裂，不如用鐵製槽 (內部鋪一層亞鉛皮)，較為耐用，且外部可以冷水沿鉛皮板四周流下，使醪液冷卻。如是無另設冷卻裝置之必要。

(h) 蒸溜機 該廠蒸溜機係法國季勞謨 (Guillaume) 式雙斜塔連續蒸溜機，蒸出之

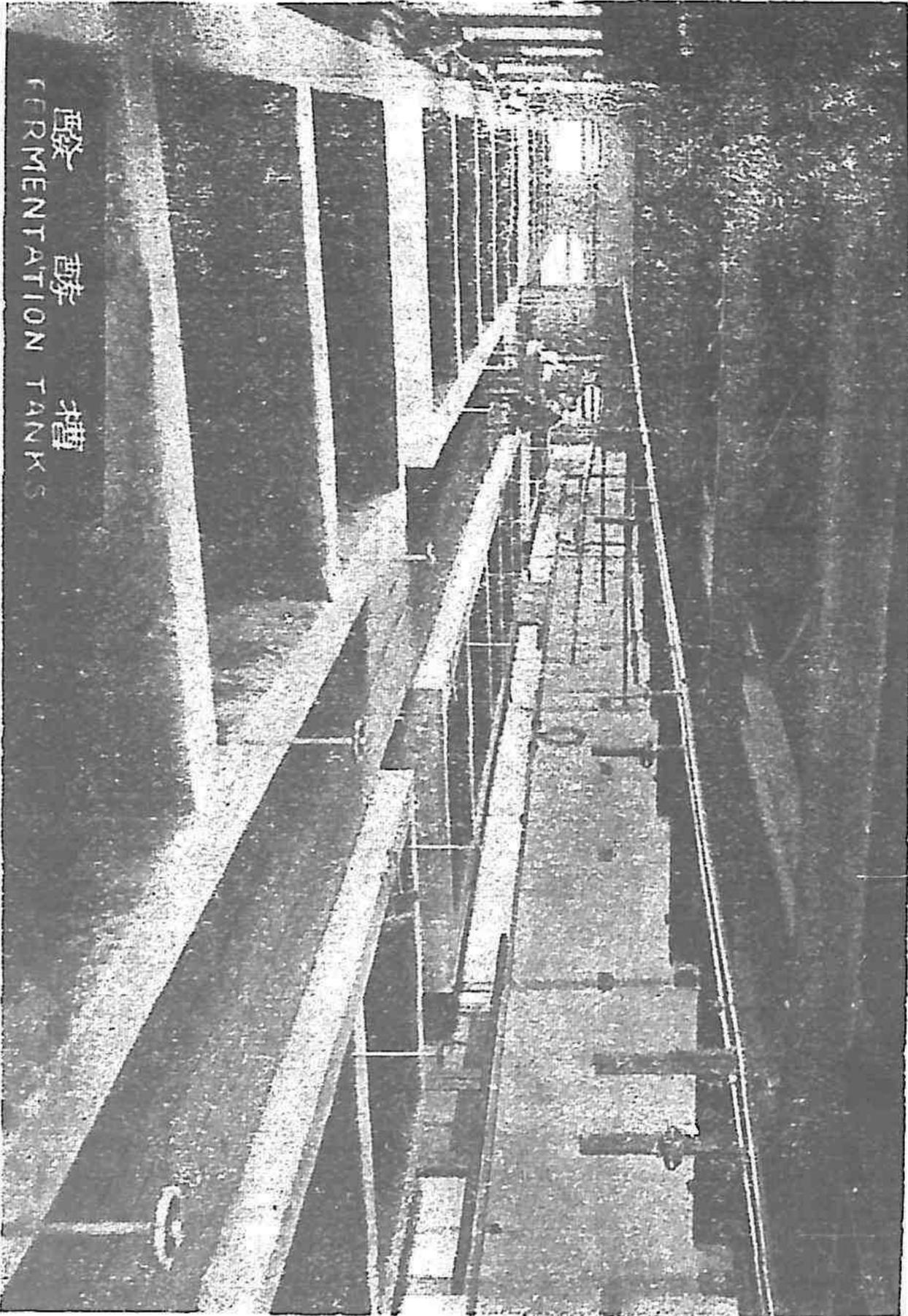


二四四

第三編 糖蜜及其他原料製造酒精法

第一章 糖蜜製造酒精法

一四七



醱 酵 槽
FERMENTATION TANKS

酒精成分九六%，雜醇油 (Fusel oils) 及醛類 (Aldehydes) 等不純成分，完全分離。但數次使用之後，如隔久再蒸，則酒精呈綠色，三——四日後綠色漸消，約一星期後，方能蒸出無色透明之酒精。著者蒸溜酒精時，曾發見綠色酒精兩次，經苦心研究之結果，方知酒精所以呈綠色者，實因蒸溜機隔久未用，內部生銅銹，當酒醪蒸溜時，揮發之酸質與銅銹作用所生之化合物，溶於酒精之故也。按依爾給 (Iles) 式蒸溜機之蒸溜塔內，置浮海石，便於洗滌，可免此弊。

(i) 酒精貯存器三個，均為鐵製圓筒形櫃，容量各三、六〇〇升。

(j) 鍋爐 郎卡洽式鍋爐 (Lancashire Boiler) 1 座，長二九英尺直徑六英尺，每日用煤六噸。

(k) 蒸氣機關 直立式蒸氣機關一座，備帶動殺菌機之攪拌具及其他之用。

(l) 洋鐵罐 該廠自備製罐室，製造洋鐵罐，以裝酒精。

(m) 純粹培養器 (Pure Culture Apparatus) 全套，供培養純粹酵母之用。
此外如水櫃及唧筒等，不備述。

茲述機械排列順序如下：

糖廠分蜜室（糖蜜）↓濃蜜貯存槽↓濃蜜計量槽↓殺菌機↓殺菌稀蜜糖貯存槽↓坂田式冷卻器↓酒母槽↓醱酵槽↓地下槽↓蒸溜醱貯存槽↓蒸溜機↓酒精貯存器↓洋鐵罐

（附記）以上之設備係述糖蜜酒精所用者，該廠尙備蒸煮機一個，容量五五〇〇升，供高粱乾薯等之蒸煮，糖化器一個，供蒸煮液之糖化。又製麴室一所，內設麴床麴盤等物，製造米麴或麩麴，一切手續，均照成法，無特殊成績可言。

第三節 甜菜糖蜜製造酒精法

第一項 甜菜糖蜜之特別處理

該廠前技師渡邊君，使用甜菜糖蜜，製造酒精時，未將甜菜糖蜜特別處理，以致醱酵大感困難。著者製造之初，悉心研究醱酵困難之原因，而設法免除之。第一次使用澱粉質原料（如高粱乾薯等）培養酵母，以爲甜菜糖蜜醱酵之酒母。此種酒母力量甚強，故甜菜糖蜜醱酵亦頗旺盛，但澱粉

質原料價格較昂，故酒精生產貴，每罐須約增加二角。第二次試將微鹼性之甜菜糖蜜，通以亞硫酸氣體，至呈微酸性為度，糖蜜發酵之現象與未通亞硫酸氣體者迥不相同。微鹼性甜菜糖蜜發酵時，縱用多量之糖化薯液或高粱液，有時尚呈還原發酵，發生一氧化氮氣體（ N_2O ），使發酵停止進行，製出之酒精，呈衝鼻之氣味；而已通硫酸銻之糖蜜，發酵旺盛，不生一氧化氮氣體，故製出之酒精，極為清醇。於是決計將糖廠所出之糖蜜，再經亞硫酸飽充槽（ SO_2 Saturation Tank）通以 SO_2 至適當酸度後，用以製酒精。但糖廠現有亞硫酸飽充槽僅敷製糖時之應用，故如再將廢糖蜜通以亞硫酸，工作上頗感困難。嗣又試將微鹼性甜菜糖蜜（四十度勃立克司）一、五〇〇公撮，加濃硫酸三〇公撮在加壓蒸煮機，用每方英寸三十磅之壓力，煮半小時，檢其轉化糖之成分，與未蒸者比較如下：

| | | |
|-------------------|------|-----|
| 糖蜜未煮以前 (40° Brix) | | |
| 旋光度 | 一三·六 | 轉化糖 |
| 糖蜜既煮以後 (40° Brix) | | 無 |

旋光度

一五·六

轉化糖

六·〇〇六

轉化後之糖蜜加水沖成二十度勃立克司，試行醱酵，結果極良，可知糖蜜煮後，一部分蔗糖既可轉化，而妨礙醱酵之鹽類（如亞硝酸鹽及揮發性脂肪酸與其鹽類），均得除去，故醱酵亦因之而旺盛。於是決將甜菜糖蜜於未醱酵以前，先加水沖成四十度勃立克司，加上述比例之濃硫酸（即一五〇〇公撮糖蜜加三公撮濃硫酸）在高壓蒸煮機，加壓力三十磅蒸煮半小時，即可通入殺菌機，加水沖成醱酵應用之濃度。以上所述乃著者歷年研究甜菜糖蜜特別處理之經過也。

第二項 甜菜糖蜜之醱酵

著者使用甜菜糖蜜製造酒精時，醱酵法分三種，敘述如次：

(1) 澱粉質原料培養的酵母醱之應用 甜菜糖蜜含有妨礙醱酵之物質，已如上述，故甜菜糖蜜如未經特別處理，則須使用強健之酵母醱，使醱酵不至停滯。強健之酵母，可用澱粉質原料培養，其製造順序如次：

酵母用白金線移於試驗管（麥芽汁一〇公撮）在定溫器二五——二八度經過四十八小

時後，移於巴氏瓶（麥芽汁一〇〇公撮），在定溫器經過四十八小時，移於卡氏罐（麥芽汁一〇升），在定溫室經過四十八小時，移於純粹培養器（大米糖化醪九〇升（註一）），在醱酵室經過八小時移於大木桶（小米糖化醪七五〇升（註一）），在醱酵室經過八小時，移於醱酵槽（糖化薯醪七五〇〇升（註二）），經過八小時，則可為糖蜜醱酵之酵母醪。

（註一）大米及小米糖化醪，係用適量之大米或小米，用蒸汽養成稠黏之液後，加十分之一之壓榨麥芽及十分之一之米麴（對大米或小米之重量言），維持五五——六〇度三小時，使糖化作用，冷至五〇度，維持此溫度十二小時至二十四小時，使營乳酸醱酵，至酸度增至一五——二〇，即可加熱殺菌，次復冷卻至二五度，以備培養酵母之用。

（註二）糖化薯醪係將適量之乾薯，加以熱水在高壓菌煮機，加壓力四十磅，蒸煮一小時，即可通於糖化機，冷至五〇——六〇度，加入米麴百分五及麩麴百分五（對乾薯之重量言），維持此溫度約三小時，冷至二五度，以備培養酵母。

上述七五〇〇升糖化薯醪，加入七五〇升之酵母醪後，經過八小時，醱酵極其旺盛，此時可將

八、二五〇升之醱酵薯膠，分爲一〇槽，每槽八二五升，漸次加入殺菌稀甜菜糖蜜（濃度二十度勃立克司）至九〇〇〇公升爲度。維持二八——三〇度，使其醱酵。如醱酵之現象不甚佳，可加殺菌麩皮以促進之。茲將醱酵記錄列下：

| 時 | 間 | 一 次 醱 酵 (前) | 一 次 醱 酵 (後) |
|------------|---|-------------|-------------|
| 容 量 | | 一二六〇升 | 一二六〇升 |
| 濃 度 (勃立克司) | | 一〇・五 | 九・三 |
| 溫 度 (〇) | | 二八・〇 | 二九・五 |
| 酸 度 | | 一・〇 | 一・二 |

(注意) 一次醱酵後漸次加蜜，至四、五〇〇升，檢查表從略。

| 時 | 間 | 二 次 醱 酵 (前) | 二 次 醱 酵 (後) |
|-----|---|-------------|-------------|
| 容 量 | | 四一〇〇升 | 四五〇〇升 |
| 時 間 | | 一月十日三時三十分 | 一月十日七時五十分 |

(注意) 二次醱酵後，漸次加蜜至九〇〇〇升，檢查表從略。

| | | | |
|---|---------|------|------|
| 濃 | 度(勃立克司) | 一三·四 | 一〇·五 |
| 溫 | 度(C) | 三一·〇 | 三三·〇 |
| 酸 | 度 | 一·一 | 一·二 |

| | | | |
|---|---------|-------------|-------------|
| 時 | 間 | 三 次 醱 酵 (前) | 三 次 醱 酵 (後) |
| 容 | 量 | 九〇〇〇升 | 九〇〇〇升 |
| 濃 | 度(勃立克司) | 九·二〇 | 六·六 |
| 溫 | 度(C) | 三二·〇 | 三二·〇 |
| 酸 | 度 | 一·四 | 一·六 |
| 殘 | 糖 分 | | 旋光度〇·三〇 |
| 酒 | 精 含 量 | | 八·四% |

(2) 甘蔗糖蜜培養的酵母醱之應用 此法所用之甜菜糖蜜，亦未經特別處理，故妨礙醱

醇之物質，依然存在。著者以五分之三容量之甘蔗糖蜜醱酵膠爲酵母膠，漸加五分二容量之殺菌稀甜菜糖蜜（濃度二十度勃立克司），醱酵成績，亦頗可觀。蓋甘蔗糖蜜醱酵旺盛，故雖加甜菜糖蜜，酵母仍能發生作用。但甜菜糖蜜用量如超過五分二，則醱酵頓見停滯，不可不注意。茲將醱酵記錄列下：

| 時 | 間 | 一 次 醱 酵 (前) | 一 次 醱 酵 (後) |
|---|----------|-------------|-------------|
| 容 | 量 | 五四〇〇升 | 五四〇〇升 |
| 濃 | 度 (勃立克司) | 一四·五 | 一一·〇 |
| 溫 | 度 (C) | 三〇·〇 | 三一·八 |
| 酸 | 度 | 一·三五 | 一·五 |

(注意) 一次醱酵後，漸次加蜜至八、五〇〇升，檢査表從略。

| 時 | 間 | 二 次 醱 酵 (前) | 二 次 醱 酵 (後) | 蒸 溜 以 前 |
|---|-------------|-------------|-------------|---------|
| | 四月廿八日 一時四五分 | | | |
| | 四月廿九日 一時三〇分 | | | |
| | 五月一日 一時一五分 | | | |

上述酒精含量甚高，實因甘蔗糖蜜含糖較多之故。

(3) 特別處理的甜菜糖蜜之應用 上述二法，成績固頗可觀，然第一法生產費較昂，第二法須用多量之甘蔗糖蜜，均不能無憾。著者遂將甜菜糖蜜用前述方法，特別處理，除去妨礙發酵之物質，則甜菜糖蜜發酵所用之酵母醪，亦可以甜菜糖蜜培養，此外並用著者特別育成純粹酵母，定名 *Saccharomyces Chen*，專供甜菜糖蜜發酵之用，酒精產量之巨，為各國所罕見。茲述發酵手續如下：

一枚試管盛以一〇公撮麥芽汁，或麵汁，培養特別育成之酵母，置於二五——二八度定溫器，

| | | | |
|------------|-------|-------|-------|
| 容 量 | 八五〇〇升 | 八五〇〇升 | 八五〇〇升 |
| 濃 度 (勃立克司) | 一〇·二七 | 五·八 | 四·五八 |
| 溫 度 (C) | 三一·〇 | 三三·五 | 三二·〇 |
| 酸 度 | 一·五 | 一·五八 | 一·七 |
| 酒 精 含 量 | | | 九·二% |

二日後，移於巴氏瓶，（內盛六〇〇公撮麥芽汁或麵汁），醱酵旺盛之時，移於卡氏罐（容量二五升內盛八升之麥之二十度勃立克司稀甜菜糖蜜），置於適當溫室，一日至二日後，移於容量二〇〇升之特別純粹培養器，（內盛稀甜菜糖蜜）二四小時之內，再移於容量一八〇〇升之酵母醪槽，漸次加入稀甜菜糖蜜，俟醱酵旺盛之時，即可移入容量九〇〇〇升之醱酵槽，漸次加入稀甜菜糖蜜，使其醱酵矣。茲將醱酵記錄列下：

| | | 一 次 醱 酵 (前) | 一 次 醱 酵 (後) |
|---|----------|-------------|-------------|
| 時 | 間 | 一月十一日四時五分 | 一月十一日九時五十分 |
| 容 | 量 | 一八〇〇升 | 一八〇〇升 |
| 濃 | 度 (勃立克司) | 九・四 | 七・四五 |
| 溫 | 度 (C) | 二八・五 | 二九・〇 |
| 酸 | 度 | 一・三 | 一・四 |

(注意) 二次醱酵後，漸次加蜜至四、一〇〇升，檢查表從略。

(注意) 二次醱酵後，漸次加蜜至八、八〇〇升檢查表從略。

| | | | |
|---|---------|-------------|-------------|
| 時 | 間 | 二 次 醱 酵 (前) | 二 次 醱 酵 (後) |
| 容 | 量 | 四一〇〇升 | 四一〇〇升 |
| 濃 | 度(勃立克司) | 九・九 | 八・三〇 |
| 溫 | 度(°C) | 三一・〇 | 三一・五 |
| 酸 | 度 | 一・四 | 一・五 |

| | | | |
|---|---------|-------------|-------|
| 時 | 間 | 三 次 醱 酵 (前) | 溜 以 前 |
| 容 | 量 | 八六四〇升 | 八六四〇升 |
| 濃 | 度(勃立克司) | 九・四 | 六・一 |
| 溫 | 度(°C) | 三一・〇 | 三〇・〇 |
| 酸 | 度 | 一・二 | 一・五 |

| | | | |
|---|---|---|------|
| 殘 | 精 | 分 | 10.2 |
| 酒 | 精 | 含 | 7.7% |
| | | 量 | |

第四節 甘蔗糖蜜製造酒精法

第一項 甘蔗糖蜜之處理

上述甜菜糖蜜，含有妨礙醱酵之物質，故非特別處理不為功。甘蔗糖蜜多含轉化糖，且妨礙醱酵之物質亦少，故無特別處理之必要。普通製法，只將甘蔗糖蜜殺菌及沖淡（有時加酸）即可供醱酵之用矣。

殺菌 糖蜜含有微生物，須經殺菌手續，方適醱酵之用。著者係將濃糖蜜在殺菌機加水沖成醱酵應用之濃度，然後加溫至九五度三〇分鐘，再用坂田式特別冷卻器，冷卻至適當溫度，以備醱酵。查臺灣酒精廠多用濃糖蜜加水沖成六〇度勃立克司通蒸汽至一〇〇度，約一小時之久，然後加未殺菌之水，至醱酵應用之濃度。此法手續既簡，蒸汽又省。但水中如含有微生物，妨礙醱酵，酒精

產額必減少矣。

加酸 甘蔗糖蜜具微酸性，原無加酸之必要。但硫酸有防止微生物繁殖之能力。著者歷屆製造，均將稀糖蜜先加萬分之三濃硫酸（對稀糖蜜之重量言），再行殺菌，頗著成效。

第二項 連續醱酵法

甘蔗糖蜜沖淡殺菌之後，即可用以醱酵。著者採用連續醱酵法（Continuous Fermentation），工作至便。此法即將醱酵糖蜜數槽為酵母醪，每日通出一小部分，使其完全醱酵，以供蒸溜。而原酵母膠則仍加滿新糖蜜，使營旺盛之醱酵。此種酵母醪之製造，與上述甜菜糖蜜相同，不過完全使用甘蔗糖蜜耳。茲將醱酵記錄列下（醪液加至九〇〇〇升後濃度每小時檢查一次，而酸度則隔三小時檢查一次）

五月二十五日

| 時 間 | 濃 度 | 八・一勃立克司 | 八・〇勃立克司 | 七・九五勃立克司 |
|---------|------|---------|---------|----------|
| 溫 度 (c) | 一九 | 三〇・五度 | 二〇 | 二一 |
| 酸 度 | 一・三五 | 三〇・八度 | — | 三〇・八度 |

酒精

二二
三〇・九度
一・四
七・九〇勃立克司

二三
三一・〇度
七・七五勃立克司

二四
三一・〇度
七・五〇勃立克司

五月二十六日

時 濃度 酸度
間 溫度(°C) 一
濃度 七・二〇勃立克司
酸度 三一・二度

四 六・八勃立克司
三二・〇度
五 六・六五勃立克司
三二・〇度

六 六・五勃立克司
三二・〇度
一・四

七 六・三五勃立克司
三二・〇度

八 六・二五勃立克司
三二・〇度
九 六・二〇勃立克司
三二・一度
一・四五

一〇 六・一〇勃立克司
三二・二度

一一 六・一〇勃立克司
三二・三度

一二 六・〇〇勃立克司
三二・四度
一・四五

一三 五・八〇勃立克司
三二・六度

一四 五・七〇勃立克司
三二・七度

一五 五・五〇勃立克司
三二・九度

五月二十七日

| 時 | 濃度 | 溫度(°C) | 酸度 |
|----|----------|-------------|------|
| 一六 | 五・三〇勃立克司 | 三二・九度 | 一・四五 |
| 一七 | 五・〇〇勃立克司 | 三二・九度 | |
| 一八 | 四・七五勃立克司 | 三二・九度 | |
| 一九 | 四・四五勃立克司 | 三三・二度 | |
| 二〇 | 四・一〇勃立克司 | 三三・二度 | 一・五〇 |
| 二一 | 四・〇〇勃立克司 | 三三・三度 | |
| 二二 | 三・九〇勃立克司 | 三三・四度 | |
| 二三 | 三・七〇勃立克司 | 三三・五度(溫度最高) | |
| 二四 | 三・三五勃立克司 | 三三・五度 | 一・六〇 |
| 二五 | 三・二五勃立克司 | 三三・五度 | |
| 二六 | 三・二五勃立克司 | 三三・五度 | |
| 二七 | 三・一五勃立克司 | 三三・五度 | |
| 二八 | 二・八〇勃立克司 | 三三・五度 | |
| 二九 | 二・七五勃立克司 | 三三・五度 | |
| 三〇 | 三・一〇勃立克司 | 三三・五度 | 一・六〇 |

| | | | |
|--|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 二・七〇勃立克司 三三・五度 一・六 二・四〇勃立克司 | 二・六〇勃立克司 三三・五度 九 二・三〇勃立克司 | 二・五〇勃立克司 三三・五度 一〇 二・三〇勃立克司 | 二・四五勃立克司 三三・五度 一一 二・二五勃立克司 |
| 二・二五勃立克司 三三・四度 (溫度開, 一七 始下降) 一六 二・二〇勃立克司 | 二・二〇勃立克司 (濃度不再下降) 三三・二度 一七 二・二〇勃立克司 | 二・二〇勃立克司 三三・九度 二一 二・二〇勃立克司 | 二・二〇勃立克司 三三・二度 一八 二・二〇勃立克司 |
| 二・二〇勃立克司 三三・〇度 一九 一・六〇 | 二・二〇勃立克司 三三・九度 二〇 一・六〇 | 二・二〇勃立克司 三三・九度 二二 一・六〇 | 二・二〇勃立克司 三三・二度 二二 一・六〇 |

酒精含量七・四五%

細觀上表,至饒興趣。五月二十五日十九時起,溫度漸高,濃度亦漸低,至五月二十六日二十三時(其間隔二十八小時)溫度達最高之點(即三三・五度)五月二十六日二十三時起至五

月二十七日十五時止（其間隔十六小時），維持同一之溫度，五月二十七日十六時起溫度開始下降，濃度亦不再低減矣。

第三項 應用麥格利純粹培養器法

糖蜜之酒精生產量，與酵母之純否，大有關係。如用野生酵母（即含於糖蜜中之酵母）其酒精產額，合上理論產額自百分之四〇至六〇；如用壓搾酵母，自百分五〇至七五；如用優良酵母及消毒劑自百分七五至九〇；如用麥格利純粹培養器（The "J. Magne's yeast apparatus, New Orleans, U. S. A.）之酵母，則其酒精產額依糖蜜之貯存法及其純率之不同，自百分八五至九五。如糖蜜極爲不純，且酸度及黏度太高（即多含灰分及膠），則其產額自百分八五至八七；如糖蜜含糖多，黏度低，且貯存得法者，則其產額自百分九〇至九二，有時可達到百分九五。茲將大規模及小規模應用之麥格利純粹培養器之構造及用法列下：

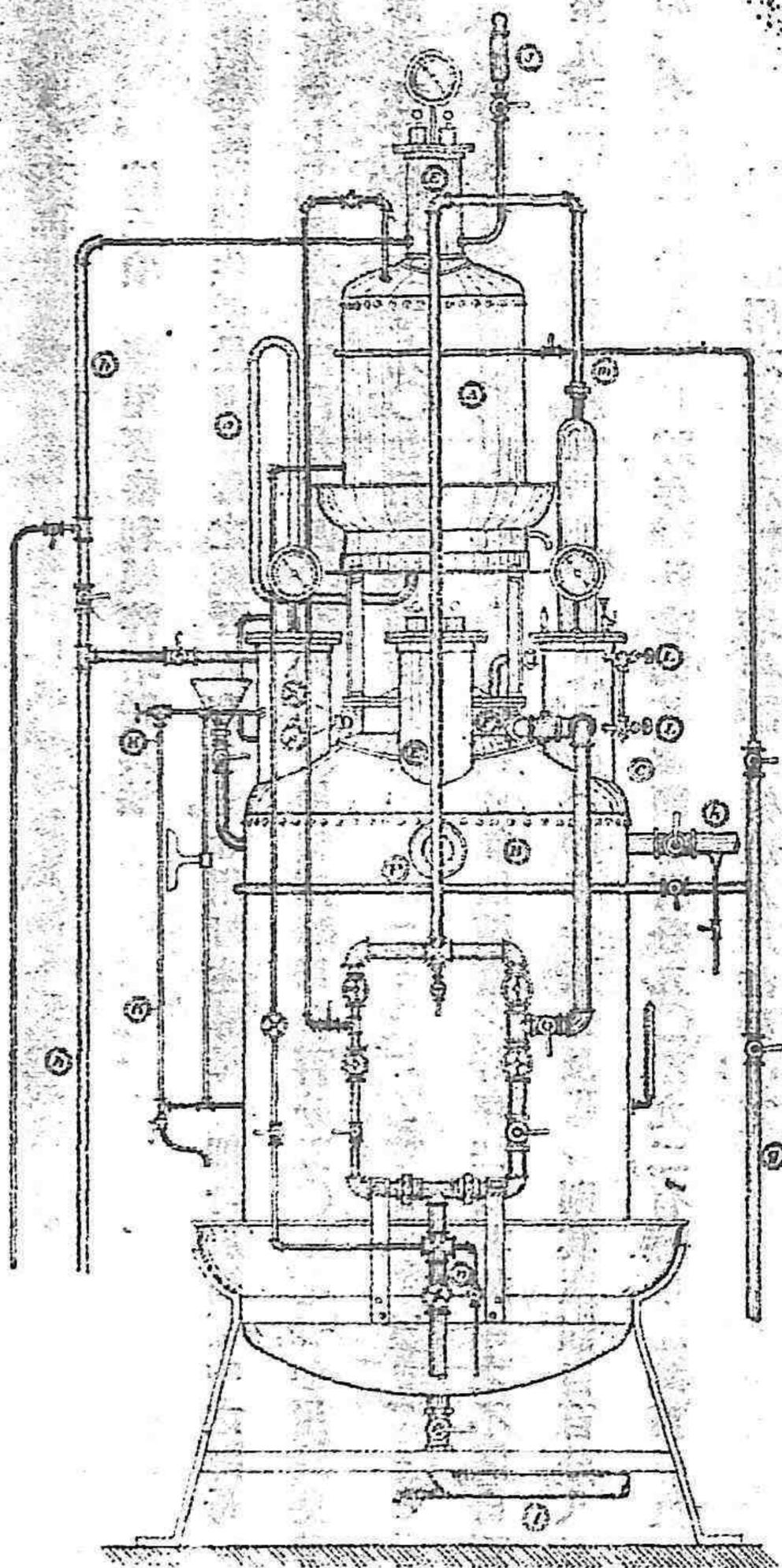
（A）大規模應用者（圖四四）

（一）構造

酒精

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：

一六六



淨。

用。

(1) 小罐 A 內盛酵母膠，每日移種於大罐 B 內之培養液中。

(2) 大罐 B 每日生產足量之酵母膠，供製造酒精之用。

(3) 空氣濾過器下，滿盛殺菌棉花，供由壓縮機通來之空氣濾淨之用。

(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

(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 (Jone) E 及 E' 外，尚備二個安全瓣，一個供壓力用，另一個供真空

此外尚有下刊各種之管：

(g) 水管，供此器殺菌後冷却之用。

(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) 純粹酵母膠通入管，供最初通入酵母膠之用。

(k) 醪液通入管，供 B 罐裝盛醪液之用。

(l) 酵母醪放出管，供酵母醪通至工廠之用。

(m) 空氣管，供製造時酵母醪通氣之用。

(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。

(q) 同上述之管，供小罐 A 之用。

(r) 管，供 A 罐用密閉蛇管加熱之用。

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 罐既盛殺菌冷卻醪液後，純粹培養之酵母醪，由 j 活瓣通入。當醱酵十分旺盛時，由虹吸 S

通入盛有殺菌冷却醪液之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罐之醪液同時醱酵。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罐容量相同之純粹酵母膠。

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，預備一瓶純粹酵母，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，而酵母之新鮮及活潑則如初也。

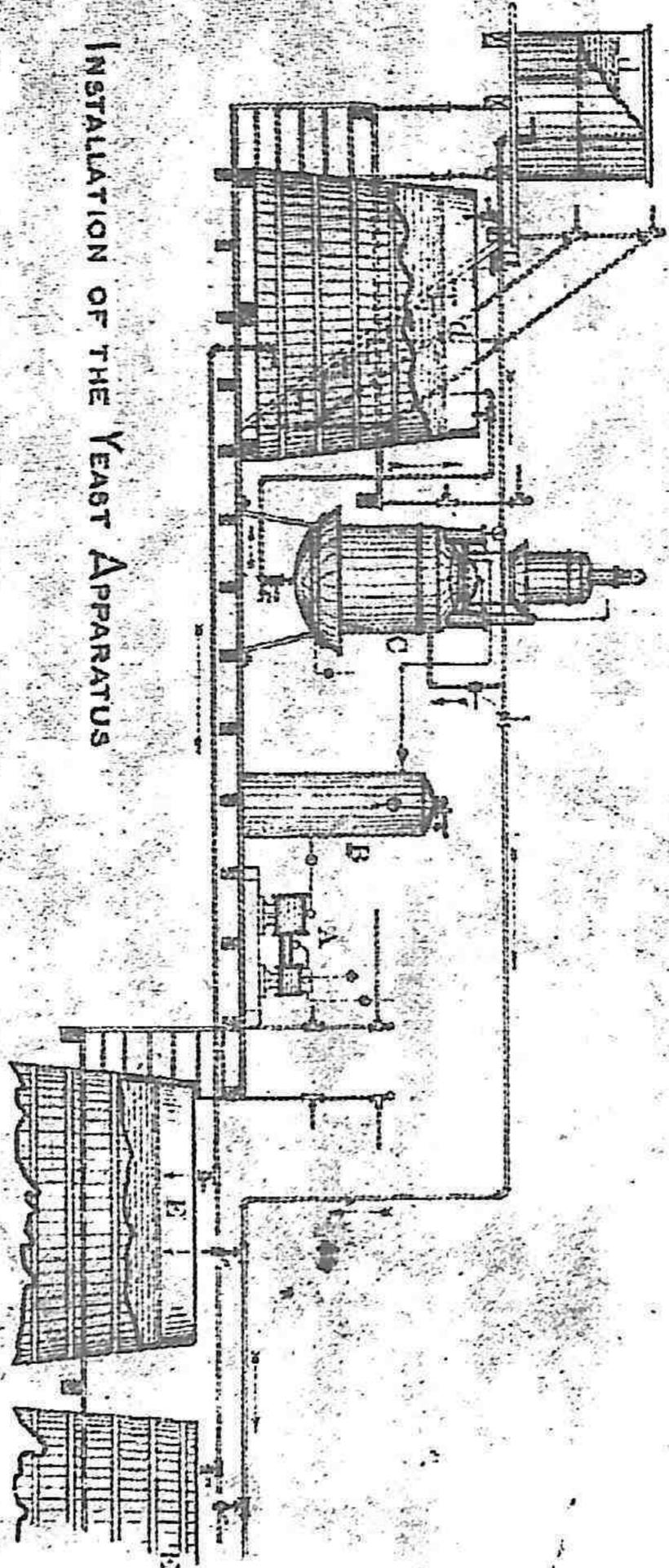
如備二〇〇〇升之純粹培養器一個，每日可將二〇〇〇升之純粹酵母膠加入二〇〇〇〇升之醪液中。而此二〇〇〇〇升之酵母膠，可供二〇〇〇〇〇升醪液之用，故每日欲容二〇〇〇〇〇〇升之醪液，祇須備置容量二〇〇〇〇〇升之純粹培養器一個也。茲將應用此法酒精工廠之設備圖解（圖四五）列下：

（B）小規模應用者

（一）構造

小規模應用之麥格利純粹培養器有兩種，如下述：

INSTALLATION OF THE YEAST APPARATUS



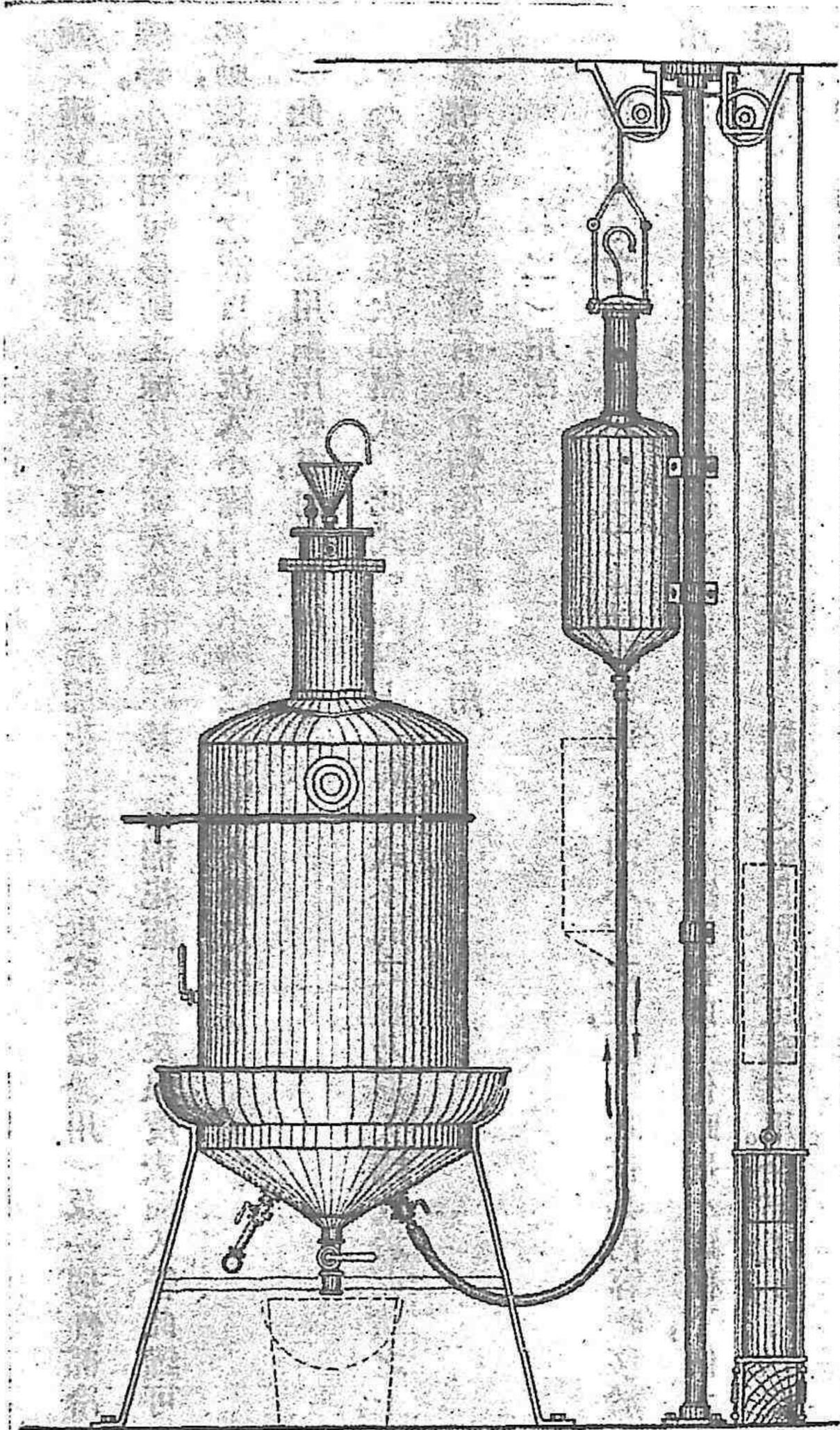
(1) 蒸汽加熱式 此器(圖四六)具有二罐，大者放於三腳架上，小者懸於二繩及平衡鐘。大罐具有蒸汽通入管，空氣通入管，二個棉花濾過器(供空氣濾過用)及一個外部冷却蛇管等等。小罐用可移動之橡皮管與大管相連，亦具一個棉花濾過器及溫度表插入管，此罐可以上下移動，使大罐之液，可以流入小罐中，或小罐之液，流入大罐之中。

此二罐完全用銅片製成，內部鍍錫。

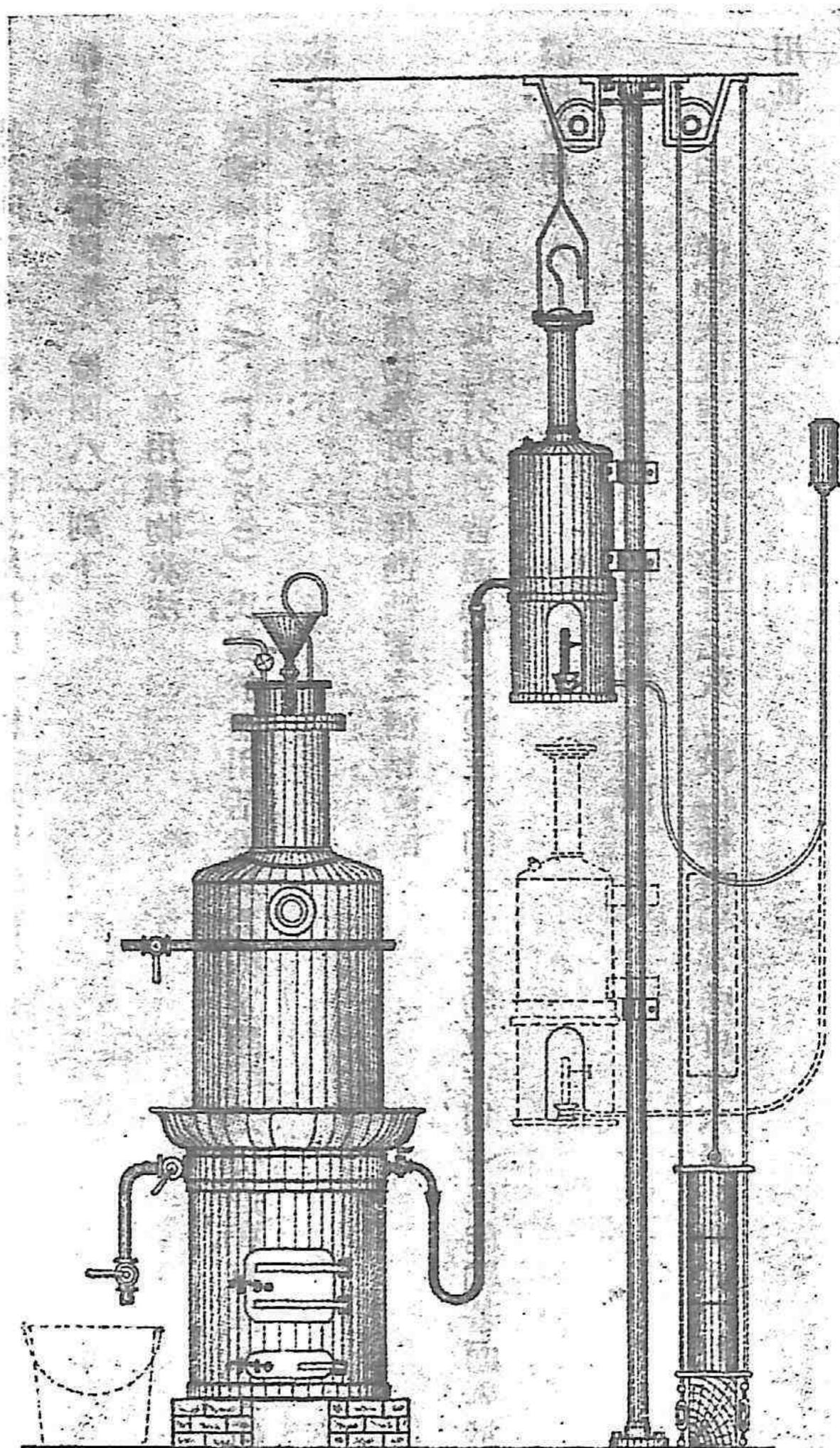
(2) 直接火加熱式 此式(圖四七)與上式不同之點，乃將大罐放於火爐之上，以供醪液煮沸之用，小罐備有小酒精燈，備殺菌之用。

(二) 用法

懸於繩上之小罐，種以小瓶之酵母液。普通二十四小時之後，醱酵旺盛，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開始流入小罐為度。次日大罐內之酵母，可供工廠之用。全部工作，可以按法繼續施行，因小罐存有酵母醪也。此種工作情况，與大規模所用者，甚為類似。



六四 圖



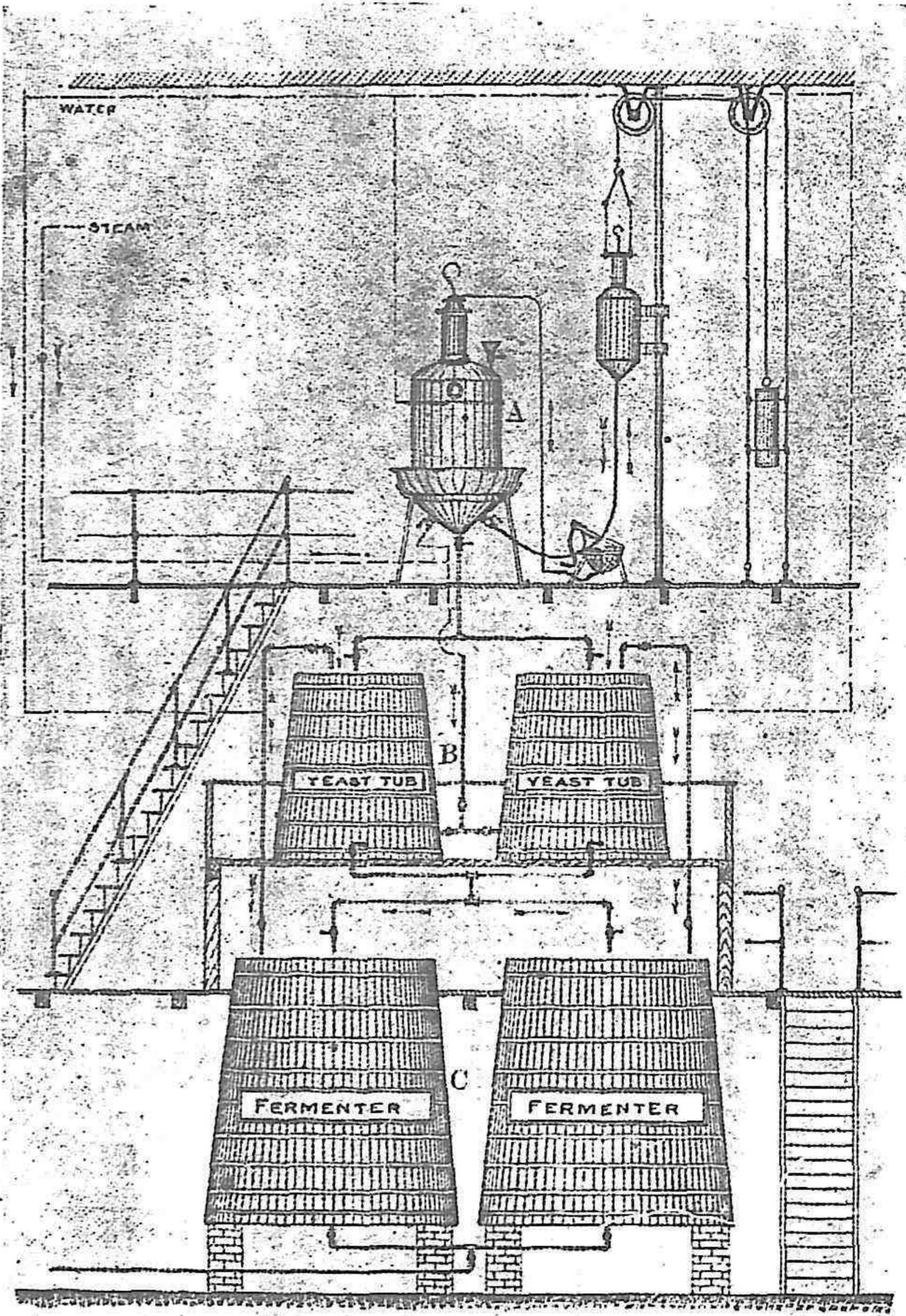
七四 圖

此器所製之純粹酵母醪之用法，與大規模應用純粹培養器所述者相同。茲將應用此器之酒精工廠設備圖解（圖四八）列下。

第四項 應用植物炭法

美國阿魯 (W. L. Owen) 氏，對於應用活性炭為糖蜜醱酵之促進劑，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醱酵。
- (二) 此種促進效力，對普通應用之濃度（即二十度勃立克司）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) 植物炭促進六炭糖醱酵之效力，較他種糖類為強，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，若用以為促進劑，則功用較小。



八四圖

(六) 糖蜜之pH較糖蜜醱酵適當為pH低者，炭之促進效力較大。

(七) 炭之促進作用，一部分因其對酵母本身有利，因酵母在不可醱酵糖分之液中，如加以植物炭者，其細胞之增殖速度，與在富於糖分之液中相同也。

(八) 酵母如用植物炭在乾燥狀態貯存數月，仍可維持其醱酵力，故炭對酵母之有利，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，供促進醱酵之用。

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

著者在美時，曾作一小規模試驗，茲述其試驗法，及結果如下：

法將美國路亦斯安那省甘蔗糖蜜，加水沖成二十度勃立克司，每升糖蜜，加以一公分硫酸銻，及一·五公撮濃硫酸，次將其九〇公撮，加以十公撮之酵母液（*Saccharomyces Magne*），盛於五〇〇公撮之三角瓶，置于保溫箱（二五——二八度）中，次日用為糖蜜醱酵之種子。

將三角瓶二個，各盛以淡糖蜜（二十度勃立克司）六五公撮及種子一〇公撮，共七五公撮，合八一·二公分。第一號加植物炭〇·一公分，第二號不加植物炭，各秤重後，加以炭酸氣洗滌器，再秤重後，放於保溫箱中，經過二十四小時後，各加以四十度勃立克司之濃糖蜜七五立方公厘合八八·四公分，每隔二十四小時秤重一次，四日之後，計算兩者損失之重量，並將其醱酵液蒸出一〇〇公撮之蒸溜液，由此蒸溜液之比重，計算生產酒精之重量，然後依常法計算醱酵效率（即實際產額對理論產額之百分率）。

| 號數 | 瓶重量 | 瓶及醪重量 | 瓶醪及洗滌器全重量 |
|-----|--------|--------|-----------|
| 第一號 | 一一五·九 | 一九七·二 | 二五〇·五 |
| 第二號 | 一二二·三五 | 二〇三·五五 | 二六五·四五 |
| | 第一期重量 | 損失 | 加四〇度蜜糖後 |
| 第一號 | 二四七·三 | 三·二 | 三三五·七 |
| 第二號 | 二六二·四五 | 三·〇 | 三五〇·八五 |

| | 第二期重量 | 損失 | 第三期重量 | 損失 | | |
|-----|--------|------|--------|-------|-------|--|
| 第一號 | 三三〇・三 | 五・四 | 三二七・五五 | 二・七五 | | |
| 第二號 | 三四六 | 四・八五 | 三四三・一 | 二・九 | | |
| | 第四期重量 | 損失 | 損失全量 | 酒精重量 | 醱酵效率 | |
| 第一號 | 三二六・五五 | 一・〇〇 | 一二・三五 | 一三・〇五 | 八六・五九 | |
| 第二號 | 三四一・七五 | 一・二五 | 一二・〇〇 | 一二・〇五 | 七九・九六 | |

觀上述可知應用植物炭者，其醱酵效率較不應用者多至百分七左右，其促進效用，可以此為證矣。

應用此法，則精蜜之醱酵濃度平均為三十度，較普通酒精工廠所用（即二十度）者，多至十度，故工廠之製造能力，較多三分之一；而醱酵效率亦屬可觀，如植物炭價格較低，未始不可應用於大規模之製造也。

第五項 應用化學藥品法

| | | | | | | | | |
|-------|-------------------------|-----|------|------|-----|------|------|--------|
| A (二) | 不添加 | 二·一 | 三·二五 | 一·八五 | 一·六 | 七 | 八·〇 | 平均五·三一 |
| B (一) | 每升添加一〇〇磷酸四公分磷酸鉀三公分磷酸鈣 | 二·四 | 三·九 | 〇·八 | 〇·一 | 九·二 | 九·四三 | 平均〇·〇 |
| B (二) | 鈣 | 六·〇 | 二·一 | 一·〇 | 〇·五 | 九·五 | 九·六 | 平均三·二六 |
| C (一) | 每升添加〇·五〇〇磷酸四公分磷酸鉀三公分磷酸鈣 | 六·七 | 五·五 | 〇·七 | 〇·一 | 二·〇〇 | 三·八 | 平均六·六 |
| C (二) | 磷酸鈣 | 六·二 | 五·五 | 〇 | 〇 | 二·七 | 二·九七 | 平均六·七 |
| D (一) | 不加磷酸每升加一公分磷酸鉀一·五公分磷酸鈣 | 四·七 | 四·八 | 二·五 | 〇·七 | 三·七 | 三·八 | 平均六·六 |
| D (二) | 鈣 | 四·七 | 四·二 | 二·二 | 一·三 | 三·三 | 三·三 | 平均六·九 |
| E (一) | 不加磷酸每升加一公分磷酸鉀三公分磷酸鈣 | 六·五 | 五·三 | 一·五 | 〇·一 | 二·〇 | 三·八 | 平均六·六 |
| E (二) | 磷酸鉀三公分磷酸鈣 | 六·二 | 五·〇 | 一·二 | 〇·二 | 二·六 | 三·四 | 平均六·四 |

觀上述可知古巴轉化糖蜜，如添加硫酸，對發酵反為不利，因其稀糖蜜（二十度）pH為五·五，適於酵母之繁殖，如每公升加以半公撮之硫酸，則pH值為三·五，如加一公撮之硫酸，則pH值為二·七五，此等pH值，均不適於酵母之發酵也。又不加磷酸鉀及硫酸鈣者，其發酵效率較添加者，相去甚遠，可知化學藥品之添加，有時極為重要也。

第五節 糖蜜製造酒精之要點

甜菜糖蜜及甘蔗糖蜜之醱酵手續，既如上述，茲再舉其要點，則實際操作之情形，可瞭然矣。

(1) 醱酵前濃度 酵母醱酵前之濃度，以高為妙，濃度高則酒精含量多，酒精本為殺菌劑，足以制止細菌之繁殖。據歷年之經驗，酵母醱所用糖蜜之純粹含量，自百分十至百分十四；醱酵膠所用糖蜜之純糖含量，自百分十至百分十二。故糖蜜加水沖淡時，須視糖蜜含糖之多寡，方能定濃度之高低也。

(2) 醱酵後濃度 醱酵膠醱酵完全時之濃度，依糖蜜之非糖分 (Non-Sugar) 含量而定，大約甜菜糖蜜醱酵完全時之濃度，為五——七度勃立克司，甘蔗糖蜜二——五度勃立克司。

(3) 酸度 醱酵膠醱酵前之酸度，大約為一·〇，醱酵完全時，酸度之增高，理論上不得超過〇·三，實際上有時難得此結果。

(4) 溫度 酒母醱之溫度，以低為妙，普通為二五——二八度。醱酵膠之醱酵適當溫度為

三〇度。醱酵時溫度上昇甚速，須有冷却裝置使醱酵之溫度不得超過三五度，以免醋酸菌之繁殖。倘無此裝置者，夏季醱之溫度常昇至四三度，冬季則常昇至三八度，酒精產量必因而減少矣。

(5) 醱酵時間 醱酵醪達一定之容量時，如再不添加新糖蜜，則經過二日至三日，醱酵即可完全，此時表面泡沫全消，溫度逐漸下降，濃度亦不再低減矣。

(6) 酒精含量 醱酵醪之酒精含量，依糖蜜之含糖量而定，最高者一〇%，最低者六%
(均以容量計算)

第六節 蒸溜及裝罐

(1) 蒸溜 醱酵醪醱完畢後，通入蒸溜機，提出酒精。蒸溜機之構造，雖頗複雜，但各部分集中可由一人管理之。蒸溜手續，至為瑣屑，最重要者，務使蒸出之酒精，維持同一之成分，並盡量分離易揮發之醛及難揮發之雜醇油，方可得純良之出品。

(2) 裝罐 洋鐵皮製造酒精罐時，多用鹽酸為鐸藥，故未罐裝之先，須用沸水洗滌數次，除

去鹽酸；如未洗淨，即裝酒精，則酸與錫生作用，致酒精發現白色沉澱，甚至酸與鐵亦作用，致酒精發現紅濁沈渣。著者初時僅將洋鐵罐用冷水及酒精洗滌，致數百罐酒精，悉變白色混濁，不得已將白色混濁之酒精，加水重行蒸溜。失敗為成功之母，信哉言乎！

第七節 製造成績

第一項 甜菜糖蜜

著者使用甜菜糖蜜製造酒精之初，採用澱粉酵母醱法，生產費較見高昂。民國十三年六月改用亞硫酸飽充法，是年十二月起兼用酸煮法，及一年來育成之特別酵母。甜菜糖蜜之醱酵，不用澱粉質原料為酵母醱，亦可得優良之結果。該廠每日出酒二百四十五罐，氣味極為清醇，成品產額及生產費三者，均有增益。製造上之困難，得以免除，誠我國釀造界之好音也。茲將民國十四年一月間甜菜糖蜜採用新法製造酒精之產額列下：

此次共用糖蜜九八·八六噸（糖蜜含甘蔗糖五三·三%）共出酒精一七七一罐（每罐

五。三〇磅。按計算結果，每百斤糖蜜可出酒精約二四斤或純酒精二二・六斤，合理論上百分之八

第二項 甘蔗糖蜜

甘蔗糖蜜，醱酵較易，酒精產額亦較多。茲將民國十五年六月份製造成績列下：
 本次原料較為複雜，茲述其擔數及分析成績如下：

| 種 | 類 | 擔 | 數 | 溫 | 度 | 甘 | 蔗 | 糖 | 純 | 率 |
|---|---|---|---------|-----------|--------|--------|--------|-------|-------|---|
| 甘 | 蔗 | 糖 | 蜜 | 一三三〇・八一八七 | 八〇・〇 | 六一・四二六 | 五三・六〇〇 | 六七・〇〇 | 七六・七八 | |
| 甜 | 菜 | 糖 | 蜜 | 四三五・一〇四一 | 八〇・〇 | 五三・六〇〇 | 四三・一〇〇 | 六七・〇〇 | 七六・七八 | |
| 甜 | 菜 | 糖 | 蜜 | 三九七・八五二〇 | 五三・九 | 四三・一〇〇 | 四三・一〇〇 | 八〇・一 | 七八・三五 | |
| 甜 | 菜 | 糖 | 蜜 | 二六一・九二九〇 | 五三・九 | 四三・一〇〇 | 四三・一〇〇 | 八〇・一 | 七八・三五 | |
| 甜 | 菜 | 糖 | 蜜 | 二〇四・〇〇〇〇 | 七二・〇 | 五五・四四〇 | 五五・四四〇 | 七七・〇〇 | 七七・〇〇 | |
| 淨 | 糖 | 蜜 | 六七一・六〇〇 | 八〇・〇 | 五〇・〇〇〇 | 五〇・〇〇〇 | 五〇・〇〇〇 | 六二・五〇 | 六二・五〇 | |

茲按上列擔數及分析成績計算各種原料之甘蔗糖總量如下：

| | | | | |
|---|---|---|---|-----------------------------|
| 甘 | 蔗 | 糖 | 蜜 | 八一七·四六八六九五擔 |
| 甜 | 菜 | 糖 | 蜜 | 二三三·二一五七九八擔 |
| 甜 | 菜 | 渣 | 汁 | 甲一七一·四七四二一二擔 乙一四·七二四九〇二擔 |
| 甜 | 菜 | 糖 | 蜜 | 一一三·〇九七六〇〇擔 |
| 污 | 糖 | | 蜜 | 三三·五八〇〇〇擔 |
| 合 | | | 計 | 一四八三·五六一二〇七擔 |

上述一四八三·五六一二〇七擔之甘蔗糖按理論計算應得酒精七九八·一五五九擔，實得三一八〇罐，合七一五·五擔，約合理論上百分之九十。若專按甘蔗糖蜜計，每百斤甘蔗糖蜜實際可出酒精二九·六一斤。

第八節 殘液之利用法

第一項 鉀灰之收復

甘蔗糖蜜平均成分如下：

| | | |
|-----|--------|--------|
| 水 | 分 | 二五·三八% |
| 甘 蔗 | 糖 | 三三·三八% |
| 轉 化 | 糖 | 二三·〇〇% |
| 有 機 | 物(除糖外) | 一二·八五% |
| 灰 | 分 | 五·三九% |

此五·三九%之灰分,其組成如下:

| | | | |
|---|---|---|-------|
| 炭 | 酸 | 鉀 | 二·一三% |
| 硫 | 酸 | 鉀 | 〇·八七% |
| 氮 | 化 | 鉀 | 〇·八七% |
| 氮 | 化 | 鈉 | 〇·二七% |
| 炭 | 酸 | 鈣 | 一·二一% |
| 硫 | 酸 | 鈣 | 〇·一二% |

| | | | |
|---|---|---|-------|
| 炭 | 酸 | 錳 | 〇·三% |
| 磷 | 酸 | 鈣 | 〇·三一% |
| 氧 | 化 | 矽 | 〇·七五% |
| 共 | 計 | | 六·七七% |
| 除 | 去 | | 一·三八% |
| 全 | 灰 | 分 | 五·三九% |

甘蔗糖蜜灰之成分如下：

| | | | | | |
|-------------------------------|--------|------------------|--------|-----------------|-------|
| FeO | 三五·六一% | KCl | 一四·四二% | NaCl | 四·九二% |
| CaO | 一六·七五% | MgO | 二·九九% | SO ₃ | 八·七四% |
| P ₂ O ₅ | 二·八三% | SiO ₂ | 一三·九二% | | |

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 Rea-
 very oven) (此爐可向美國之 Philadelphia Coppermilling Company 定購) 中燃燒
 之。蒸發爐形長而狹，其一端設六——七小室，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 四〇%）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，至婆美表四七度時，硫酸鉀結晶而出。俟冷至溫度三〇度時，氯化鉀復結晶而出。此等結晶，分別濾出後，剩餘之母液再蒸至婆美表五〇度，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。

第二項 肥料

又有所謂威力立 (Chilind) 法，乃將殘液在真空蒸發罐蒸至婆美表四一度，然後將濃殘液混

第二章 纖維質原料製造酒精法

約百年以前，卜辣康樂 (Braconot) 氏，發現纖維放於濃硫酸中，在尋常溫度，可以漸漸溶解；又纖維質含有物，加稀硫酸煮沸，可變為醱酵性糖分。此後各國化學者，對各種纖維質含有物如木屑、泥炭之類，製造酒精之研究，不遺餘力。而其方法要不外將木材加以硫酸或鹽酸，在高壓力之下蒸煮，使其變為醱酵性糖分。茲將美國佐治市 (Georgetown) 工場，試驗結果述下：

該工場每日工作一三小時，約用木料二二〇〇〇公斤（乾燥木材一四、五〇〇公斤）為原料，平均出產酒精六、二九二升，除去由製造酵母膠所用麥芽裸麥等，應得一七二升之酒精外，即實得之酒精為六、一一〇公斤，故每一〇〇公斤之乾燥木材，僅得酒精五・三四公升。該工場終因酒精生產費過昂，（木料蒸煮時，用酸甚多，而酒精產額復低少）以至無法維持焉。

木料之糖化，將來倘能利用微生物之酵素能力，使纖維變為醱酵性之糖，或直接變為酒精，則

木材製造酒精問題，可迎刃而解矣。

關於利用細菌使纖維直接分解為酒精，及其他生產物之方法，據任威爾 (Tangwill) 及特 (Tind) 之研究，某種好熱性細菌，生成孢子後，作蝌斗狀，在六〇——六五度，於四日之間，可使纖維醱酵完全，而在二六·五度，則需四日之久。故實際應用此菌時，須在六五度行嫌氣培養（即將培養器之空氣設法除去），並加以氮（硫酸銻）鉀及磷酸等營養料，其醱酵生產物除酒精、醋酸、乳酸外，尚有輕氣及碳酸氣，皆為可以利用之物質也。一噸之醱酵性物質，可以生成一五、〇〇〇立方英尺之氣體，及一二〇公斤之液體。天然之纖維質，含有四〇——七〇%之醱酵性物質，醱酵之後，其殘渣可為肥料。該氏尚擬以麥酒工場之廢棄酒花 (Hops) 粕及麥芽粕，應用此法，從事製造云。

亞硫酸鹽殘液乃製造紙料 (Paper Pulp) 工廠之副產物，製造一噸之纖維可得此殘液十噸。液中含糖百分之一·五——二，可用以製酒精。法將殘液蒸發除去一部分之亞硫酸，然後以石灰中和之，即可供醱酵之用矣。

酒 精

一九二

殘液製成之酒精，含木精、醛、糠、醑及酮等不純物，供工業製造之用。

瑞典、挪威等國，木材製紙工業，甚為發達，故酒精由殘液製成者，為量亦多也。

第三章 酒精之合成法

佛蘭地 (Faraday) 及柏夕諾 (Berthelot) 兩氏在試驗室內，可以乙炔 (acetylene) 製成酒精，爲酒精合成法之嚆矢。乙炔以炭化鈣加水製成，炭化鈣則由炭與石灰在電爐燃燒而成，故酒精之合成，實以炭及石灰爲原料也。追歐戰發生，食糧及飼料乏缺，馬鈴薯及穀類製造酒精工廠，對原料之供給，不免發生恐慌。瑞士及德國以炭化鈣製造酒精之工廠遂相繼成立。嗣後卒因酒精生產費太昂，不能長久維持。瑞士之工場於一九一九年開工，數月後即停閉。德國之工場於一九二五年以後，即告停業。合成酒精工業，遂受莫大之打擊。

合成酒精之製造方法，可分爲兩大類，茲分述如下：

第一法 此爲德國法，將炭化鈣加水處理後，所成之乙炔，通入銅鉛鉻鹽溶液，並用種種化學藥品精製之，次將淡硫酸加以汞鹽。盛入有攪拌具之容器中，然後通入乙炔氣體。乙炔因汞鹽之接

觸作用，遂變爲醋醛。發生之醋醛氣體，通入吸收器（此器內盛水，外部包以冷凝劑），使其溶於水中。最後將醋醛及輕氣通一內盛鎳粉接觸劑之圓筒，在一四〇度之下，使起還原作用，即可生成酒精。此爲生熱反應，故酒精與過剩之輕氣及醋醛，共同化氣，須在零下一〇度冷卻之，使酒精液化，再經精製手續，即成純粹之酒精矣。其反應如下：



石灰 炭 碳化鈣 一氧化炭



碳化鈣 水 乙炔 熟石灰



乙炔 水 醋醛 酒精

此法一百升之無水酒精，須用二〇〇公斤之碳化鈣，及六〇立方公尺之輕氣。而碳化鈣及輕氣之製造，所需電力如次：

焦炭

一三〇公斤

石灰石

三六〇公斤

燃燒石灰石所需之煤

四五公斤

與二〇〇公斤炭化鈣相當

炭化鈣電氣爐所需之電力

八〇〇〇啓羅活特小時

輕氣六〇立方公尺所需之電力

四〇〇啓羅活特小時

故以炭化鈣製造酒精之生產費，乃視各地方之電力供給如何，以為斷也。

此種合成法與發酵法之利弊，列表比較如下：

| 原 | 料 | 醱 | 醇 | 法 | 合 | 成 | 法 |
|-------------|-----------------------------------|----------|-------|------------------------------|--|-------|---|
| 構成酒精分子之基本物質 | 此等基本物質逐年由空中之炭酸氣及土中之水分在原料植物之綠葉內生成。 | 澱粉質及糖質原料 | 石灰石及煤 | 使用化學的方法使炭由煤中得來，經氣由電解及化學方法得來。 | 藉煤之燃燒及人為的熱電流合成炭化鈣分子，故所需之能力，須有代價。而熱電流之製造及利用，亦需相當之設備費。 | 所需之能力 | 自土壤之開墾施肥後，由太陽之能力，經綠葉之功用，生成糖及澱粉之分子，故無需器械的設備及人為之能力。 |

| | | | |
|--|--------------------------------|--|---|
| <p>使用原料之消失</p> | <p>所需人為的能力（一對一 百升之酒精言）</p> | <p>醱酵性炭氫化合物醱酵後，其加羅力之 九六%變為酒精及粕損失之熱量僅四 %。</p> | <p>六八〇〇加羅力（用煤一〇〇乃至一 二〇公斤）</p> |
| <p>酒精製造後之殘渣</p> | <p>可為肥料及飼料</p> | <p>炭化鈣之炭質三五%及輕氣六五%移 入酒精分子中，故原料之損失極多。</p> | <p>（一）煤一三〇公斤 （二）一〇〇〇——一二〇〇啓羅活 特小時（此外尚需煤及電力以為補助 器械之運轉用） 合成法所需之能力，多為電力，電力生產 費，依地方位置而異，故不能與醱酵法比 較。</p> |
| <p>熟石灰可供泥瓦工之用，價格甚低。將熟 石灰鍛鍊後可變為石灰，供炭化鈣之應 用，但因運轉關係，多未能運到炭化鈣工 廠，故只得廉價出售也。</p> | | | |

觀上表可知合成法製造酒精，對工廠及社會經濟兩方面，均不能與生物學的方法相爭競，若以炭化鈣為原料製造人工肥料，則收益較大。茲將其數字的關係，述之如下：

一〇〇〇公斤之炭化鈣可以製成一、二五〇公斤石灰氮質。其中二〇%即二五〇公斤之氮

質可被植物所攝取，按用一公斤之氮質，可以增收一〇〇公斤之馬鈴薯（此外尚須加以鉀及磷酸肥料），故一、〇〇〇公斤炭化鈣，若用以爲石灰氮質之肥料，則可增收二五、〇〇〇公斤之馬鈴薯。又五百公斤之酒精，須用一、〇〇〇公斤之炭化鈣，而用醱酵法則只需四、五〇〇公斤之馬鈴薯。故若以此一、〇〇〇公斤之炭化鈣變成石灰氮質肥料，所增收之二五、〇〇〇公斤之馬鈴薯之五分之一即五、〇〇〇公斤製造酒精，其餘二〇、〇〇〇公斤則充用食料，其利點如次：

一、食用馬鈴薯增收二〇、〇〇〇公斤

二、酒精之收量增加一〇%

三、蒸溜粕每日所以飼養一六五頭牛

由此可知澱粉質原料，用生物學的方法製造酒精，已無經濟上之問題，如以糖蜜爲原料，則酒精生產費更見低廉，此瑞士及德國合成酒精製造工廠所以倒閉也。

第二法 煉焦爐之廢氣含烯族（Olefines）二——二·五%，以乙炔爲主成分。此廢氣可按上述硫酸吸收方法，製成酒精。廢氣中之乙炔（Ethyliene），可用硫酸吸收之，使變爲乙炔基氫硫

酸 (Ethyl hydrogen sulphuric acid) 通常應用之吸收塔 (塔之內部鋪以鉛裏，推以碎石，四圍係蒸汽套) 使乙烯被硫酸所吸收。乙烯氣體由塔之下部上昇，而硫酸則由塔之上部下降，在六〇——八〇度之間，則硫酸可以吸收一八%之乙烯，生成乙烷基氫硫酸。如吸收塔使用機械攪拌，而使乙烯及硫酸之接觸，十分密切者，則可飽充三〇%之乙烯。乙烷基氫硫酸加水沖淡，則得酒精，可以設法蒸出之。初次所得之酒精爲一五%，用蒸溜機蒸溜後，便成九五%之酒精，而所餘之淡硫酸，蒸濃後，尙可供吸收乙烯之用。其反應如下：



乙烯 硫酸 乙烷基氫硫酸



乙烷基氫硫酸 酒精 硫酸

如將炭化鈣加水處理，所生之乙炔，還原爲乙烯後，再用硫酸吸收之，亦可製成酒精。

第四編 酒精之蒸溜及精製

第一章 蒸溜法及精製法

醱酵醱酵終了時，稀醪含五——八%之酒精，濃醪含一〇——一二%之酒精，此外尚含少量雜醇油、醋酸、醛等揮發性物質，及蛋白質、甘油、琥珀酸、乳酸並其他有機酸無機鹽等不揮發性物質。且有穀類之皮殼及酵母等渣滓。此類物質可以用蒸溜法與酒精分離。蒸溜之時，酒精以外之揮發物，如醛、雜醇油、醃等與酒精同時蒸出，故初蒸溜所得之酒，尚須精溜也。

第一節 蒸溜之理論

凡液體在一定之溫度及一定之蒸汽壓，與大氣常保平衡之狀態，如蒸汽壓大者，遂破平衡之

狀態而起沸騰。此蒸汽冷卻液化，再成原來之液體。酒精在常壓之下，溫度達七八・三度時沸騰，但酒精與水相混，則沸騰點較高，常在水之沸騰點一〇〇度及酒精沸騰點七八・三度之間。此溫度依混合液之酒精含量而不同，列表如下：

| 原液中之酒精容量% | 沸 | 點 (攝氏) | 蒸出液之酒精容量% |
|-----------|---|--------|-----------|
| 九七・六 | | 七八・二五 | 九七・六 |
| 九〇 | | 七八・八 | 九二 |
| 七〇 | | 八〇 | 八九 |
| 六〇 | | 八一・二 | 八七 |
| 五〇 | | 八二・五 | 八五 |
| 四〇 | | 八三・八 | 八二 |
| 三〇 | | 八五 | 七八 |
| 二〇 | | 八七・五 | 七一 |
| 一八 | | 八八・八 | 六八 |
| 一五 | | 九〇 | 六六 |

| | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | 一〇 | 一一 | 一二 |
| 九一·三 | 九二·五 | 九三·八 | 九五 | 九六·三 | 九七·五 | 九八·八 | 一〇〇 | 一〇〇 | 一〇〇 | 一〇〇 | 一〇〇 |
| 六一 | 五五 | 五〇 | 四二 | 三六 | 二八 | 一三 | 〇 | 〇 | 〇 | 〇 | 〇 |

觀上表可知蒸出液之酒精含量，常較原液為高，故反復蒸溜，可以漸得較濃之酒精。但原液之酒精含量為九七·六%，則蒸出液之酒精含量亦為此數，故單用反復蒸溜之方法，不能得九七·六%以上之酒精。所謂無水酒精者，必須另用化學方法製得之也。

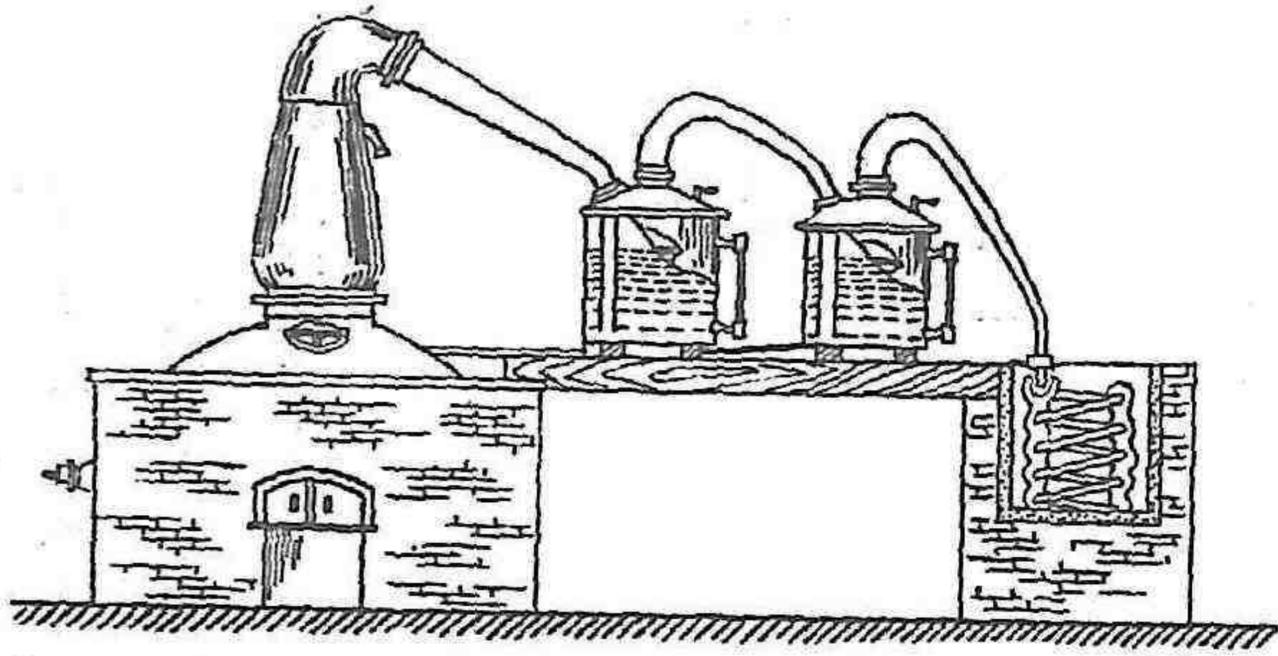
茲將含有一〇%酒精之酒醪一〇〇〇公斤，依蒸溜之次數，各蒸出液之酒精含量列次：

| 蒸溜回数 | 數 | 蒸出液量(公斤) | 酒精量(公斤) | 水 | 量(公斤) | 酒精率(重量) |
|------|---|----------|---------|-------|-------|---------|
| 一 | | 三三〇・二 | 一〇〇 | 二三〇・〇 | | 三〇・三 |
| 二 | | 一八七・〇 | 一〇〇 | 八七・七 | | 五三・二 |
| 三 | | 一四四・二 | 一〇〇 | 四四・三 | | 六九・三 |
| 四 | | 一二八・〇 | 一〇〇 | 二八・〇 | | 七八・一 |
| 五 | | 一二〇・九 | 一〇〇 | 二〇・九 | | 八二・七 |
| 六 | | 一一七・四 | 一〇〇 | 一七・四 | | 八五・二 |

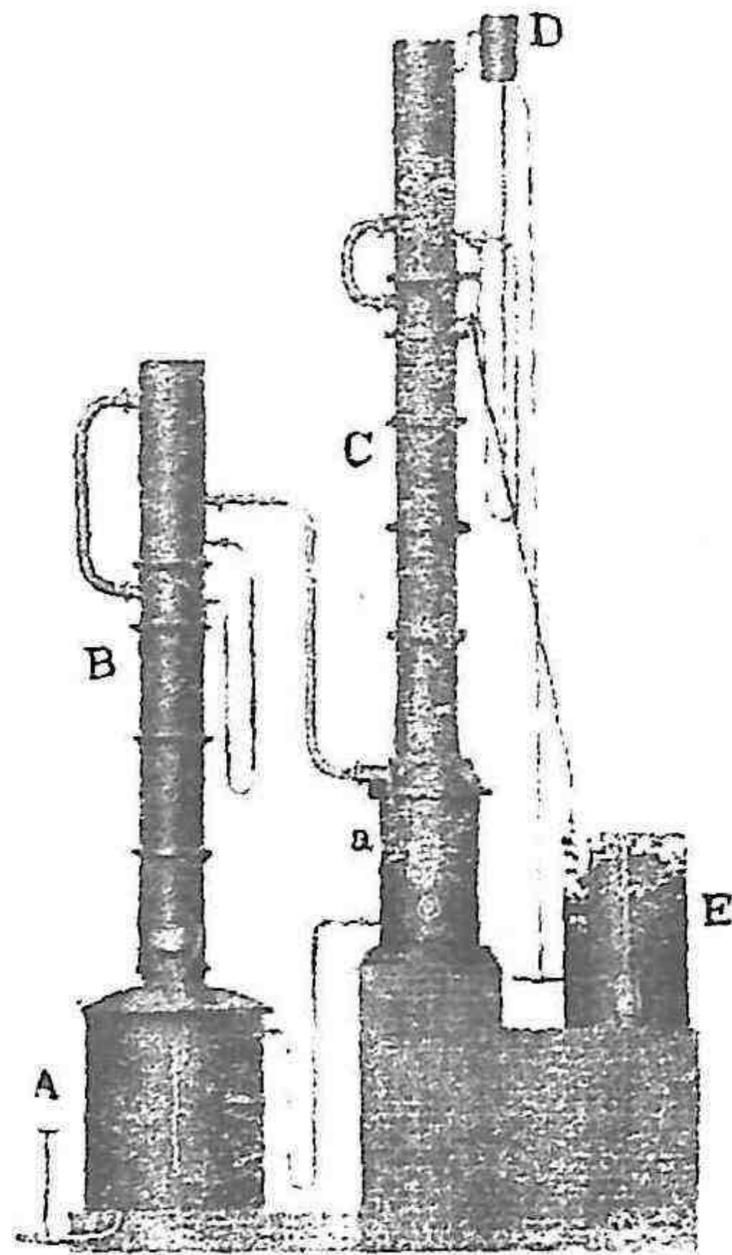
第二節 簡單蒸溜器

燒酒勃蘭地威士忌之蒸溜，因製品必須保存原有之芳香，故用簡單蒸溜器。此器備有蒸溜鍋及冷卻器，亦有更加一、二分溜釜者。加熱之法或用直接火，或用間接火，或用直接之蒸汽，如圖四九是也。

此外尚有間斷式蒸溜機，一次可以蒸出百分九五之酒精。小規模酒精廠頗為適用，如圖五〇，



九四圖



九五圖

A 爲蒸溜釜, B 爲第一精製塔, C 爲第二精製塔, D 爲冷却器, E 爲酒精貯存槽。醱酵醪盛於 A 中, 用

蒸汽加熱，醪中酒精化氣上昇，經過各精製層後，通於第一精製塔之下部a。蒸汽加熱，使酒精化氣上昇，而殘水則仍回入A中，酒精氣經過各精製層外，最後通至冷却器，冷却之。酒精流入E中。精製塔之構造，詳下節中。

第三節 連續式蒸溜機

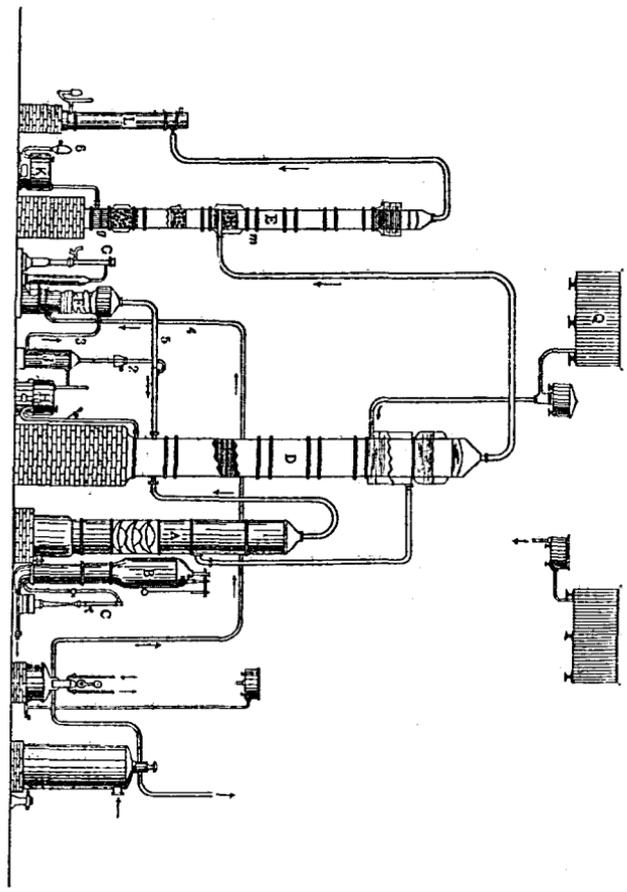
上述簡單蒸溜器，不但工作不便，蒸出酒精濃度亦不高，且含有雜醇油醛等不純物。至於燃料之消耗，尤不經濟。酒精之製造，無須保持特別之香味，若用此器，須經數次之精製，費時費事，操作殊見繁雜。現今所謂連續式蒸溜機者，一次可以蒸出酒精含量九六%之純淨酒精；較之簡單蒸溜器，方便多矣。連續式蒸溜機最適用者有德國之依爾給式及法國之季勞謨式兩種，茲略述如下：

(一) 依爾給式蒸溜機 依爾給式蒸溜機(圖五一)之特點，乃蒸溜塔內具特殊之構造，且精溜塔之中，裝置無數之磁球與分滴板，使酒精蒸溜氣通過之際，完全除去不純物。其構造略述如下：

第四編 酒精之蒸溜及精製

第一章 蒸溜法及精製法

一五 圖

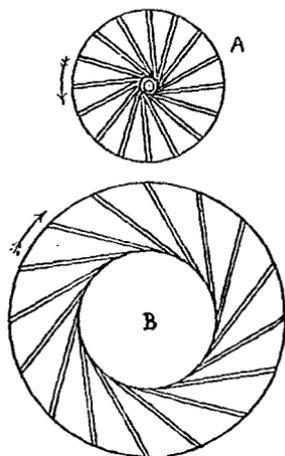
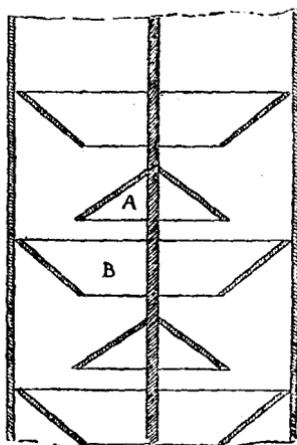


- A. 蒸溜塔
- B. 殘渣排出器
- C. 殘渣試驗管
- D. 第一精溜塔（附醪預熱器分縮器及分溜器）
- E. 第二精溜塔附餘熱器
- F. 餘溜液蒸溜器
- G. 餘溜液試驗管
- H. 餘溜液冷却器
- I. 初溜液冷却器
- J. 雜醇油分離器
- K. 酒精冷却器
- L. 初溜液冷却器
- M. 醪調節器
- N. 醪容器

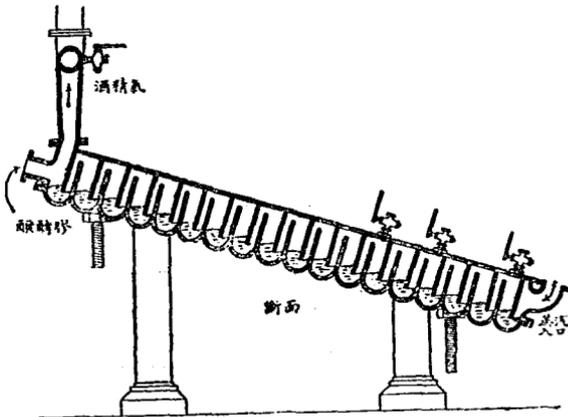
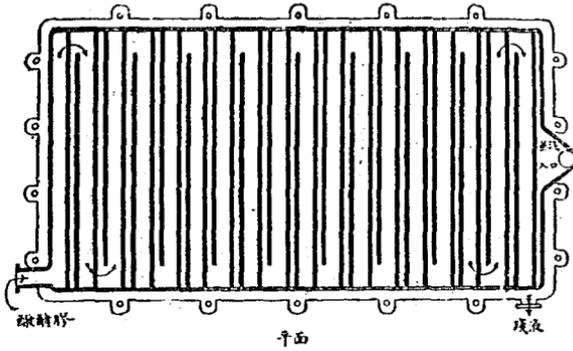
醪由Q經過O，通入醪蒸溜塔A，此塔內交互裝置大小二個之盤（圖五二），各盤具放射狀之筋骨，上昇之蒸汽，與下降之醪液，在其間隙互相接觸，且大小兩盤放射之方向相反，故醪下降時，右左迴轉，頻頻交換，與蒸汽接觸之機會益見增多。醪中酒精可被蒸汽完全奪去，其殘渣經B而由1管排出。由A發生之酒精氣，含有雜醇油、醛等；為精製計，再入第一精溜塔D；此處酒精為九六%（容量），酒精中之雜醇油與餘溜液共入餘溜液冷却器H，冷至三十度，移入雜醇油分離器，雜醇油比重較輕，由2管而上昇，即可分出雜醇油。而餘溜液則由3管通於餘溜液蒸溜塔F之上，徐徐下流，蒸汽自4管，由塔之下部上昇，使餘溜液內之酒精完全蒸出，酒精氣由5管通入精溜塔D，與

由醪蒸溜塔 A 之酒精氣相混酒精氣經最初之精溜塔 D，與雜醇油分離器後，再入第二精溜塔 E，使酒精氣中之醛一部分分離。酒精氣由 D 經過熱器 M，而入分溜器。其全重量十分之一為含醛之酒精氣，通入初溜液冷卻器 L 冷卻之，又十分之九為純粹酒精氣，由分溜器下降，經過分滴板，導入蒸發器 g。此處再經一次蒸發，使醛完全分離，然後通入冷卻器 K，而由 6 收集之。

(二) 季勞謨式蒸溜機 此機優點乃備有傾斜蒸溜塔，適於濃醪之蒸溜。傾斜塔之構造 (圖五三) 乃塔之上下兩面，設有交互之鋸形板，醪由上部之管，按矢形之方向下降 (作 Z 字



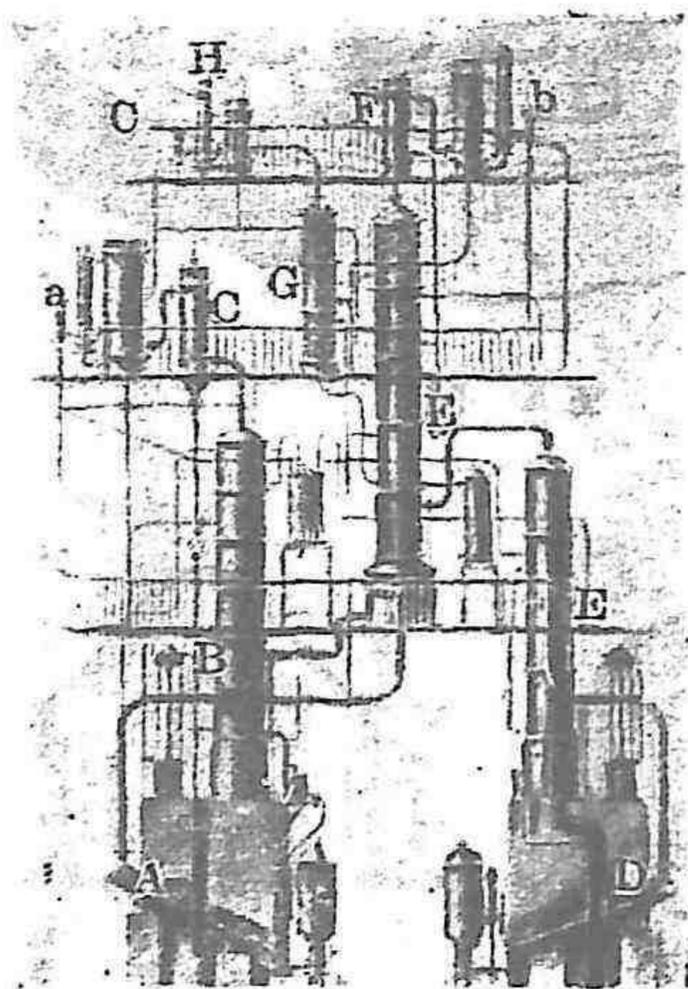
酒
精



110x

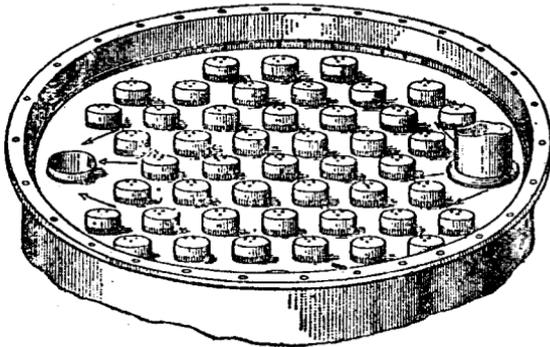
三五圖

形；而蒸汽則由下部之管，從塔底上昇（作W字形，與下降之醪相接觸，醪內之酒精化氣上昇，殘液向下流出。茲將蒸溜之經過，作極簡之說明，如圖五四，乃季勞謨式蒸溜機之全圖，第一傾斜蒸溜塔A，出來之酒精氣，入第一精溜塔B。塔內設有精溜層如圖五五，層內設多數銅帽（圖五六）及一個溢出管，其酒精氣由下層穿過上層銅帽之隙而上昇，層內酒精高過溢出管時，則由溢出管流於下部。酒精氣經過各層，濃度漸昇，然後經第一冷却管（C）冷却之。冷却器附設醛分離器（a），使醛可以分離一部分。冷却之酒精，流至第二傾斜蒸溜塔（D），其構造及操作與第一傾斜塔相同，所以除去雜醇油。酒精氣由此斜塔昇入第二精溜塔（E）。此塔之構造，與第一精溜塔相同。酒精氣經過各精溜層後，濃度增至九六%左右，再入第二冷却器

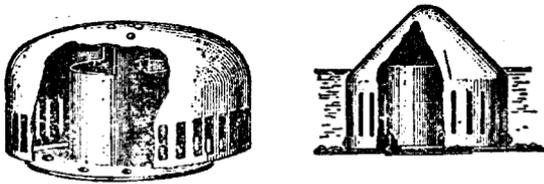


四五圖

(F) 冷却之。冷却器亦附設醛分離器 (b)，使醛再經一次之分離。冷却器之酒精，流入最後精溜塔。此塔之構造亦與第一槽精溜塔相同，酒精在此加熱，使微跡之醛由第三冷却器 (H) 之醛分離器 (c) 分離而去，所得酒精，可流入貯存槽矣。



五五 圖



六五 圖

第二章 精製法

前述新式蒸溜機附有酒精機，故酒精之純度甚高；推配合飲料應用之酒精，不可稍具異味或異臭，故可更用化學方法精製之。

第一節 使用木炭精製法

木炭具有吸收力，可以吸收酒精中之雜醇油、色素及臭氣等，且木炭灼熱後放冷，吸取多量之養氣，而養氣亦可氧化酒精中不純物。

木炭濾過器係數個相連之圓筒（圓筒高十公尺），各圓筒內滿盛木炭（須先灼熱後放冷方可使用），將酒精加水沖淡至四〇%——六〇%，通入濾過器，約歷二四小時之接觸後，再行蒸溜，即可得純粹酒精。木炭使用後，經灼熱及放冷等手續，可供第二次濾過之用。

第二節 使用過錳酸鉀精製法

過錳酸鉀具有氧化力，可以氧化酒精中之不純物。將過錳酸鉀溶于少量水中後，加于酒精，其量約合酒精量一——二萬分之一。放置數日，容器之四周及底部，附有褐色沉澱，可濾去之。如再加蒸溜手續，則更純粹矣。

第三章 無水酒精製造法

使用新式蒸溜機蒸出之酒精，其成分最高者為九七·六%；故欲製九七·六%以上之酒精，非用化學方法不可。

從前無水酒精之用途，僅限於化學實驗及醫藥等。近時酒精多用為動力燃料，故強度酒精之需要，日益增加，因強度酒精用充燃料，較見經濟也。茲將大規模無水酒精製造法，擇要列下：

第一節 石灰法

酒精加以生石灰，在備有逆流冷却器之鍋中煮沸之，則酒精中之水分被石灰所吸收，而石灰成爲泥狀。一公斤之水理論上須用三·一一公斤之生石灰。此法製成之酒精，濃度爲九九·八%。無水酒精之收量爲七〇——七五%。近時尚有應用連續石灰法，及石灰加壓法。前法係將酒精氣

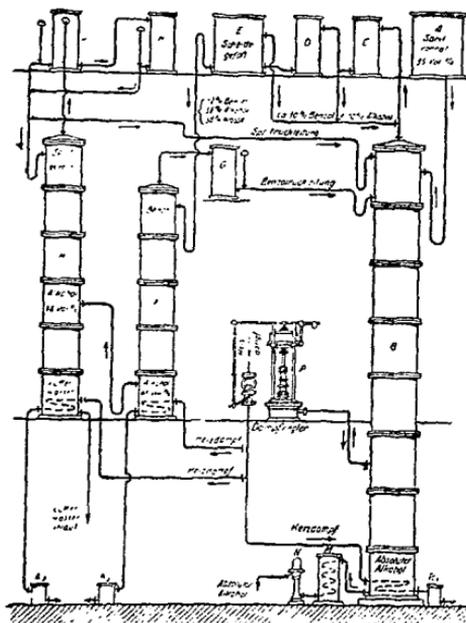
連續的通入石灰塔中；後法係將石灰及酒精混合物，在五氣壓之下，而蒸溜之。以上兩法，較之舊法，均有相當之進步。

第二節 燐法

燐法製造無水酒精，為近十年新發明之方法。九九·五七%之酒精及四·四三%之水之混合物，其沸點不為七八·三度，而為七八·一五，即在較低溫度，可以沸騰也。此現象不僅限於水，其他混合物，亦有同一之現象。例如將九五%酒精，與同容量之燐混合時，在六四·八五度可以蒸出酒精燐及水在一定比例之混合物（無水酒精之沸點七八·三度，燐八〇·四度，水一〇〇度）；又在六八·二度，可以蒸出無水酒精及燐在一定比例之混合物。故將混合物加熱至六四·八五度，則酒精中水分可以陸續蒸出，俟溫度昇至六八·二度時，只餘無水酒精及燐，將燐設法分去後，即得無水酒精矣。依此事實，製造無水酒精者，名曰燐法，其混合液名曰「亞悉烏讀洛壁即」混合液（Azeotropische Mischung），其法又名曰亞悉烏讀洛壁即法（Azeotropische Verfahren）。

據養格 (Young) 氏之研究，六四・八度時蒸出者爲一八・五%無水酒精，七四・〇% 燐七・五% 水之混合物，六八・二五度蒸出者，爲三二・四% 無水酒精，及六七・六% 燐之混合物。第一之蒸溜液分爲二層，上層爲燐，下層爲酒精水及少量之燐之混合物。下層加水，使燐浮於上層（因燐不溶于水），次用傾瀉法，將燐由酒精與水之混合物分離而出。此燐可供第二次蒸溜之用，而酒精與水之混合物，可由精溜器蒸成強度之酒精。第二之蒸溜液，可以直接按上述操作分出無水酒精，如圖五七乃養格氏製造無水酒精之器具也。

B 主塔，乃酒精起去水作用之



七五 圖

處也。此處充盛酒精（九五%）五五份，及煨四五份之混合物。K，使混合液加熱。塔之下部，聚集含有水及煨之酒精，上部聚集煨及稀薄酒精。

續繼加熱後，上頭部發生煨酒精及水之氣體，入凝結器C，液化者回入B之頭部，而不液化者，入凝結器D，凝成之液，入分離器E。分離器內之液體，分爲二層：上層之煨，可導入B之頭部，以備再混合之用；下層爲含約一二%煨五八%酒精及三〇%水之混合液，可送入F塔，使煨蒸發，而與酒精及水之混合物相分開。分離之煨氣體，入冷却器G，凝成之煨，仍可備B塔混合之用。含有微量之煨之稀薄酒精，送入精製塔H，依常法入凝縮器J，可得九五%之酒精。同時分離之稀薄酒精水溶液，由H之底部流出。凝縮器J不凝縮之酒精蒸氣，入冷却器K，凝成之酒精，一部流入精製塔H，一部流入主塔B。

主塔B之頭部，設有貯存庫A，時送酒精於主塔B，以補業已去水之酒精量。

依以上操作，無水酒精連續的由B之下層，送入冷却器M，由受器N而流出。製造一百升之無水酒精，約需二〇〇——二四〇公升之蒸汽。

此外尚有加壓蒸溜及減壓蒸溜兩法，正在試驗之中。

第三節 使用鹽類爲去水劑法

第一項 使用碳酸鉀法

從前勒卽殼 (Lescour 1896) 氏，應用碳酸鉀爲去水劑，可將九三%酒精，製成九八·五%之酒精。近時洛利一特 (Loriette 1924) 對此法研究告成，(將碳酸鉀豫熱至一三五——一四〇度而應用爲去水劑) 可供大規模之應用矣。

第二項 使用石膏法

此法應用兩個平行鼓，鼓之內部，設攪拌具，可使石膏粉翻動，並向前而進。第一鼓使酒精去水，第二鼓使石膏再去水，以備第二次之用。低級酒精氣體含有水分者，通入第一鼓，與無水石膏相接觸，遂變爲無水酒精氣體，此氣體經過自動的塵埃濾過器後，即可使其凝結而成九八·八%之酒精矣。

石膏之去水溫度，以一七五度爲宜，損失至微。法將石膏通過第二鼓內之一列熱管，其所發生之水氣，由風扇吹來之熱風驅除之。此去水後之石膏，由直立管落至螺旋途送機，再送至第一鼓。一切工作，例如溫度管理，酒精之供給及排出，石膏之供給等，概居自動，故可由一人管理也。茲將此法應用材料之數量，及酒精與石膏之損失列下：

| | | | | | | | |
|------------------|------|--------|--------|--------|---|--|---|
| | | | | | 酒 | | 精 |
| 硬 | 煤(噸) | 九四% | 九〇% | 八〇% | | | |
| 粗 | 油(噸) | 〇・二六 | 〇・四五 | 一・〇 | | | |
| | | 〇・一四 | 〇・二三 | 〇・五二 | | | |
| 燃料用電力(啓羅活特小時) | | 一、一六〇 | 二、〇三〇 | 四、六〇〇 | | | |
| 動力用電力(啓羅活特小時) | | 二四〇 | 三六〇 | 五四〇 | | | |
| 去水器用電動機(馬力) | | 一五 | 二〇 | 三〇 | | | |
| 溫度三〇度之冷却用水(加倫) | | 一九、一三六 | 一九、一三六 | 一九、一三六 | | | |
| 溫度一八〇度之熱空氣(立方英尺) | | 八八三 | 一、五一八 | 三、四六〇 | | | |

| | | | |
|--------------|-------|-------|-------|
| 石膏之每小時使用量(磅) | 一、〇五六 | 一、八四八 | 四、一八〇 |
| 石膏之損失量(磅) | 五五 | 九九 | 二〇九 |
| 酒精之損失量(%) | 〇·五 | 一·〇 | 二·〇 |

上法爲 I. G. Farbenindustrie A-G 所發明，載在萬國糖業雜誌 (International Sugar Journal) 一九三三年九月號。用九四%酒精爲原料每二十四小時出無水酒精 (九八·八%) 一二〇〇〇升者，一切設備費 (包含管、軸、唧筒、電動機等) 爲美金二五、〇〇〇元 (歐洲碼頭船上交貨) 並得應用其專利權，但酒精原料在九四%以下者，則需用較大之石膏鼓，設備費較昂美金二〇〇〇——三〇〇〇元。

第四節 甘油法

酒精氣通入甘油，可以去水 (Van Ruymbroeke 法國專利 1921-1922)。如用氯化鈣、氯化鉛、碳酸鉀及甘油之混合物，效力更大 (法國人 Marlier 及 Granger 專利 1921) 一百升之

酒精

無水酒精，須用七〇公斤之甘油，及一八公斤之炭酸鉀。

第五編 酒精之變性及試驗

第一章 酒精之變性

各國政府之酒精課稅法，對工業用者免稅或減稅，飲料用者重稅，故酒精多加各種變性劑 (Denaturant)，使其適於工業之用，而不適於飲料之用。變性劑以合於下述條件者為宜：

- 一、變性劑須使酒精具一種氣味，即使加水沖淡，或加香料亦不適飲用；
 - 二、變性劑須不易濾過、蒸溜及用其他方法，使其分離；
 - 三、變性劑須易於檢出；
 - 四、變性劑須易與酒精混合，且不變其性質，以便供工業上各種之用途。
- 茲將各國重要變性劑列次：

酒 精

美國

(甲)

| | | | |
|-------------------|--------|---|-------------|
| 木精 (Wood alcohol) | 二加倫 | } | 每 1000 加倫酒精 |
| 氮烴 (Pyridine) | 0.5 加倫 | | |

(乙)

| | | | |
|-------------|-----|---|-------------|
| 醇精 | 五加倫 | } | 每 1000 加倫酒精 |
| 烴 (Benzene) | 二加倫 | | |
| 氮烴 | 一加倫 | | |

(丙)

| | | | |
|---------------|---------|---|-------------|
| 木精 | 二 | } | 每 1000 加倫酒精 |
| 氮烴 | 0.25 加倫 | | |
| 石油烴 (Benzine) | 一加倫 | | |

古巴

每一 000 加倫九五%酒精, 如下列各變性劑:

鱈肝油 (Fornalderyde) 〇·五加倫

鯊魚肝油 三加倫

酒精或汽油 一〇〇加倫

甲燒紫 (Methyl violet) 〇·五公分

德國

本精四份與氮燐一份相混合，此混合物每公升加五〇公分之刺文逕爾油 (Lavender oil) 及迷迭香油 (rosemary oil)。

每一〇〇加倫酒精加上述混合物一·五公升及〇·二五公分甲烷基紫溶液及二三〇公升燐。

英國

(甲)

乙醇 (酒精) 九〇%

木精 九·五%

粗氮燐 〇·五%

第五編 酒精之變性及試驗 第一章 酒精之變性

每一〇〇加倫酒精又加三——八% (以容量計) 石油精 (mineral naphtha), 或石油, 及不少於〇・〇二五溫司之甲烷基紫。

(2)

| | | |
|---------------------|--------|----------|
| 木精 | 二・五% | 每 一〇〇 加倫 |
| 粗氮燐 | 〇・五% | |
| 燐 | 五% | |
| 甲燒橙 (Methyl orange) | 〇・〇五溫司 | |

法國

九〇%木精加以二五%木酮 (acetone) 及二・五%木乾溜不純物 (pyraligneous impurities) 油之混合物, 作為變性劑。每一〇〇加倫酒精, 加此混合物一〇公升。

近世發動用酒精之變性劑列下:

粗木精、氮燐、生色精油 (aniline oil)、石油燐、骨油、木酮、礦油 (汽油及燈用石油)、醇精、松脂油、煙草油 (simonsens oil) 及含硫橡皮片蒸溜液等。生色精染料如甲烷藍、甲烷紫等, 亦有數

中國

(甲) 燃燒火酒之配合成分

乙醇(酒精)

九〇——九五%

木精

四·五——五〇%

石油

〇·五——〇·三七五%

氮燭

〇·五%

一燒紫

加至現色

(乙) 工業用火酒之配合成分

(一) 乙醇(酒精)

九五——九七·五%

木精

五——二%

石油

〇——〇·五%

(二) 乙醇(酒精)

九九%以上

第五編 酒精之變性及試驗

第一章 酒精之變性

酒精

氮燻

一%以上

(三)乙醇(酒精)

九八%以上

燻

二%以下

一烷紫

加至現色

第二章 酒精之試驗

第一節 普通酒精之試驗法

(一) 據英國藥方書所載，普通酒精經下列之試驗，均能合格者，可稱為精製酒精 Rectified spirit。比重 0.837 ，燃燒時生藍色無煙之火焰，蒸溜後不留渣滓（即不含揮發物質）；加水後仍為透明（即不含油狀或松香之物質）；置少許于潔白濾紙上蒸發之，不留惡臭（即不含雜醇油及其同類之不純物）。

一百公撮試品，加二公撮之硝酸銀 $N/10$ 溶液，暴露於強光二十四小時，然後用傾瀉法除去所生黑粉，再加硝酸銀 $N/10$ 溶液，如不生變化，即不含多於微跡之戊醇 (amyl alcohol) 及其他有機不純物。

將試品混以其容量之半之氫氧化鈉水溶液（一分氫氧化鈉溶于五分水中），不至立即變為黑色者，即不含過於微迹之醛。

如加以氫液不至立即變為黑色者，即不含鞣質(tannin)，多量醛及其他有機不純物。

(二) 法國藥方書所載酒精試驗法如下：

酒精須為無色，加二倍容量之水，不顯酸的反應。蒸發後，不留渣滓。

酒精盛于磁製蒸發皿中，放於水鍋上熱之，當蒸發之中，或蒸發之後，不生他種氣味者。

酒精加以兩倍之水（以容量計），尚為明淨，而不生混濁者。又其氣味純為乙醇無其他混雜體者。

一百公撮之試品，用蒸溜法蒸出六〇——七〇公撮之蒸溜物，及其餘剩物，以下列方法試驗之：

(甲) 蒸溜物（前部之不純物）

(a) 一〇公撮蒸溜物置於試管中，混以五公撮之硝酸銀之氫液（含一〇%硝酸銀），在

水鍋上熱之；此混合物須仍爲明淨，如酒精不純（含醛），則生棕色或金屬銀之沉澱。

(b) 一〇〇公撮容量之有塞瓶，盛以五公撮蒸溜物及二公撮過錳酸鉀溶液（每公升含〇·二公分 KMnO_4 ），維持一五——一八度；如酒精純淨，則溶液之玫瑰紫色，可以維持二十分鐘後，方變爲帶黃淡紅色（即不含木酮醛及木精）。

(乙) 蒸溜之剩餘物（即後部之不純物）

(c) 平底瓶中盛一〇公撮剩餘物，在冷水鍋中冷之，漸漸加以一〇公撮純淨硫酸，並常爲搖動，不使溫度上昇，如酒精純淨，則混合物仍爲無色，否則由黃色或淡紅色而紅色而紫色甚至變爲暗棕色（即含有高級醇等）。

(d) 試管中盛以二公撮醋酸色精 (aniline acetate) 之酸性無色溶液（由同容量生色精及冰醋酸之混合物重蒸溜製成），然後緩緩傾一〇公撮剩餘物於其表面。其混合物應爲無色，如表面相接觸之處發生紅色，漸移至全部，即含糖醛 (furfural or furfuraldehyde) 之證。

此外尚須試驗酒精含有含氮化合物與否。法將原來之酒精試品五〇公撮，加一或二滴淡硫

酸，使呈酸性反應，再加一〇公撮蒸溜水，放水鍋上蒸發，至一〇——一二公撮時行下列之試驗：

(e) 管中盛五公撮試液，加數滴之氫氧化鉀一〇%溶液，使呈鹼性反應，再加一——二滴之勒思履溶液 (Nessler's solution)，如含有氫，即生黃色或紅棕色沉澱。

(f) 五公撮試液，加以五公撮淡硫酸後，漸傾於五公撮之碘化鉍鉀溶液 (一〇公撮 KI 溶于八〇公撮水中，此溶液分為兩部分，其一部分加以一二公分昇華的 BiI_3 ，俟溶化後，將其餘 KI 溶液加入，而濾過之，並放置於暗處) 中，並搖動之；如酒精仍為透明者，即為純淨之證，如含有氮燐，則生橙紅色沉澱；如酒精不含無戊醇者，則此沉澱為結晶體。

尋常酒精 (九五%) 多盛於金屬罐，故常含少量之尋常金屬，可用下法試之：

一〇〇公撮酒精加一〇公撮淡醋酸及同容量之水，在水鍋上蒸發至二〇公撮，此餘剩物通以硫化氫或氫氣，如生沉澱或呈生色反應者，即含有金屬之證。

第二節 微量酒精之檢查法

凡溶液中含有 $\text{O} \cdot \text{O} \cdot \text{O} \cdot \text{O} \cdot \text{O}$ 二%或 $\text{O} \cdot \text{O} \cdot \text{O} \cdot \text{O} \cdot \text{O}$ 一%之酒精者，可用可洛克 (Kjöhler) 法檢出之。法將五公撮之液，盛於長十八公厘直徑二·四公厘之試管。試管加塞，塞中插一長八〇公厘，直徑三公毫之玻璃管。此管之下端，以穿至塞底爲度。安裝既畢，將試驗管直立于鐵絲網上，而用微焰熱之；如放小銅絲捲穿試驗管內，可以和緩沸騰之現象；如加三滴淨硝酸於液中，則可防止泡沫之發生。液中如含有酒精者，則長管中發現特別小油點。此油點在管中之位置愈高者，則液中含酒精愈少。

醱酵液中各種物質除酒精外，均不生此現象，故爲微量酒精之優良試驗法也。

第三節 純酒精之試驗法

美國藥用純酒精 (absolute alcohol) 之含水量以 1% (以重量計) 爲最大限度。試驗此種酒精，可以無水硫酸銅，加以約五十倍其重量之純酒精，在密閉罐中，時時搖動，約歷二——三小時之久，不生顯著藍色者，即爲不含過量水分之證。

如將純酒精加以一——二粒之過錳酸鉀結晶而搖動之，試驗尤爲準確；因此鹽不溶于乙醇，如液中含有○·四——○·五%之水分者，則溶於其中而呈紅色也。

炭化鈣亦可用以檢出純酒精中之水分，因炭化鈣與水相作用生成乙炔氣及氫氧化鈣，後者可使純酒精混濁也。

第六編 酒精工廠之設計及其管理

第一章 酒精工廠之設計

第一節 用澱粉質原料之酒精工廠

茲述每日製造酒精（九六%）一一〇〇升之設備，廠屋設計及材料消耗量如下：

第一項 設備

| 圖 | 機名 | 稱 | 個 | 數 | 寸 | 法 | 或 | 容 | 量 | 備 | 註 |
|----|----|---|----|---|---|----|----|---|---|--------------|---|
| 卡 | 氏 | 罐 | 五個 | 容 | 量 | 二十 | | | | 銅製內部鍍錫 | |
| 第一 | 酒 | 母 | 二個 | 容 | 量 | 一 | 九〇 | 升 | | 一分五厘（英寸）厚鐵板製 | |

酒 精

| | | | |
|---------|----|-------------------------------------|-----------------------------|
| 第二酒母槽 | 二個 | 容量一九〇〇升 | 二分(英寸)厚鐵板製 |
| 醱 酵 槽 | 十個 | 容量九〇〇〇升 | 二分(英寸)厚鐵板製 |
| 蒸 煮 機 | 一臺 | 容量五〇〇〇升 | |
| 精 化 機 | 一臺 | 容量六〇〇〇升 | |
| 精化用電動機 | 一臺 | 二馬力 | |
| 蒸 溜 機 | 一臺 | 每晝夜(廿四小時連續工作)可以蒸溜成熱醇(酒精含量六〇%)一八二〇〇升 | 季勞謨式銅製連續酒精蒸溜機蒸出之酒精完全分離膠及雜醇油 |
| 醱 用 唧 筒 | 一臺 | 五英寸×三英寸×五英寸 | |
| 蒸溜室用槽 | 二個 | 長六英尺闊三英尺高三英尺 | 一供成熟醱用一供水用 |
| 鍋 爐 | 一座 | 長二匹英尺直徑六英尺六英寸 | 耶卡洽 (Amesbury) 式橫置鍋爐 |
| 鍋爐用煙突 | | | |
| 鍋爐用水唧筒 | 一臺 | | 魏廷敦 (Washington) 式 |
| 製 品 槽 | 三個 | 直徑五英尺高五英尺 | 二分(英寸)厚鐵板製 |
| 鐵管活瓣等等 | | | |

第二項 廠屋設計

| 房屋名稱 | 尺寸 | 法備 | 註 |
|---------|---|--------------------|---|
| 蒸 糖 化 室 | 長二十一尺闊二十一尺二層第一層高一尺第二層高九尺三寸 | 蒸糖化室與醱酵室爲鄰 | |
| 醱 酵 室 | 長三七尺五寸闊一九尺高十一尺 | 醱酵室與蒸溜室及蒸糖化室爲鄰 | |
| 製 麩 室 | 長二十一尺闊一六尺五寸高九尺二寸 | 製麩室與蒸糖化室爲鄰 | |
| 麥 芽 室 | 同製麩室 | 同製麩室 | |
| 蒸 溜 室 | 長一六尺五寸闊二十一尺分爲三層第一層高一六尺五寸第二層高十五尺第三層高九尺三寸 | 蒸溜室與醱酵室爲鄰 | |
| 成 品 室 | 長十一尺闊二十一尺高十一尺 | 成品室與蒸溜室爲鄰 | |
| 化 驗 室 | 長二十一尺闊二十一尺高十一尺 | 化驗室與醱酵室爲鄰 | |
| 鍋 爐 室 | 長三十二尺闊十四尺高十一尺 | 鍋爐室與糖化蒸溜室爲鄰而隔以露天甬道 | |
| 水 井 | 每日出水四萬升 | | |

其他如製品原料倉庫辦公室及工人宿舍等，臨時酌定可也。

第三項 材料消耗量等

第六編 酒精工廠之設計及其管理 第一章 酒精工廠之設計

茲述每日材料消耗量如下：

| 名 | 稱 重 | 量 備 | 註 |
|-----------|------------|-----|-------------|
| 乾 薯 | 五〇——六〇擔 | | 依原料水分及澱粉量而定 |
| 酒 母 用 乾 薯 | 二·五——三擔 | | |
| 酒 母 用 碎 米 | 二·五——三擔 | | |
| 大 麥 | 三——四擔 | | |
| 麸 | 三——四擔 | | |
| 煤 | 五〇〇——六〇〇〇斤 | | 依煤之品質而定 |
| 他如電費滑油棉紗等 | | | |

械。

關於酒精之包裝，可用洋鐵罐，或大鐵桶。洋鐵桶之製造，小規模者可用手工，大規模者則用機

第二節 用糖蜜原料之酒精工廠

茲述每日製造酒精（九六%）三、八五〇升之設備，廠屋，設計及原料使用量等如下：

第一項 設備

| 機 械 名 稱 | 個 數 | 寸 法 | 容 量 | 備 註 |
|-----------|-----|-----|-------------|-----|
| 卡 氏 罐 | 五個 | | 容量二十升 | |
| 酵母純粹培養器 | 二個 | | 容量各五五〇升 | |
| 開放酒母槽 | 三個 | | 容量各五五〇〇升 | |
| 醱 酵 槽 | 三十個 | | 容量各九〇〇〇升 | |
| 糖 蜜 殺 菌 機 | 二個 | | 容量各九〇〇〇升 | |
| 殺菌機蒸汽機 | 一臺 | | 一〇匹馬力 | |
| 糖蜜冷却機 | 一臺 | | | |
| 濃 糖 蜜 唧 筒 | 一臺 | | 六英寸×四五寸×六英寸 | |
| 淡 糖 蜜 唧 筒 | 一臺 | | 六英寸×四英寸×六英寸 | |
| 濃 糖 蜜 槽 | 一個 | | 容量九〇〇〇升 | |
| 淡 糖 蜜 槽 | 一個 | | 容量九〇〇〇升 | |

| | | | |
|---------|----|-------------------------------------|-----------------------------|
| 成熱膠唧筒 | 一個 | 六英寸×四英寸×六英寸 | |
| 蒸溜機 | 一臺 | 每晝夜(二十四小時連續工作)可以蒸溜成熟膠(酒精含量七%)五〇〇〇公升 | 季勞謨式鋼製連續酒精蒸溜機蒸出之酒精完全分斷膠及雜醇油 |
| 水 槽 | 二個 | 容量九〇〇〇升 | |
| 水 唧 筒 | 二個 | 七·五英寸×五英寸×六英寸 | 魏廷敦式 |
| 鍋 爐 | 一座 | 長二九英尺直徑六英尺 | 耶卡洽氏橫置鍋爐 |
| 鍋爐用煙突 | | 頂徑二英尺六英寸長八十二英尺 | |
| 鍋爐用給水唧筒 | | 六英寸×四英寸×六英寸 | 魏廷敦式 |
| 鍋爐用給水槽 | | 五英尺×四英尺×八英尺 | |
| 鐵管活瓣等等 | | | |

大規模酒精工廠,如能購置冰凍機及冷却器,以爲膠液冷却之用,則製造成績當更佳。

第二項 廠屋設計

| | | |
|-----------|---------------------------|---------------|
| 房 屋 名 稱 寸 | 法 備 | 註 |
| 精蜜殺菌及冷却室 | 長四〇尺闊三〇尺二層第一層高十六尺五寸第二層高二尺 | 精蜜殺菌冷却室與醱酵室爲鄰 |

| | | | |
|-------|------------|------------------------|---------------------|
| 醱 | 室 | 長一四七尺闊二八尺高一尺 | 醱室與糖蜜殺菌冷却室及蒸溜室為鄰 |
| 蒸 | 溜室 | 長三十七尺闊二八尺分為三層其高度共約五十五尺 | 蒸溜室與醱室為鄰 |
| 成 | 品室 | 長三十七尺闊二八尺高一七尺 | 成品室與蒸溜室為鄰 |
| 化 | 驗室 | 長三十三尺闊三十三尺高一尺 | 化驗室與醱室為鄰 |
| 鍋 | 爐室 | 長四六尺闊三十四尺高一尺 | 鍋爐室與糖蜜殺菌冷却室為鄰而隔以露天道 |
| 糖蜜貯存槽 | 容量六〇〇〇擔濃糖蜜 | | 鐵製 |

(附註)工廠之位置以近河者為宜,因規模較大之酒精工廠需水甚多也。

第三項 材料消耗量等

茲將每日材料消耗量列下:

| 名 | 稱重 | 量備 | 註 |
|----|-----------|-------------------|---|
| 濃糖 | 蜜一八〇—二一〇擔 | 濃度八十度勃立克司含糖五〇—六〇% | |
| 硫 | 酸 一—一〇斤 | 有時不必添加硫 | |
| 硫 | 酸 一—一〇斤 | 有時不必添加硫 | |
| 硫 | 酸 一—一〇斤 | 有時不必添加硫 | |

酒精

二四〇

| | | |
|-----------|-----------|---------|
| 煤 | 八〇〇——九〇〇斤 | 依煤之品質而定 |
| 他如電費滑油棉紗等 | | |

第二章 酒精工廠管理法

第一節 用澱粉質原料之酒精工廠

(甲) 原料日報

原料如乾薯、高粱、玉蜀黍、大麥及麥芽、麩及麩麩、米及米麩等，應分析其澱粉糊精及葡萄糖分之含量，以便計算理論上酒精產額。

| 原料種類 | 重 量 (公斤) | | 本 日 分 析 成 績 | 本 日 預 算 之 酒 精 產 量 |
|------|----------|-----|-------------|-------------------|
| | 本 日 | 分 析 | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| | |
|----------|----|
| 乳酸醱酵終了時間 | |
| 酵母醱添加時間 | |
| 酵母醱添加後容量 | 溫度 |
| 酵母醱使用時間 | |
| 酵母醱使用時容量 | 溫度 |

醱酵記錄

第 號

| | |
|------------|--------------|
| 原料種類及重量 | |
| 原料蒸煮開始時間 | |
| 原料蒸煮終了時間 | |
| 蒸氣壓力 | |
| 糖化開始時間 | |
| 糖化終了時間 | |
| 酵母醱容量及添加時間 | |
| | 酒母添加後醱酵醱 |
| | 醱酵開始時醱酵醱 |
| | 醱酵旺盛時醱酵醱 |
| | 醱酵衰敗時醱酵醱 |
| | 醱酵終了時醱酵醱 |
| | 醱酵終了時醱酵醱酒精含量 |

(丁) 製麴記錄

製麴分爲噴水(或浸水)汽蒸、加種麴、翻動、入盤、調換、去盤蓋、出麴等操作,其記錄表如下:

製麴室記錄 第 號

年 月 日

| | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|------|-----|----|
| 米或麸數量 | 噴水或浸水 | | 加種麴 | | 一次翻動 | | 三次翻動 | | 入盤 | 麴菌繁殖 | | |
| | 月 | 日 | 時 | 分 | 月 | 日 | 時 | 分 | | | 月 | 日 | 時 | 分 |
| 種麴數量 | 汽蒸自 | | 室溫 | | 二次翻動 | | 四次翻動 | | (前) | | (後) | |
| | 時 | 分 | 起 | 至 | 月 | 日 | 時 | 分 | 月 | 日 | 時 | 分 |
| 室溫 | | 分止 | | (前) | | (後) | | (前) | | (後) | | 室溫 |
| 分止 | | (後) | | (後) | | (後) | | (後) | | (後) | | 室溫 |
| 分止 | | (後) | | (後) | | (後) | | (後) | | (後) | | 室溫 |

| | | | | | | | | |
|---|--------|-----------|-----------|---|---|---|---|-------|
| 容 | 量(百公升) | 每百斤之原料公升數 | 每百公升酒精之升數 | 品 | 質 | 容 | 本 | 量(百升) |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

(壬) 成品日報

每日用各種原料,按前述計算法,計算其理論上產額,並就醱酵膠之容量及其酒精含量,計算醱酵的產額與蒸溜的酒精產額,作詳細之比較。

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------|---|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 成 | 熟 | 膠(百升) | 蒸 | 出 | 酒 | 精 | 產 | 額(百升) | 實 | 際 | 產 | 額 | 對 | 理 | 論 | 產 | 額 | 之 | 百 | 分 | 率 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(癸) 包裝日報

每日檢視蒸出酒精之容量及成分，並原有容量，按一〇〇%酒精改算之，以便成品日報之登載。

| 酒 | 精% | 溫 | 度 | 酒 | 精 | 改 | 正% | 本 | |
|---|----|---|---|---|---|---|----|------|------|
| | | | | | | | | 升 | 月 |
| | | | | | | | | 一〇〇% | (百升) |
| | | | | | | | | 一〇〇% | (百升) |
| | | | | | | | | 一〇〇% | (百升) |
| | | | | | | | | 一〇〇% | (百升) |
| | | | | | | | | 一〇〇% | (百升) |
| | | | | | | | | 一〇〇% | (百升) |

第二節 用糖蜜原料之酒精工廠

(甲) 原料日報

原料糖蜜之重量及分析成績，須詳為記載，以便預算應得之酒精。

| 糖蜜種類 | 重量(公斤) | | 本日 | 分析 | 成 | 本日預算之酒精產量 |
|------|--------|----|----|----|------|-----------|
| | 本日 | 本月 | | | | |
| | | | 濃度 | 酸度 | 蔗糖% | 還原糖% |
| | | | | | 全糖分% | 理論的 |
| | | | | | | 實驗的 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

(乙) 酒母醱及醱酵醪記錄

酒母醱及醱酵醪之濃度溫度及酸度，每隔四小時檢視一次而用曲線表示之。茲將醱酵時濃度及溫度變化表列下：

至於醱酵醱酵時酸度變化表，亦可按同一方法繪圖說明之。
 有時醱酵時淡糖蜜分數次加入醱酵槽，至盛滿為度，其記錄如下：

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 氣溫 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | 〇 | 一 | 二 | 三 | 四 |
| | [A large empty grid for recording data, consisting of approximately 14 columns and 20 rows.] | | | | | | | | | | | | | |
| 氣溫 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | 〇 | 一 | 二 | 三 | 四 |

(丁) 蒸溜日報 (與前蒸溜日報同)

(戊) 鍋爐日報 (與前鍋爐日報同)

(己) 酒精檢視記錄 (與前檢查記錄同)

(庚) 雜醇油日報 (與前雜醇油日報同)

(辛) 成品日報 關於或品日報之計算法, 詳附註中。

| 成熱膠(百公升) | 蒸出酒精(百公升) | 酒 精 產 額(公升) | | | | | |
|----------|-----------|-------------|-----|-----|-----|--|--|
| | | 理論的 | 實際的 | 實際的 | 實際的 | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

(壬) 包裝日報 (與前包裝日報同)

(附註) 下述酒精產額計算法, 第一法便於使用一種糖蜜為原料者, 第二法便於使用多種

糖蜜爲原料者。

(甲) 由每一〇〇公斤之糖蜜所得酒精量(單位公升)計算法

A. 本日預算應得之酒精(單位百公升)

- (1) Theoretical (理論的) = L. (公升) per 100 Kg. (公斤) Mol. (糖蜜) Theoretical $\times \frac{\text{Mol. (Kg)}}{100 \times 180}$
- (2) Experimental (實驗的) = L. per 100 Kg. Mol. Expl. $\times \frac{\text{Mol. (Kg)}}{100}$

B. 酒精之產額

(a) Litre per 100 Kg Molasses

- (1) Theoretical = % of Total Sug. (全糖分) (as glue) (以葡萄糖計) in Mol. $\times 0.644$
- (2) Experimental = $\frac{\text{Exp. Yield of Alc. (L)}}{\text{Mol. in Expl. (Kg)}} \times 100$
- (3) Fermented (醱酵的)
- $$= \frac{\text{Riped Wash (成熟醪) (HI) } \times \text{Vol \% of Alc. (酒精容量百分率)}}{\text{Mol. (Kg)}} \times 100$$

$$(4) \text{Distilled (蒸溜的)} = \frac{\text{Distd Alc (蒸出酒精)} (\text{HI}) \times \text{Vol \% of Alc.} \times 100}{\text{Mol. (Kg)}}$$

(9) 收得量對理論的產額之百分率

$$(1) \text{Expl.} = \frac{\text{Expl. yield}}{\text{Theorl. yield}} \times 100$$

$$(2) \text{Fermd} = \frac{\text{Fermd. yield}}{\text{Theorl. yield}} \times 100$$

$$(3) \text{Distd} = \frac{\text{Distd. yield}}{\text{Fermd. yield}} \times 100$$

$$(4) \text{Factory} = \frac{\text{Distd. yield}}{\text{Theorl. yield}} \times 100$$

(2) 由酒精總量計算法

A. 每日預算應得之酒精 (單位百公升)

$$(1) \text{Theorl. (HI.)} = \frac{\text{Mol. (Kg)} \times \% \text{ of Tot. Sug.} \times 0.644}{100 \times 100}$$

$$(2) \text{Expl. (HI.)} = \frac{\text{Mol. (Kg)} \times \text{Expl. yield of Alc(L)} \text{ per Kg Mol}}{100}$$

B. 酒精之產額

(a) Litre per 100 Kg. Molasses

$$(1) \text{ Theoretical} = \frac{\text{Alc. est. of This Day. Theorl. (HI.)} \times 100000}{\text{Molasses (Kg)}} \times 10000$$

$$(2) \text{ Experimental} = \frac{\text{Alc. est. of This Day. Expl. (HI.)} \times 100000}{\text{Molasses (Kg)}}$$

$$(3) \text{ Fermented} = \frac{\text{Riped wash (HI.)} \times \text{Vol \% of Alc} \times 100}{\text{Molasses (Kg)}}$$

$$(4) \text{ Distilled} = \frac{\text{Distld Alc. (HI.)} \times \text{Vol \% of Alc} \times 100}{\text{Mol. (Kg)}}$$

(b) 收得量對理論的產額之百分率

與 (甲) 之 (b) 同

第七編 酒精之用途

第一章 用作發動機燃料

第一節 發動機燃料供給問題

近十餘年來，歐美各國自動車運輸車飛行機及定置揮發油發動機之應用，日益發達，故發動機燃料之供給，成爲世界最重要之問題。

發動機燃料以煤油及其蒸溜物爲主要，煤油之供給，祇限於現有之地藏，據美國煤油工業局計算，該國現存已知煤油礦，業已用去百分四十，而煤油之需要，則日益增多，倘不力謀補救，不久卽有竭盡之虞，補救之道，有如下述：

(一) 採覓新煤油礦 世界各國煤油場之位置探查殆遍，將來尚須繼續開闢，俾得發現新煤油礦，以資應用。

(二) 泥油 (Shale oil) 製造之考研 現存之含油泥片甚多，惟製油時，無論用何方法，生產費均極高昂，故須繼續研究簡單方法，俾此種泥油，可以利用焉。

(三) 製造汽油之改良方法 粗煤油製造汽油之方法日有進步。近來採用裂化法 (Cracking process) 及改良蒸溜法，均可增高汽油之產量。

(四) 發動機之改良設計 自動車工程師正在設法使每加倫燃料所行里數增多；換言之，即減少自動車燃料消耗也。

(五) 化汽器之改良設計 改良之化汽器 (Carburetor) 設有混合及預熱之適當設備，使發動機可用含多量高沸點物質之揮發油。

(六) 代用品之應用 燭及其他炭氫化物可與揮發油混合使用。

上述諸法，不過足以延長煤油供給之時間，非根本解決之方。一九一四年白極司氏 (Dr. Ber-

patent) 發明以褐煤氫化法製成汽油，將來或有發達之望。

第二節 酒精用作發動機燃料

酒精係糖質或澱粉質原料所製成，此等原料，年年收穫，來源不絕；故酒精代汽油問題，得以解決，則發動機燃料，永無發生恐慌之虞矣。

酒精及空氣之混合物，與揮發油及空氣之混合物，在發動機圓筒內之燃燒及爆炸之情形相同。所以異者，即酒精之揮發點低，故當嚴寒之時，開機較難（但在熱帶地方則可免此困難）；且在同等壓縮度（Compression）之下，酒精及空氣所成爆炸混合物之比例為九·五與一一·五之比，而汽油及空氣為一五與二三之比（均以重量計），故發動機用酒精為燃料者，其速度適應性（speed flexibility）較少，尤以低速度為著，如汽車每小時速度為二〇——二五英里者，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。故使用酒精為燃料者，速度亦不易調節也。又因酒精之氣體壓力較汽油為低，故欲增加酒精之爆

炸能力，則空氣與酒精氣體混合物應用之壓縮度，須較汽油為高。例如汽油發動機使用酒精時，若應用汽油之最適壓縮度，則實際上酒精之消耗，較之汽油須多至一倍或一倍半（發生同一之能力）。又若應用酒精最適當之壓縮度，則每馬力酒精之消耗量，與汽油對於適當壓縮度發動機之消耗量相同。

由此觀之，酒精僅能應用於特別發動機，而對現今之揮發油發動機，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覺困難也。揆厥原因，實以酒精燃燒之速度緩慢，氣體壓力低，且與空氣所成爆炸混合物之範圍亦小之故也。酒精用作發動機之缺點既如是，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，厥惟醇精，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。酒精及醇精混合物勝於揮發油之點甚多，故誠為將來合理的發動機燃料也。

第三節 酒精及醇精混合物用作發動機燃料

酒精用作汽油代用品，其配合法可分下列數項：

(1) 酒精醇精及煤油蒸溜物

(2) 酒精煤油蒸溜物及其他混合劑

(3) 酒精醇精及煤氣誘導體

(4) 酒精醇精加以變性劑及中和劑

(一)(二)兩項，雖不能視為揮發油之代用品，然可延長揮發油之供給時間。

(三)項，須用煆、甲煆等煤氣誘導體，吾國煤氣工業尙未發達，亦不適用也。

(四)項之混合物，含百分九九之酒精與醇精，及百分一之變性劑與中和劑。醇精可由酒精製成，而酒精則可由廢糖蜜及澱粉原料製成，誠為最良之汽油代用品。近數年來南非洲、檀香山、菲律賓、古巴及英屬基阿那均可應用此代用品矣。

第四節 各種專利的混合物

酒 精

二六六

(1) 南非洲自一九一八年以來，所用發動機燃料名曰 *Natalite* 者，含有變性酒精 約五五%

醇精 約四五%

氯水或 *Trimethylamine* 〇·三五%

(2) 檀香山自一九二〇以來所用之混合物，含有：

酒精 六三·三%

醇精 三四·八%

燈用石油 一·三%

氮烴 〇·六%

(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 六五%

醇精 三四%

燈用石油 〇·五%

生色精 〇·七%

又加甲烷紫使其着色

上述三種混合物試驗結果，若化汽器 (Carburetor) 調節得宜，每加倫所行之里數，與使用揮發油者相較，已達百分九三以上。嚴寒之時，亦易開動。其他利點，後詳。

第五節 酒精及醇精混合物之利點

上述各種酒精及醇精混合物，用作發動機燃料之共同特點，略舉如下：

- (1) 冷却的發動機開始時，較使用揮發油者易；
- (2) 發動機圓筒表面，不着炭質；
- (3) 任何速度，均不發生撞擊；
- (4) 燃燒之溫度較汽油為低，故冷却水之使用量因而較少；
- (5) 發動機不致腐蝕；
- (6) 能力及每加倫所行之里數，若化汽器能適當調節時，實際上可與使用揮發油者相同。

(7) 每里之費用，較使用揮發油者爲少；

(8) 發動機圓筒之溫度較低，故滑潤較少困難，且滑油之消耗亦少；

(9) 酒精之貯存及使用，對火險條件之限制較汽油爲寬，因火患可用水消滅之也。

使用酒精爲汽車發動機之燃料，亦有不加以燐或醇精而加以一〇——一五%高級汽油及〇·五——〇·七五%氮燐或生色精者。汽車改用此等代用品時，如化汽器浮標係軟木所製，須塗以蠟，亞刺伯膠或防水膠，以免酒精之滲透；如將軟木浮標，易以金屬浮標尤妥。在氣溫二七度時，開動不感困難，寒天開動既難，速度之管理亦不易，燃料之消耗約多百分之五十。據美國最近試驗結果，使用九二份酒精（九四%）七·五份汽油及〇·五份氮燐之混合物，駛行一〇四·五英里之平均結果，每美加倫可行一二·六英里；而使用汽油，駛行八九四英里之平均結果，每美加倫可行一八·九英里。但酒精之熱值每美加倫八三·五〇〇 B. t. u.，而汽油爲一二五·〇〇〇 B. t. u.，故每英里之消熱量，酒精爲六六二·七 B. t. u.，汽油爲六六一·四 B. t. u.，可知熱效 (Thermal Efficiency) 相等，即酒精之燃燒，業已完全也。

第二章 用作製藥原料

第一節 麻醉劑及消毒劑

麻醉劑如醇精 (C_2H_5)₂O 氯化乙烷基 (Ethyl chloride) C_2H_5Cl 溴化乙烷基 (Ethyl bromide) C_2H_5Br 氯醇 (Chloral) $CCl_3 \cdot CHO$ 迷蒙精 (Chloroform) $CHCl_3$ 三溴化甲烷 (Bromoform) $CHBr_3$ 消毒劑如三碘化甲烷 (Iodoform) CHI_3 等均可由酒精製成。茲述醇精之用途與性質及製法如下：

(一) 試驗室內製造法

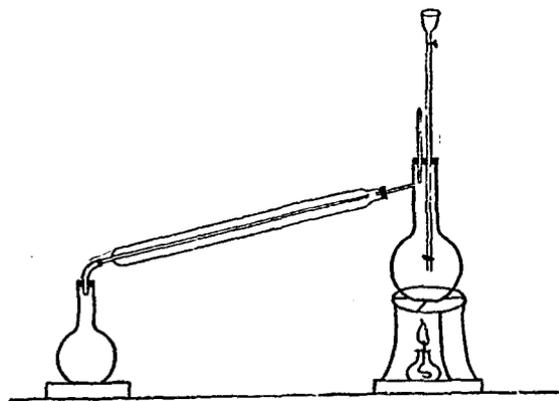
(甲) 原料 原料分酒精及硫酸兩種，其配合量係五分酒精與九分硫酸。

一五〇公分 (八〇公撮) 濃硫酸

八五公分（二〇公撮）純酒精

（乙）手續 如圖五八，蒸溜瓶（半公升）安以兩孔塞子，一孔插寒暑表，其下端須浸於瓶內之液中，他孔插入滴下漏斗（cap funnel），蒸溜瓶之旁管用塞子安於長凝結器之上端，凝結器之下端，安一鴨嘴（adapter），通入受瓶之頸。受瓶之四旁，以冰圍之。

硫酸及酒精在蒸溜瓶中，小心混合後，再放於砂盤，與凝結器連結。混合物加熱至一四〇度，酒精由滴下漏斗滴下，其速度與液體蒸去相等（一秒鐘約三滴）。溫度須常維持一四〇——一四五度之間（因溫度在一三〇度以下，則未變化之酒精



八五 圖

易於蒸出，而在一四五度以上，則一部分酒精分解，發生乙烯氣體。當酒精之加入量，約合原始混合物所含酒精量之二倍時，即可停止。受瓶所盛之蒸溜液，除含酒精外，尚有酒精及亞硫酸等不純物。將蒸溜物盛入大號分液漏斗中，加以少量（三〇——四〇公撮）淡苛性鈉液而搖動之，放定之時，上層液為酒精，下層液為鹼液，將鹼液由漏斗下部流出；而酒精再加以同量之食鹽濃溶液，再行搖動放定，而分別流出之。如是者多次，即可除去亞硫酸，及大部分之酒精矣。最後將酒精傾入乾燥大蒸溜瓶，加數塊固體氯化鈣，鬆塞，放置一夜，將蒸溜瓶接於長凝結管在水鍋上，加熱而蒸溜之。蒸出之酒精，僅含微量之酒精及水。如用數薄片金屬鈉，投入受器，加塞（塞中插以氯化鈣管，使輕氣逸出，而濕氣不得進入。）俟鈉不生作用時，除去鈉渣，將酒精傾入蒸溜瓶，在水鍋上低溫（三十五度）蒸溜之，即可得純粹之酒精矣。

（丙）反應 酒精係由酒精與硫酸製成，其重要化學反應如下式：



故理論上九二份純酒精，可得七四份醇精。

(二) 大規模製造法

大規模之醇精製造法，述之如下：

(甲) 安那辣頓 (Annaration) 氏自動連續式醇精製造器 (法國專利) 係將酒精 (九六%) 由貯存器，用唧筒通於過熱器，此器用每立方英寸四十磅壓力之蒸汽加熱之。此器發生之酒精氣體，進入醇精發生器 (Etherifer) 之底部。此器係鉛裏圓筒形之加熱罐。罐內置有多數砂質小珠，硫酸由器之頂部漸滴于球面與酒精氣相接觸，可以變為醇精氣體。此醇精氣體通入飽充器或洗滌器，與對流之苛性鈉溶液相遇，中和之後，再進入精製塔，使未變化之酒精氣體凝結而出，而醇精氣體則由塔之頂部進入冷卻器，凝成液體。每百磅醇精約用三磅硫酸及十四磅苛性鈉。

(乙) 將硫酸及酒精之混合物，先盛入醇精發生器 (每數日須加入少量硫酸) 此器鐵製，內鋪以鉛，或其他防酸金屬。內部設有鉛製加熱蛇管。此器係圓筒形，直徑一·八公尺，高二公尺者，可盛三、二〇〇公斤硫酸 (婆美表六十六度) 及一、五〇〇公斤酒精九五%。又於器之四圍設

多數直立鉛管，以爲加入硫酸及酒精之用。發生之醇精氣體，先經捕捉器 (Savall)，使液體不至隨氣體而逸出；再通入洗滌器，與器中循環之石灰乳相遇，即可除去酒精中之硫酸。再進入精製塔及凝結器，即成醇精。如未入精製塔之先，經過乾燥塔（塔內存氯化鈣）則去水更淨。製成之醇精，比重〇·七二七至〇·七三，每加倫醇精，須用一·三加倫酒精。

(丙) 巴帛 (Bar Pot) 氏醇精發生器之構造，係將一塔分爲兩部，每部分爲多數之層，使液體得以均勻散布於塔內。並設蛇管，以備加熱。酒精由底部之上第四層通入，而硫酸則由頂部流下。酒精與熱硫酸相遇，一部分變爲醇精，昇於塔上，再遇硫酸，使未變化之酒精，悉變爲醇精。最後醇精氣體至凝結器，即成液體。此塔之底部三層，係供收集淡硫酸之用，因其中含有酒精及醇精也。

(三) 性質及用途

醇精爲無色流動液體，沸點三十五度，比重〇·七二（在十五度），燃燒之成光輝火焰，不能與水混合，在常溫度時九分水，溶化一分醇精，又三十五分醇精溶化一分水，可爲麻醉劑，刺激藥，溶化劑及造冰用之冷卻劑。最重要之用途，可與酒精相混合，供發動機燃料之用。

第二節 有機鹽

醋酸乙烷 (Ethyl acetate) $C_2H_5 \cdot COOC_2H_5$ 蟻酸乙烷 (Ethyl formate) $H \cdot CO \cdot O \cdot C_2H_5$ 酪酸乙烷 (Ethyl butyrate) $C_3H_7 \cdot COOC_2H_5$ 安息酸乙烷 (Ethyl benzoate) $C_6H_5 \cdot CO \cdot O \cdot C_2H_5$ 亞硝酸乙烷 (Ethyl nitrate) $C_2H_5 \cdot NO_2$ 等，或用充溶化劑，或用以製造各種香精及組成的化學藥品。他如硝酸乙烷 (Ethyl nitrate) $C_2H_5 \cdot NO_2$ 硫酸氫乙烷 (Ethyl hydrogen sulphate) $C_2H_5 \cdot HSO_4$ 硫酸二乙烷基 (Diethyl sulphate) $(C_2H_5)_2SO_4$ 等，工業上及醫藥上用途頗多。以上各種有機鹽，均可由酒精製成。

第三節 其他化學藥品

- (一) 合成藥品如 Anipyrin 及 Phenacetin 可為解熱劑。
- (二) 染料中間物如二乙烷基生色精 (Diethylaniline) $C_6H_5 \cdot N(C_2H_5)_2$ 可用以製造

Brilliant green, patent blue V, ethyl purple 6B 等染料，乙烷基甲烷基噲基等生色精 (Ethyl benzylaniline) $C_6H_5N(C_2H_5) \cdot OCH_2 \cdot C_6H_5$ 用製 light green SF, patent blue A 及 xylene blue AS 等藥料。

(三) 醋醛可以製造某種生色精染料及假性醋醛 (paraldehyde) $C_6H_{12}O_6$ (用作催眠劑) 此物可由酒精利用接觸的氧化法製成。

(四) 爆發酸汞 (Mercury fulminate) $HgC_2N_2O_6$ 為炸藥之引爆藥 (Detonator) 係由水銀、硝酸及酒精等互相作用而成。

(五) 醋及醋酸之製造，可將酒精加水沖淡，並加其他營養料，種以醋酸菌，經其氧化作用變成。

第三章 用作溶化劑等

酒精對於工業上之用途，以充溶化劑者爲最主要。例如假象牙、透明胰皂、藥膏、照像軟片、人造絲、人造花及紡織廠印花操作等工業，均需多量之酒精。假象牙之製造，係用酒精爲樟腦之溶化劑。透明胰皂之製造，乃將乾皂溶于酒精，嗣復蒸去大部分之酒精，所餘之固形物，作成棒狀或餅狀，使酒精漸漸蒸發，則胰皂漸見透明矣。藥膏之製造，係將藥材原料如樹之根皮等，先用變性酒精提出後，再將酒精蒸去，留備下次應用。照像材料之製造，係用酒精爲火棉膠 (Collodion) 之溶化劑。他如膠片之乾燥，照像用假漆之製造，與有色照像色料之溶化，亦需應用酒精。人造絲之製造，係用二容量酒精與三容量醇精之混合物，以爲硝化纖維之溶化劑；而硝化纖維乃人造絲之根本原料也。他如絲織品棉織品及人造花之染色或印花，均用酒精爲染料之溶化劑。

此外尚有使用酒精調製各種工業品及藥品者。例如光油 (Polish)、假漆、顏料 (Stains) 塗

擦料 (Embrocations) 軟膏 (Liniments) 洗藥 (Lotions) 洗髮水 獸醫藥品 植物洗藥 (Plant washes) 殺蟲劑 染料溶液 火棉膠等是也。

附表一

勃立克司濃度在不同溫度時之改正表 (標準溫度為攝氏一七·五度)

減

| 溫度攝氏 | 液 | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0度 | 5度 | 10度 | 15度 | 20度 | 25度 | 30度 | 35度 | 40度 | 45度 |
| 0 | 0.17 | 0.20 | 0.24 | 0.28 | 0.32 | 0.37 | 0.42 | 0.47 | 0.52 | 0.57 |
| 5 | 0.33 | 0.36 | 0.40 | 0.44 | 0.48 | 0.53 | 0.58 | 0.63 | 0.68 | 0.73 |
| 10 | 0.50 | 0.54 | 0.58 | 0.63 | 0.67 | 0.72 | 0.77 | 0.82 | 0.87 | 0.92 |
| 15 | 0.67 | 0.71 | 0.75 | 0.80 | 0.84 | 0.89 | 0.94 | 0.99 | 1.04 | 1.09 |
| 20 | 0.83 | 0.87 | 0.91 | 0.96 | 1.00 | 1.05 | 1.10 | 1.15 | 1.20 | 1.25 |
| 25 | 1.00 | 1.04 | 1.08 | 1.13 | 1.17 | 1.22 | 1.27 | 1.32 | 1.37 | 1.42 |
| 30 | 1.17 | 1.21 | 1.25 | 1.30 | 1.34 | 1.39 | 1.44 | 1.49 | 1.54 | 1.59 |
| 35 | 1.33 | 1.37 | 1.41 | 1.46 | 1.50 | 1.55 | 1.60 | 1.65 | 1.70 | 1.75 |
| 40 | 1.50 | 1.54 | 1.58 | 1.63 | 1.67 | 1.72 | 1.77 | 1.82 | 1.87 | 1.92 |
| 45 | 1.67 | 1.71 | 1.75 | 1.80 | 1.84 | 1.89 | 1.94 | 1.99 | 2.04 | 2.09 |

| | ○ 九 九 二 | | | | ○ 九 九 三 | | | | | | | | | |
|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | ○ | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 |
| 四 二 六 | 四 四 二 〇 | 四 四 一 〇 | 四 四 〇 〇 | 四 三 九 八 | 三 三 九 八 | 三 三 七 七 | 三 三 六 七 | 三 三 四 七 | 三 三 三 七 | 三 三 一 〇 | 三 三 一 五 | 三 三 九 四 | 二 二 九 八 | 二 二 八 〇 |
| 五 三 三 | 五 二 五 | 五 一 五 | 五 〇 五 | 四 八 四 | 四 八 三 | 四 七 六 | 四 六 五 | 四 五 四 | 四 四 三 | 四 一 〇 | 四 七 〇 | 三 三 九 | 三 三 七 | 三 三 六 |
| 四 二 三 | 四 一 一 | 四 〇 九 | 四 九 九 | 三 八 七 | 三 七 六 | 三 六 五 | 三 五 四 | 三 四 三 | 三 三 二 | 三 二 一 | 三 一 〇 | 三 九 七 | 二 八 八 | 二 八 二 |
| ○ 九 八 九 九 | ○ 九 九 〇 | | | | ○ 九 九 一 | | | | ○ 九 九 二 | | | | | |
| 五 八 三 | 五 七 六 | 五 六 五 | 五 五 四 | 五 四 三 | 五 三 二 | 五 二 一 | 五 一 〇 | 四 九 八 | 四 八 七 | 四 七 六 | 四 六 五 | 四 五 四 | 四 四 三 | 四 三 二 |
| 七 二 六 | 七 一 一 | 七 〇 九 | 六 九 八 | 六 八 七 | 六 七 六 | 六 六 五 | 六 五 四 | 六 四 三 | 六 三 二 | 六 二 一 | 六 一 〇 | 五 九 九 | 五 八 八 | 五 七 七 |
| 五 七 六 | 五 七 六 | 五 六 五 | 五 五 四 | 五 四 三 | 五 三 二 | 五 二 一 | 五 一 〇 | 四 九 八 | 四 八 七 | 四 七 六 | 四 六 五 | 四 五 四 | 四 四 三 | 四 三 二 |

| | | | | |
|---|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|
| | ○ 九 八 七 | | ○ 九 八 八 | |
| 四 | 五 六 七 八 九 | ○一 二 三 四 | 五 六 七 八 九 | ○一 二 三 四 |

| | | | | | |
|-------------|--|---|---|---|--|
| 七 四 九 | 七 七 七 七 七 四 三 二 一 二 六 九 二 五 | 七 七 六 六 六 ○ ○ 九 八 八 八 二 五 八 一 | 六 六 六 六 六 七 六 六 五 四 五 八 一 五 八 | 六 六 六 六 六 四 三 二 二 一 一 五 八 二 五 | 六 六 五 五 ○ ○ 九 八 九 二 六 九 |
|-------------|--|---|---|---|--|

| | | | | | |
|-------------|---|---|--|---|--|
| 九 三 二 | 九 九 九 八 八 二 一 ○ 九 八 三 五 六 八 九 | 八 八 八 八 八 八 七 六 五 四 一 三 四 六 八 | 八 八 八 八 八 四 三 二 一 ○ 一 三 五 七 | 七 七 七 七 七 九 九 八 七 六 九 ○ 二 四 六 | 七 七 七 七 五 五 四 三 八 ○ 二 四 |
|-------------|---|---|--|---|--|

| | | | | | |
|-------------|---|---|---|---|--|
| 七 三 九 | 七 七 七 七 七 三 二 一 一 ○ 三 六 九 二 六 | 六 六 六 六 六 九 九 八 七 七 九 三 六 九 三 | 六 六 六 六 六 六 五 五 四 四 六 九 三 七 ○ | 六 六 六 六 六 三 二 二 一 ○ 四 七 一 四 八 | 六 五 五 五 ○ 九 八 八 二 五 九 三 |
|-------------|---|---|---|---|--|

| | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|------------------|
| ○ 九 八 四 九 | | ○ 九 八 五 | | ○ 九 八 六 |
| ○一 二 三 四 | 五 六 七 八 九 | ○一 二 三 四 | 五 六 七 八 九 | ○一 二 三 |

| | | | | | |
|-------------|---|---|---|---|---|
| 九 二 八 | 九 九 九 八 八 二 一 ○ 九 九 ○ 三 六 八 一 | 八 八 八 八 八 八 七 六 六 五 四 六 九 二 五 | 八 八 八 八 八 四 四 三 二 一 八 一 三 六 九 | 八 八 七 七 七 一 ○ 九 九 八 二 五 八 四 四 | 七 七 七 七 七 七 七 六 五 七 ○ 三 六 |
|-------------|---|---|---|---|---|

| | | | | | |
|-------------|---|---|---|---|--|
| 一 五 ○ | 一 一 一 一 一 四 三 二 一 ○ 一 二 三 四 五 | ○ ○ ○ ○ ○ 九 八 七 七 六 六 八 九 ○ 一 | ○ ○ ○ ○ ○ 五 四 三 二 一 二 三 五 六 七 | ○ ○ ○ 九 九 九 ○ 九 八 七 九 ○ 一 三 四 | 九 九 九 九 六 五 四 四 六 七 八 ○ |
|-------------|---|---|---|---|--|

| | | | | | |
|-------------|---|---|---|---|--|
| 九 一 三 | 九 八 八 八 八 ○ 九 九 八 七 六 八 一 四 七 | 八 八 八 八 八 七 六 五 四 四 ○ 三 六 九 二 | 八 八 八 八 八 三 二 二 一 ○ 五 八 一 四 七 | 八 七 七 七 七 ○ 九 八 八 七 ○ 四 七 ○ 三 | 七 七 七 七 六 六 五 四 六 ○ 三 六 |
|-------------|---|---|---|---|--|

附表二

| | ○ 九 八 二 | ○ 九 八 三 | | ○ 九 八 一 |
|---|------------------|------------------|-------|------------------|
| 四 | 五六七八九 | 〇一二三四 | 五六七八九 | 〇一二三四 |
| 一 | 〇〇〇〇 | 〇〇〇〇 | 〇〇〇〇 | 九九九九 |
| 一 | 〇〇九八七 | 七六五四四 | 三二一〇 | 九八八七六 |
| 一 | 九一四六八 | 一三五八〇 | 二五七〇二 | 四七〇二五 |
| 三 | 三三三三三 | 三三三三二 | 二二二二二 | 二二二二一 |
| 八 | 七六五四三 | 二一〇九八 | 七六五五四 | 三二一〇九 |
| 二 | 二二三三四四 | 五六六七八 | 八九九〇一 | 二三四五五 |
| 〇 | 〇〇〇〇 | 〇〇〇〇 | 〇〇九九 | 九九九九 |
| 九 | 八八七六五 | 五四三二二 | 一〇九九八 | 七七六五四 |
| 六 | 九一四六八 | 二四六九二 | 四七九二五 | 八〇三六九 |
| 〇 | 〇一二三四 | 五六七八九 | 〇一二三四 | 五六七八九 |
| 一 | 〇〇九八七 | 六六五四三 | 二二一〇九 | 八八七六五 |
| 三 | 八〇二四六 | 八〇二四六 | 八〇二四六 | 八〇二四六 |
| 一 | 六六五五五 | 五五五五五 | 五五四四四 | 四四四四四 |
| 六 | 一〇九八七 | 六五四三二 | 一〇九八七 | 六五四三二 |
| 二 | 四四四四四 | 五五六六六 | 六七七七七 | 八八八九九 |
| 一 | 八七六五五 | 四三二一一 | 〇九八八七 | 六五四四三 |
| 二 | 一三五八〇 | 二四七九一 | 三六八〇二 | 五七九二四 |
| 九 | | | | 七九二四 |

| | ○ 九 七 七 | ○ 九 七 八 | | ○ 九 七 七 | |
|-----------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 四 | 五六七八九 | 〇一二三四 | 五六七八九 | 〇一二三四 | 五六七八 |
| 一 五 二 三 | 五五四四四 一〇九九八 五六八〇一 | 四四四四四 七六五四四 三五六八〇 | 四四四四三 三二一〇九 二三五七八 | 三三三三三 九八七六五 〇二四六七 | 三三三三三 四四三二二 九一三五五 |
| 一 八 七 四 | 八八八八八 六五四三二 四四四四四 | 八八七七七 一〇九八七 四四四四四 | 七七七七七 六五四三二 四四四四四 | 七七六六六 一〇九八七 四四四四四 | 六六六六六 六五四三三 四四四四四 |
| 一 四 八 七 | 四四四四四 七七六五四 九一三五七 | 四四四四四 三三二一〇 九一三五八 | 四三三三三 〇九八七六 〇二四六八 | 三三三三三 六五四三二 〇二四六八 | 三三三三二 二一〇九七 〇三五七七 |
| ○ 九 七 四 九 | 〇一二三四 | 五六七八九 | 〇一二三四 | 五六七八九 | 〇一二三 |
| 一 七 三 二 | 七七七六六 二一〇九九 三五七八〇 | 六六六六六 八七六五四 二三五七八 | 六六六六六 四三二一〇 〇二三五六 | 五五五五五 九九八七五 八〇一三六 | 五五五五五 五四四三三 六八〇一 |
| 一 二 二 六 | 二二二二二 一〇〇〇〇 一〇九八七 六六六六五 | 〇〇〇〇〇 六五四三二 五五五五五 | 〇〇九九九 一〇九八七 五五五五五 | 九九九九九 六五四三二 五五四四四 | 九九八八八 一〇九八 四四四四四 |
| 一 六 八 七 | 六六六六六 七七六五四 九一三五七 | 六六六六六 三三二一〇 九一三五七 | 五五五五五 九九八七六 九一三五七 | 五五五五五 五五四三二 九一三五七 | 五五五四四 一一〇九 九一三五 |

| | | ○ 九 七 二 | | | | ○ 九 七 三 | | | | | | | | |
|---|---|------------------|---|---|---|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | ○ | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 |
| 一 | 九 | 九 | 九 | 九 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 |
| 三 | 三 | 二 | 一 | ○ | 九 | 八 | 八 | 七 | 六 | 五 | 四 | 三 | 二 | 一 |
| 九 | ○ | 二 | 四 | 六 | 八 | 九 | 一 | 三 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | ○ |
| 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 |
| 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 |
| 七 | 六 | 五 | 四 | 三 | 二 | 一 | ○ | 九 | 八 | 七 | 六 | 五 | 四 | 三 |
| 三 | 三 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 六 | 六 |
| 一 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 七 | 七 | 七 | 七 |
| 八 | 七 | 六 | 五 | 四 | 三 | 二 | 一 | ○ | 九 | 八 | 七 | 六 | 五 | 四 |
| 四 | 六 | 八 | ○ | 二 | 五 | 七 | 九 | 一 | 三 | 五 | 七 | 九 | 一 | 三 |
| ○ | 九 | 六 | 九 | 九 | 九 | ○ | 九 | 七 | ○ | 九 | 七 | ○ | 九 | 七 |
| 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 |
| 一 | 一 | 一 | 一 | 一 | 一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 四 | 三 | 二 | 一 | ○ | ○ | 九 | 八 | 七 | 六 | 六 | 五 | 四 | 三 | 二 |
| ○ | 二 | 四 | 六 | 八 | ○ | 二 | 四 | 六 | 八 | ○ | 二 | 四 | 六 | 八 |
| 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 |
| 六 | 六 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 四 | 四 | 四 | 四 |
| 一 | ○ | 九 | 八 | 七 | 六 | 五 | 四 | 三 | 二 | 一 | ○ | 九 | 八 | 七 |
| 三 | 三 | 四 | 四 | 五 | 六 | 六 | 七 | 七 | 七 | 八 | 八 | 九 | 九 | ○ |
| 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 九 | 九 | 九 | 九 | 九 |
| 七 | 六 | 五 | 四 | 三 | 二 | 一 | ○ | 九 | 八 | 七 | 六 | 五 | 四 | 三 |
| 三 | 六 | 八 | 一 | 三 | 六 | 八 | 一 | 三 | 六 | 八 | 一 | 三 | 六 | 八 |

| | | ○ 九 六 七 | | | | | ○ 九 六 八 | | | | | | | | |
|---|---|------------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | ○ | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 |
| 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 |
| 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 |
| 三 | 二 | 一 | ○ | 九 | 八 | 七 | 七 | 六 | 五 | 四 | 三 | 二 | 一 | ○ | 九 |
| 二 | 五 | 七 | ○ | 二 | 五 | 七 | 九 | 二 | 四 | 六 | 七 | 九 | 二 | 四 | 六 |
| 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 |
| 八 | 八 | 八 | 八 | 七 | 七 | 七 | 七 | 七 | 七 | 七 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 |
| 四 | 三 | 二 | ○ | 九 | 八 | 七 | 六 | 五 | 四 | 三 | 二 | 一 | ○ | 九 | 八 |
| 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | ○ | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 |
| 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 |
| 二 | 四 | 四 | 三 | 二 | 一 | ○ | 九 | 九 | 八 | 七 | 六 | 六 | 五 | 四 | 三 |
| 五 | 四 | 七 | ○ | 三 | 六 | 九 | 二 | 五 | 八 | ○ | 三 | 七 | 六 | 九 | 一 |
| 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 |
| ○ | 九 | 六 | 四 | 九 | ○ | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | ○ |
| 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 |
| 五 | 五 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 三 | 三 | 三 | 三 |
| 一 | ○ | ○ | 九 | 八 | 八 | 七 | 六 | 五 | 四 | 三 | 二 | 一 | ○ | 九 | 八 |
| 七 | 九 | 二 | 五 | 八 | ○ | 三 | 六 | 九 | 一 | 四 | 七 | 九 | 二 | 五 | 七 |
| 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 九 | 九 | 九 | 九 | 九 | 九 | 八 | 八 | 八 |
| 五 | 四 | 四 | 三 | 二 | 一 | ○ | 九 | 八 | 七 | 六 | 五 | 四 | 三 | 二 | 一 |
| 七 | 九 | ○ | 二 | 三 | 五 | 六 | 八 | 九 | 一 | 二 | 四 | 五 | 六 | 八 | 九 |
| 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 |
| 四 | 四 | 四 | 四 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 |
| 二 | 一 | ○ | 九 | 九 | 八 | 七 | 六 | 五 | 四 | 三 | 二 | 一 | ○ | 九 | 八 |
| 六 | 九 | 三 | 六 | 九 | 三 | 六 | 九 | 二 | 二 | 九 | 二 | 五 | 八 | 一 | 四 |
| 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 |
| 二 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 |
| 七 | ○ | 一 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | ○ | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 |
| 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 |
| 四 | 四 | 四 | 四 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 |
| 二 | 一 | ○ | 九 | 八 | 七 | 六 | 五 | 四 | 三 | 二 | 一 | ○ | 九 | 八 | 七 |
| 六 | 九 | 三 | 六 | 九 | 三 | 六 | 九 | 二 | 二 | 九 | 二 | 五 | 八 | 一 | 四 |

附表二

| 四 | ○九四二 | | | | ○九四三 | | | | 四 | |
|-------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | 五六七八九 | 〇一二三四 | 五六七八九 | 〇一二三四 | 五六七八九 | 〇一二三四 | 五六七八九 | 〇一二三四 | | |
| 三六·六四 | 三三八八 八八八八 五五四三 九三八三 | 三三八八 八八八八 三二二一 三七三七 | 三三八八 八八八八 三二二一 三七三七 | 三三八八 八八八八 三二二一 三七三七 | 三三八八 八八七七 〇〇九九 七一六一 | 三三八八 八八七七 〇〇九九 七一六一 | 三三八八 八八七七 〇〇九九 七一六一 | 三三八八 八八七七 〇〇九九 七一六一 | 三三八八 七七七五 八七七六 〇五〇九 | 三三八八 七七七五 五五四三 四九四八 |
| 四五·八四 | 四四四四 五五五五 七七六六 九三七二 | 四四四四 五五五五 五四三三 〇五九三 | 四四四四 五五五五 五四三三 〇五九三 | 四四四四 五五五五 五四三三 〇五九三 | 四四四四 五五五五 二一〇九 二六〇五 | 四四四四 五五五五 二一〇九 二六〇五 | 四四四四 五五五五 二一〇九 二六〇五 | 四四四四 五五五五 二一〇九 二六〇五 | 四四四四 四四四四 九八七七 三七二六 | 四四四四 四四四四 六五五四 四九三七 |
| 三六·三八 | 三三三三 六六六六 三二二二 四九五〇 | 三三三三 六六六六 一〇九九 一六二七 | 三三三三 六六六六 一〇九九 一六二七 | 三三三三 六六六六 一〇九九 一六二七 | 三三三三 五五五五 八八七七 八四九五 | 三三三三 五五五五 八八七七 八四九五 | 三三三三 五五五五 八八七七 八四九五 | 三三三三 五五五五 六六六六 六一七七 | 三三三三 五五五五 四三三二 三八四九 | 三三三三 五五五五 四三三二 三八四九 |
| 〇九三九 | 〇一二三四 | 五六七八九 | 〇九四〇 | 〇一二三四 | 五六七八九 | 〇九四一 | 〇一二三四 | 五六七八九 | 〇一二三四 | |
| 三九·九一 | 三九九九 七八七六 八八七六 六一六一 | 三九九九 九九九九 六五五四 一六一六 | 三九九九 九九九九 六五五四 一六一六 | 三九九九 九九九九 六五五四 一六一六 | 三九九九 九九九九 三三二二 五〇五〇 | 三九九九 九九九九 三三二二 五〇五〇 | 三九九九 九九九九 三三二二 五〇五〇 | 三九九九 九九九九 一〇九九 〇五〇九 | 三九九九 八八八八 〇九九八 四九九九 | 三九九九 八八八八 四七七六 四九九九 |
| 四七·二三 | 四四四四 七七七六 一〇〇九 八二七一 | 四四四四 六六六六 九八七六 〇五九四 | 四四四四 六六六六 九八七六 〇五九四 | 四四四四 六六六六 九八七六 〇五九四 | 四四四四 六六六六 六五五四 三七一六 | 四四四四 六六六六 六五五四 三七一六 | 四四四四 六六六六 六五五四 三七一六 | 四四四四 六六六六 三二二一 五九四八 | 四四四四 六六六六 〇九九九 七一五〇 | 四四四四 六六六六 〇九九九 七一五〇 |
| 三七·四八 | 三七七七 四三三三 四九五一 | 三七七七 七七七七 二一〇〇 二八三五 | 三七七七 七七七七 二一〇〇 二八三五 | 三七七七 七七七七 二一〇〇 二八三五 | 三七七七 六六六六 〇九九八 〇六一七 | 三七七七 六六六六 〇九九八 〇六一七 | 三七七七 六六六六 〇九九八 〇六一七 | 三七七七 六六六六 七六六六 八四九五 | 三七七七 六六六六 五五四三 六一七三 | 三七七七 六六六六 五五四三 六一七三 |

| | | | | | |
|-----------------------|---|---|---|---|--|
| | ○ 九 三 七 | | ○ 九 三 八 | | |
| 四 | 五 六 七 八 九 | ○一 二 三 四 | 五 六 七 八 九 | ○一 二 三 四 | 五 六 七 八 |
| 四 一 · 一 六 | 四 四 四 四 四 一 一 ○ ○ 一 ○ 一 六 | 四 四 四 四 四 ○ ○ ○ ○ ○ 八 八 七 七 七 六 七 二 七 二 七 | 四 四 四 四 四 ○ ○ ○ ○ ○ 六 五 四 四 二 七 二 七 二 | 四 四 四 四 四 ○ ○ ○ ○ ○ 三 三 二 二 一 七 三 七 二 六 | 四 四 四 三 九 ○ ○ ○ 九 一 ○ 一 六 |
| 四 八 · 五 八 | 四 四 四 四 四 八 八 八 八 八 五 四 四 三 三 三 八 二 七 二 | 四 四 四 四 四 八 八 八 八 八 二 二 一 一 ○ 六 一 五 ○ 五 | 四 四 四 四 四 七 七 七 七 七 九 九 八 八 七 九 四 九 三 八 | 四 四 四 四 四 七 七 七 七 七 七 七 六 六 五 五 二 七 一 六 一 | 四 四 四 四 七 七 七 七 七 四 四 三 二 五 ○ 四 九 |
| 三 八 · 五 五 | 三 三 三 三 三 八 八 八 八 八 五 四 四 三 三 一 七 三 八 四 | 三 三 三 三 三 八 八 八 八 八 三 二 二 一 一 ○ 六 一 七 三 | 三 三 三 三 三 八 八 八 七 七 ○ ○ ○ 九 九 九 四 ○ 六 二 | 三 三 三 三 三 七 七 七 七 七 八 八 七 七 七 七 三 九 四 ○ | 三 三 三 三 三 七 七 七 七 七 六 六 五 五 六 一 七 三 |
| ○ 九 三 四 九 | ○一 二 三 四 | ○ 九 三 五 | ○一 二 三 四 | ○ 九 三 六 | ○一 二 三 |
| 四 三 · 三 九 | 四 四 四 四 四 二 二 二 二 二 三 三 三 二 二 一 四 ○ 五 ○ 五 | 四 四 四 四 四 二 二 二 二 一 一 ○ ○ 九 九 ○ 五 ○ 五 | 四 四 四 四 四 一 一 一 一 一 八 八 七 七 七 六 五 一 六 一 六 | 四 四 四 四 四 一 一 一 一 一 六 五 五 四 四 一 六 一 六 一 | 四 四 四 四 三 三 三 二 二 一 六 一 六 一 |
| 四 九 · 九 ○ | 四 四 四 四 四 九 九 九 九 九 八 八 七 六 六 五 ○ 四 九 四 | 四 四 四 四 四 九 九 九 九 九 五 五 四 四 三 九 三 八 三 八 | 四 四 四 四 四 九 九 九 九 九 三 二 二 一 一 三 七 二 七 一 | 四 四 四 四 四 九 九 八 八 八 ○ ○ 九 九 八 八 六 一 六 ○ 五 | 四 四 四 四 八 八 八 八 八 八 七 六 六 六 ○ 四 九 四 |
| 三 九 · 六 ○ | 三 三 三 三 三 九 九 九 九 九 五 五 四 四 三 三 一 七 三 八 | 三 三 三 三 三 九 九 九 九 九 三 三 二 二 一 一 五 一 七 三 八 | 三 三 三 三 三 九 九 九 九 八 一 一 ○ ○ 九 四 ○ 六 三 八 | 三 三 三 三 三 八 八 八 八 八 九 八 八 七 七 三 九 五 一 七 | 三 三 三 三 三 八 八 八 八 八 七 六 六 六 二 八 四 ○ |

| | | ○九三二 | | | | ○九三三 | | | | | | | | | | |
|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | ○ | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 |
| 四 | 三 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 |
| 三 | 六 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 |
| 六 | ○ | 五 | 五 | 四 | 四 | 三 | 三 | 二 | 二 | 一 | 一 | ○ | ○ | 九 | 九 | 八 |
| ○ | | 五 | 一 | 六 | 一 | 六 | | 一 | 七 | 二 | 七 | 二 | 七 | 二 | 七 | 二 |
| 五 | 一 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 |
| 一 | 一 | 一 | 一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 一 | 九 | 一 | ○ | ○ | 九 | 九 | 八 | 八 | 七 | 七 | 六 | 六 | 六 | 五 | 四 | 四 |
| 九 | | 四 | 八 | 三 | 八 | 三 | 八 | 三 | 八 | 三 | 八 | 三 | 八 | 二 | 七 | 二 |
| 四 | ○ | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 三 | 三 | 三 |
| ○ | 六 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 九 | 九 | 九 |
| 六 | 二 | 五 | 五 | 五 | 四 | 四 | 三 | 三 | 二 | 二 | 一 | 一 | ○ | 九 | 九 | 八 |
| 二 | | 八 | 四 | ○ | 六 | 二 | 八 | 四 | ○ | 六 | 二 | 八 | 四 | 七 | 三 | 九 |
| ○ | 九 | ○ | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | ○ | 一 | 二 | 三 | 四 |
| 九 | | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 |
| 四 | 七 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 三 | 三 | 三 |
| 七 | 九 | 七 | 七 | 六 | 六 | 五 | 五 | 四 | 三 | 三 | 二 | 二 | 一 | ○ | 九 | 八 |
| 九 | | 五 | ○ | 五 | ○ | 六 | 一 | 六 | 一 | 七 | 二 | 八 | 三 | 八 | 三 | 九 |
| 五 | 二 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 |
| 二 | 四 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 一 | 一 | ○ | 九 | 九 | 八 | 八 |
| 四 | | 三 | 三 | 二 | 二 | 一 | 一 | ○ | 九 | 九 | 四 | 九 | 四 | 四 | 九 | 四 |
| 四 | 六 | 九 | 四 | 九 | 四 | 九 | 四 | 九 | 四 | 九 | 四 | 九 | 四 | 四 | 九 | 四 |
| 六 | 二 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | ○ | ○ | ○ |
| 二 | | 五 | 五 | 五 | 四 | 四 | 三 | 三 | 二 | 二 | 一 | 一 | ○ | 九 | 九 | 八 |
| | | 八 | 四 | ○ | 六 | 二 | 八 | 四 | ○ | 六 | 二 | 八 | 四 | 八 | 四 | ○ |
| | | 八 | 四 | ○ | 六 | 二 | 八 | 四 | ○ | 六 | 二 | 八 | 四 | 七 | 七 | 七 |
| | | 八 | 四 | ○ | 六 | 二 | 八 | 四 | ○ | 六 | 二 | 八 | 四 | 七 | 七 | 六 |

| ○九二七 | | | | ○九二八 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|---|---|---|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | 〇 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | 〇 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | | | |
| 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 |
| 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 |
| 九 | 九 | 八 | 八 | 八 | 七 | 七 | 七 | 六 | 六 | 六 | 五 | 五 | 四 | 三 | 三 | 二 | 二 | 一 | 〇 | 〇 | 〇 | 〇 | 〇 | 九 | 八 | 八 | 八 |
| 七 | 三 | 八 | 三 | 八 | 四 | 九 | 四 | 〇 | 五 | 〇 | 〇 | 六 | 一 | 六 | 一 | 七 | 二 | 七 | 三 | 八 | 三 | 八 | 三 | 二 | 七 | 三 | 八 |
| 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 |
| 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 |
| 六 | 六 | 五 | 五 | 四 | 四 | 四 | 四 | 三 | 三 | 二 | 一 | 一 | 〇 | 〇 | 九 | 九 | 八 | 八 | 七 | 七 | 七 | 六 | 六 | 六 | 五 | 五 | 四 |
| 八 | 三 | 八 | 三 | 八 | 三 | 三 | 三 | 九 | 四 | 九 | 四 | 九 | 四 | 九 | 四 | 四 | 九 | 四 | 九 | 四 | 九 | 四 | 九 | 四 | 九 | 四 | 九 |
| 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 |
| 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 |
| 六 | 五 | 五 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 三 | 三 | 二 | 二 | 一 | 〇 | 〇 | 〇 | 九 | 九 | 八 | 八 | 八 | 七 | 七 | 七 | 七 | 七 | 六 | |
| 〇 | 六 | 二 | 八 | 四 | 〇 | 七 | 三 | 九 | 五 | 一 | 一 | 七 | 三 | 九 | 五 | 一 | 七 | 三 | 〇 | 六 | 二 | 七 | 三 | 〇 | 六 | 二 | |
| 〇 | 九 | 二 | 四 | 九 | 〇 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | 〇 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | 〇 | 一 | |
| 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 |
| 七 | 七 | 七 | 七 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 |
| 一 | 〇 | 〇 | 九 | 九 | 八 | 八 | 七 | 七 | 六 | 六 | 六 | 三 | 三 | 三 | 二 | 二 | 一 | 〇 | 〇 | 〇 | 〇 | 〇 | 一 | 一 | 一 | 〇 | |
| 四 | 九 | 四 | 〇 | 五 | 〇 | 六 | 一 | 七 | 二 | 七 | 三 | 八 | 三 | 八 | 九 | 四 | 九 | 五 | 〇 | 五 | 〇 | 五 | 二 | 七 | 三 | 八 | |
| 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 |
| 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 |
| 八 | 八 | 七 | 七 | 六 | 六 | 五 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 三 | 三 | 二 | 一 | 〇 | 〇 | 九 | 九 | 八 | 八 | 七 | 七 | 七 | 七 | 六 | |
| 九 | 四 | 〇 | 五 | 五 | 〇 | 六 | 一 | 六 | 一 | 六 | 一 | 七 | 二 | 七 | 三 | 八 | 三 | 八 | 三 | 二 | 七 | 三 | 八 | 二 | 七 | 三 | 八 |
| 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 |
| 二 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 |
| 五 | 五 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 三 | 三 | 二 | 二 | 一 | 一 | 〇 | 〇 | 九 | 九 | 八 | 八 | 七 | 七 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | |
| 六 | 二 | 八 | 五 | 一 | 七 | 三 | 九 | 五 | 二 | 八 | 四 | 〇 | 六 | 二 | 八 | 五 | 一 | 七 | 三 | 九 | 五 | 一 | 七 | 三 | 九 | 五 | |

| | ○九二三 | | | | ○九二三 | | | | |
|-------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 四 | 五六七八九 | 〇一二三四 | 五六七八九 | 〇一二三四 | 五六七八九 | 〇一二三四 | 五六七八九 | 〇一二三四 | 五六七八九 |
| 四八二九 | 四四四四四 八八八八八 二二一〇〇 四〇五一六 | 四四四四四 八七七七七 〇九九八八 一七二八三 | 四四四四四 七七七七七 七七六六六 八四九四〇 | 四四四四四 七七七七七 五五四四三 五一六一七 | 四四四四四 七七七七七 五五四四三 五一六一七 | 四四四四四 七七七七七 五五四四三 五一六一七 | 四四四四四 七七七七七 五五四四三 五一六一七 | 四四四四四 七七七七七 五五四四三 五一六一七 | 四四四四四 七七七七七 五五四四三 五一六一七 |
| 五六〇八 | 五五五五五 六五五五五 〇九九八八 三九九四四 | 五五五五五 五五五五五 八七七六六 〇五〇五一 | 五五五五五 五五五五五 五五四四三 六一六二七 |
| 四四五〇 | 四四四四四 四四四四四 四四三三三 七三九六二 | 四四四四四 四四四四四 二二二一一 八四〇七三 | 四四四四四 四四四三三 〇〇九九九 九五一八四 | 四四四四四 三三三三三 九八八七七 〇六三九五 | 四四四四四 三三三三三 九八八七七 〇六三九五 | 四四四四四 三三三三三 九八八七七 〇六三九五 | 四四四四四 三三三三三 九八八七七 〇六三九五 | 四四四四四 三三三三三 九八八七七 〇六三九五 | 四四四四四 三三三三三 九八八七七 〇六三九五 |
| 〇九一九九 | 〇一二三四 | 五六七八九 | 〇一二三四 | 五六七八九 | 〇一二三四 | 五六七八九 | 〇一二三四 | 五六七八九 | 〇一二三四 |
| 四九四三 | 四四四四四 九九九九九 三三二二二 九四九五〇 | 四四四四四 九九九九八 一〇〇八 六一七二九 | 四四四四四 八八八八八 九八八七七 三八四九五 | 四四四四四 八八八八八 七六六六五 〇六一五二 | 四四四四四 八八八八八 七六六六五 〇六一五二 | 四四四四四 八八八八八 七六六六五 〇六一五二 | 四四四四四 八八八八八 七六六六五 〇六一五二 | 四四四四四 八八八八八 七六六六五 〇六一五二 | 四四四四四 八八八八八 七六六六五 〇六一五二 |
| 五七二五 | 五五五五五 七七七七七 二一〇〇 一六一七二 | 五五五五五 六六六六六 九九八八七 七三八三三 | 五五五五五 六六六六六 七六六六五 四九四〇五 | 五五五五五 六六六六六 五五四四三 〇六一六二 | 五五五五五 六六六六六 五五四四三 〇六一六二 | 五五五五五 六六六六六 五五四四三 〇六一六二 | 五五五五五 六六六六六 五五四四三 〇六一六二 | 五五五五五 六六六六六 五五四四三 〇六一六二 | 五五五五五 六六六六六 五五四四三 〇六一六二 |
| 四五四三 | 四四四四四 五五五五五 四三三二二 〇六二九五 | 四四四四四 五五五五五 二一一一〇 一七四〇六 | 四四四四四 五五五五五 〇九九九八 三九五二八 | 四四四四四 五五五五五 八八七七六 四〇七三九 | 四四四四四 五五五五五 八八七七六 四〇七三九 | 四四四四四 五五五五五 八八七七六 四〇七三九 | 四四四四四 五五五五五 八八七七六 四〇七三九 | 四四四四四 五五五五五 八八七七六 四〇七三九 | 四四四四四 五五五五五 八八七七六 四〇七三九 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|---|---|---|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ○ 九 一 七 | | | | ○ 九 一 八 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | ○ | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | ○ | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | |
| 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 九 | 九 | 九 | 九 | 九 | 九 | 九 | 九 | 九 | 九 | 九 | 九 | |
| 五 | 五 | 四 | 四 | 三 | 三 | 二 | 二 | 二 | 一 | 一 | ○ | ○ | 九 | 九 | 八 | 八 | 八 | 七 | 七 | 六 | 四 | ○ | 五 | ○ | 六 |
| 七 | 二 | 七 | 三 | 八 | 四 | 九 | 五 | ○ | 六 | 一 | 七 | 二 | 八 | 三 | 九 | 四 | ○ | 五 | ○ | 六 | 一 | 七 | 二 | 八 | |
| 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | |
| 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 七 | 七 | 七 | 七 | 七 | 七 | 七 | 七 | 七 | 七 | 七 | 七 | 七 | 七 | 七 | 七 | |
| 四 | 三 | 三 | 二 | 二 | 一 | 一 | ○ | ○ | 九 | 九 | 九 | 八 | 八 | 七 | 七 | 六 | 六 | 五 | 五 | 四 | 四 | 三 | 三 | 三 | |
| 一 | 六 | 一 | 七 | 二 | 八 | 三 | 八 | 四 | 九 | 五 | ○ | 五 | 一 | 六 | 二 | 七 | 二 | 八 | 三 | 八 | 七 | 二 | 八 | 三 | 八 |
| 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | |
| 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | |
| 三 | 三 | 二 | 二 | 二 | 一 | 一 | ○ | ○ | 九 | 九 | 九 | 八 | 八 | 八 | 八 | 七 | 七 | 六 | 六 | 六 | 五 | 五 | 五 | 四 | |
| 五 | 一 | 八 | 四 | ○ | 七 | 三 | 九 | 六 | 二 | 八 | 五 | 一 | 七 | 四 | ○ | 六 | 三 | 九 | 六 | 二 | 八 | 四 | 一 | 七 | |
| ○ | 九 | 一 | 四 | 九 | ○ | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | ○ | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | |
| 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | |
| 一 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 六 | 六 | 六 | 五 | 五 | 四 | 四 | 三 | 三 | 二 | 二 | 二 | 一 | 一 | ○ | ○ | 九 | 九 | 八 | 八 | 七 | 七 | 七 | 六 | 六 | |
| 九 | 五 | ○ | 六 | 一 | 七 | 二 | 八 | 三 | 九 | 四 | ○ | 五 | 一 | 六 | 二 | 七 | 三 | 八 | 四 | 九 | 五 | ○ | 六 | 一 | |
| 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | |
| 九 | 九 | 九 | 九 | 九 | 九 | 九 | 九 | 九 | 九 | 九 | 九 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | |
| 五 | 五 | 四 | 四 | 三 | 三 | 二 | 二 | 一 | ○ | ○ | ○ | ○ | 九 | 九 | 八 | 八 | 七 | 七 | 六 | 六 | 五 | 五 | 五 | 四 | |
| 四 | ○ | 五 | 一 | 六 | 二 | 七 | 三 | 八 | 四 | 九 | 五 | ○ | 五 | 一 | 六 | 二 | 七 | 三 | 八 | 三 | 七 | 四 | ○ | 五 | |
| 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | 四 | |
| 七 | 七 | 七 | 七 | 七 | 七 | 七 | 七 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | |
| 二 | 七 | 一 | 一 | ○ | ○ | ○ | ○ | 九 | 九 | 八 | 八 | 八 | 七 | 七 | 七 | 六 | 六 | 六 | 五 | 五 | 四 | 四 | 四 | 三 | |
| 五 | 二 | 八 | 四 | 一 | 七 | 四 | ○ | 六 | 三 | 九 | 六 | 二 | 八 | 五 | 一 | 七 | 四 | ○ | 七 | 三 | 九 | 六 | 二 | 九 | |

| | ○ 九 一 二 | | | | ○ 九 一 三 | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | ○ | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 |
| 五 二 二 八 一 | 五 五 二 七 六 | 五 五 二 七 二 | 五 五 二 七 三 |
| 六 ○ 六 七 | 六 六 六 二 | 六 六 六 三 | 六 六 六 四 | 六 六 六 五 | 六 六 六 六 | 六 六 六 七 | 六 六 六 八 | 六 六 六 九 | 六 六 六 ○ | 六 六 六 一 | 六 六 六 二 | 六 六 六 三 | 六 六 六 四 | 六 六 六 五 |
| 四 八 一 四 | 四 四 一 七 |
| ○ 九 ○ 九 九 | ○ 一 | ○ 二 | ○ 三 | ○ 四 | ○ 五 | ○ 六 | ○ 七 | ○ 八 | ○ 九 | ○ 一 | ○ 二 | ○ 三 | ○ 四 | ○ 五 |
| 五 三 九 二 | 五 五 八 三 | 五 五 七 三 | 五 五 六 四 | 五 五 五 四 | 五 五 四 五 | 五 五 三 六 | 五 五 二 七 | 五 五 一 八 | 五 五 ○ 九 | 五 五 一 八 | 五 五 二 七 | 五 五 三 六 | 五 五 四 五 | 五 五 五 四 |
| 六 一 七 七 | 六 六 七 三 | 六 六 六 四 | 六 六 六 五 | 六 六 六 六 | 六 六 六 七 | 六 六 六 八 | 六 六 六 九 | 六 六 六 ○ | 六 六 六 一 | 六 六 六 二 | 六 六 六 三 | 六 六 六 四 | 六 六 六 五 | 六 六 六 六 |
| 四 九 ○ 二 | 四 四 九 五 | 四 四 八 五 | 四 四 七 六 | 四 四 六 七 | 四 四 五 八 | 四 四 四 九 | 四 四 三 ○ | 四 四 二 一 | 四 四 一 二 | 四 四 ○ 三 | 四 四 九 四 | 四 四 八 五 | 四 四 七 六 | 四 四 六 七 |

| | ○ 九 ○ 七 | ○ 一 二 三 四 | ○ 九 ○ 八 | ○ 一 二 三 四 | ○ 九 ○ 七 |
|----------------------------|--|---|--|--|--|
| 四 | 五 五 ○ 三 | 五 四 九 八 四 ○ 五 一 | 五 四 七 六 六 五 九 | 五 四 四 四 三 二 一 一 二 八 三 九 四 | 五 五 五 五 四 四 四 三 一 ○ ○ 九 ○ 五 一 七 |
| 六 二 八 七 | 六 二 二 八 七 七 六 六 五 二 八 四 九 五 | 六 二 二 二 六 五 四 四 一 六 二 七 三 | 六 二 二 二 三 三 三 二 二 九 四 ○ 六 一 | 六 二 二 二 一 一 ○ 九 七 三 八 四 九 | 六 六 六 六 一 一 一 一 九 九 八 八 五 ○ 六 二 |
| 四 九 八 九 | 四 四 八 八 六 二 九 五 二 | 四 四 四 四 六 六 六 五 五 八 五 一 八 四 | 四 四 四 四 五 四 四 四 三 一 七 四 一 七 | 四 四 四 四 四 三 三 二 二 三 ○ 七 三 ○ | 四 四 四 四 九 九 九 九 一 一 ○ ○ 六 三 九 六 |
| ○ 八 九 七 ○ 五 | ○ 八 八 九 七 八 五 ○ 五 | ○ 九 九 九 九 ○ ○ 一 二 ○ 五 ○ 五 | ○ 九 九 九 九 二 三 三 四 四 五 ○ 五 ○ 五 | ○ 九 九 九 九 五 五 六 六 六 六 ○ 五 ○ 五 九 | ○ 一 二 三 |
| 五 九 五 八 六 五 | 五 五 八 八 八 七 四 三 一 九 | 五 五 五 五 八 八 七 七 七 二 ○ 八 六 四 七 六 四 二 ○ | 五 五 五 五 七 六 六 六 六 一 九 七 五 三 一 八 六 四 二 一 | 五 五 五 五 六 五 五 五 五 ○ 八 六 四 二 一 九 七 五 三 五 | 五 五 五 五 五 五 五 五 二 一 一 ○ 六 二 七 |
| 六 七 二 九 八 七 | 六 六 六 六 六 四 二 六 五 四 | 六 六 六 六 六 五 五 五 五 ○ 八 六 四 一 三 二 一 ○ 九 | 六 六 六 六 四 四 四 四 四 九 七 五 三 一 八 六 五 四 二 | 六 六 六 六 三 三 三 三 三 九 六 四 二 ○ 一 九 七 六 八 | 六 六 六 六 三 三 二 二 ○ 九 九 四 ○ 五 一 |
| 五 三 四 ○ 三 七 | 五 五 二 二 二 九 七 五 ○ 四 七 | 五 五 五 五 二 二 二 一 一 四 二 ○ 九 七 四 七 ○ 三 | 五 五 五 五 一 一 一 一 ○ 五 三 二 ○ 八 六 九 三 六 九 | 五 五 五 五 五 ○ ○ ○ ○ 七 五 三 二 ○ 一 四 七 ○ 六 | 五 四 四 四 ○ 九 九 九 ○ 九 九 三 九 六 二 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|----------------------------|
| 〇〇〇〇〇 八八八八八 八八八八八 五五六六七 〇五〇五〇 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 八八八八八 七七八九九 五〇五〇五 | 〇〇 八八 九九 〇五 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 九九九九九 一一二二三 〇五〇五〇 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 九九九九九 三四四五五 五〇五〇五 | 〇〇 八八 九九 〇六 〇五 |
| 六六六六六 四四四四三 七五三一 五四三一〇 | 六六六六六 三三三三二 六四二〇八 八七五四二 | 六六 二二 六三 一九 | 六六六六六 二一一一一 一九七五三 八六五三一 | 六六六六六 一〇〇〇〇 一八六四二 〇八六五三 | 六五 〇九 〇八 二〇 |
| 七七七七七 二一一一一 一九七五三 五六六六六 | 七七七七七 一〇〇〇〇 一九七五三 六六六六六 | 七六 〇九 一九 六五 | 六六六六六 九九九九八 七五三一 五五四四四 | 六六六六六 八八八八七 七五三一 三三二二一 | 六六 七七 七五 〇〇 |
| 五五五五五 七七六六六 二一九七六 〇四九九三 | 五五五五五 六六六六五 四三一八九 七七一五九三 | 五五 五五 六五 七一 | 五五五五五 五五四四四 三一〇八七 五九三七一 | 五五五五五 四四四四三 五三二〇八 四八二五九 | 五五 三三 七五 三六 |
| 〇〇〇〇〇 八八八八八 七七七七七 二二三三四 五〇五〇五 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 七七七七七 五五六六七 〇五〇五〇 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 七七七七七 七七八九九 五〇五〇五 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 八八八八八 〇〇一一二 〇五〇五〇 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 八八八八八 二三四四四 五〇五〇五 | |
| 七六六六六 〇九九九九 〇八六四二 六五四三二 | 六六六六六 九八八八八 〇八五三一 一〇八七六 | 六六六六六 七七七七七 九七五三一 五四二一〇 | 六六六六六 六六六六六 八六四二〇 九七六五四 | 六六六六六 五五五五四 八六四一九 二一〇八七 | |
| 七七七七七 六六六六六 九七五四二 七八九〇一 | 七七七七七 六五五五五 〇八六四二 二四四五六 | 七七七七七 五四四四四 〇八六四三 七八九九〇 | 七七七七七 四三三三三 一九七五三 一二二三三 | 七七七七七 三二二二二 一九七五三 四四四五五 | |
| 六六六六六 一〇〇〇〇 〇九七六四 八三八三八 | 六六六六五 〇〇〇九九 三一〇八七 三八三八三 | 五五五五五 九九九九八 五四二一九 七二七二六 | 五五五五五 八八八八八 八六五三一 一六〇五九 | 五五五五五 八七七七七 〇八七五四 四八三七二 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 〇〇〇〇〇 八八八八八 六六六六六 〇〇一一二 〇五〇五〇 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 六六六六六 二三四四四 五〇五〇五 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 六六六六六 五五六六七 〇五〇五〇 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 六六六六六 七七八九九 五〇五〇五 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 七七七七七 〇〇一一二 〇五〇五〇 |
| 七七七七七 五五四四四 二〇八六四 九八七七六 | 七七七七七 四四三三三 二〇八六四 五四三三二 | 七七七七七 三三二二二 二〇七五三 一〇九八七 | 七七七七七 二一一一一 一九七五三 六五四四三 | 七七七七七 一〇〇〇〇 一九七四二 二一〇八七 |
| 八八八八八 一一〇〇〇 五三一九八 二四七九一 | 八八八八八 〇〇〇〇九 六四二〇九 三五七九一 | 七七七七七 九九九九九 七五三一〇 三五七八〇 | 七七七七七 八八八八八 八六四二〇 二四五七八 | 七七七七七 七七七七七 九七五三一 〇一三四五 |
| 六六六六六 四四四四四 六五四二一 九五一七三 | 六六六六六 三三三三三 九八七五四 九五〇六一 | 六六六六六 三三二二二 二一九八六 七三八四九 | 六六六六六 二二二二二 五四二一九 五〇六一七 | 六六六六六 一一一一一 八六五三二 二七二八三 |
| 〇〇〇〇〇 八八八八八 四四四四四 七七八九九 五〇五〇五 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 五五五五五 〇〇一一二 〇五〇五〇 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 五五五五五 二三四四四 五〇五〇五 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 五五五五五 五五六六七 〇五〇五〇 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 五五五五五 七八八九九 五〇五〇五 |
| 八八八七七 〇〇〇九九 四二〇八六 二一一一〇 | 七七七七七 九九八八八 四二九七五 〇〇九九八 | 七七七七七 八八七七七 三一七五五 八七七六六 | 七七七七七 七七六六六 三一七五五 五五四四三 | 七七七七七 七六五五五 三一七五五 二二一〇〇 |
| 八八八八八 五五五五五 八六四三一 一四七一四 | 八八八八八 四四四四四 九八六四三 七〇四七〇 | 八八八八八 四三三三三 一九七六四 三九八一四 | 八八八八八 三三二二二 二一九七五 七〇二五七 | 八八八八八 二二二二二 四二〇八七 〇三五七〇 |
| 六六六六六 八七七七七 〇九八七五 九六三〇七 | 六六六六六 七七七七七 四三一〇九 三〇六三〇 | 六六六六六 六六六六六 七六四三二 六三九六二 | 六六六六六 六五五五五 〇九八六五 八四一七三 | 六六六六六 五五五四四 三二一九八 九五一七四 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 〇〇〇〇〇 八八八八八 三三三三三 五五六六七 〇五〇五〇 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 三三三三三 七八八九九 五〇五〇五 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 四四四四四 〇〇一一二 〇五〇五〇 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 四四四四四 二三四四四 五〇五〇五 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 四四四四四 五五六六七 〇五〇五〇 |
| 八八八八八 五五四四四 四二〇八六 一一一二二 | 八八八八八 四四四四三 四二〇八六 二二三三三 | 八八八八八 三三三二二 四二〇八六 三三三三三 | 八八八八八 二二二一一 四二〇八六 三三三三三 | 八八八八八 一一一〇〇 四二〇八六 三二二二二 |
| 八八八八八 九九九九九 七六四三一 九四八三八 | 八八八八八 九八八八八 〇八七五三 二六一五九 | 八八八八八 八八七七七 二〇九七六 三八二六〇 | 八八八八八 七七七六六 四二一九七 四八一五九 | 八八八八八 六六六六六 六四三一九 六四〇四七 |
| 七七七七七 一一一〇〇 二一〇八七 六四一九七 | 七七七七七 〇〇〇〇〇 六五四二一 五二〇七五 | 七六六六六 〇九九九九 〇九七六五 二〇七四二 | 六六六六六 九九九九九 三二一〇八 九六三〇八 | 六六六六六 八八八八八 七六四三二 五二九六三 |
| 〇〇〇〇〇 八八八八八 二二二二二 二三四四四 五〇五〇五 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 二二二二二 五五六六七 〇五〇五〇 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 二二二二二 七八八九九 五〇五〇五 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 三三三三三 〇〇一一二 〇五〇五〇 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 三三三三三 二三四四四 五〇五〇五 |
| 九九八八八 〇〇九九九 二〇八六四 〇二三四五 | 八八八八八 九九八八八 二〇八六五 六七八九〇 | 八八八八八 八八七七七 三一九七五 一二三四五 | 八八八八八 七七五六六 三一九七五 五六七七八 | 八八八八八 六六五五五 三一九八六 八九九〇〇 |
| 九九九九九 三三三三二 四二一〇八 一八四〇六 | 九九九九九 二二二二二 九五四三一 二八四〇五 | 九九九九九 二一一一一 〇八七五四 一七二八三 | 九九九九九 一一〇〇〇 二一九八七 九四九四〇 | 九九九九八 〇〇〇〇九 五四二〇九 五〇四九四 |
| 七七七七七 四四三三三 一〇九八六 三二一〇九 | 七七七七七 三三三三三 五四三二一 八七六四三 | 七七七七七 三二二二二 〇九七六五 二〇九七六 | 七七七七七 二二二二二 四三二〇九 四三一九七 | 七七七七七 二二二二二 八七六五三 五四二〇八 |

| | | | | |
|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| 〇〇〇〇〇 八八八八八 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 |
| 〇〇一一二 五〇五〇 | 二二三三四四 五〇五〇五 | 五五六六七 〇五〇五〇 | 七八八九九 五〇五〇五 | 〇〇一一二 〇五〇五〇 |
| 九九九九九 四四四四四 | 九九九九九 三三三三三 | 九九九九九 二二二二二 | 九九九九九 二一一一一 | 九九九九九 一〇〇〇〇 |
| 七五三二〇 三五八〇三 | 八六四三一 五七九一三 | 九七五四二 六七九一三 | 〇八八五三 五七六〇二 | 一九七五三 三五六八九 |
| 九九九九九 六六六六六 | 九九九九九 六五五五五 | 九九九九九 五五五五四 | 九九九九九 四四四四四 | 九九九九九 四三三三三 |
| 六四三二一 一九七五三 | 〇八七六五 〇八六三一 | 三二一〇八 八六三〇七 | 七六四三二 五一八五二 | 〇九八六五 九五〇八五 |
| 七七七七七 六六六六六 | 七七七七七 六六五五五 | 七七七七七 五五五五五 | 七七七七七 五五四四四 | 七七七七七 四四四四四 |
| 六五四三二 七七七八九 | 一〇九八七 九九九九九 | 六五四三二 九九九九九 | 一〇九八七 九九七八七 | 六五四三二 六六五五四 |
| 〇〇〇〇〇 七七七七七 | 〇〇 八八八 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 | 〇〇〇〇〇 八八八八八 |
| 九九九九九 七八八九九 | 〇〇 七八八九九 | 〇〇〇〇〇 一一二二三 | 〇〇〇〇〇 三四四五五 | 〇〇〇〇〇 六六七七八 |
| 五〇五〇五 〇五 | 〇五〇五〇 〇五 | 〇五〇五〇 〇五〇五〇 | 〇五〇五〇 〇五〇五〇 | 〇五〇五〇 〇五〇五〇 |
| 九九九九九 八八八八八 | 九九 八八七 | 九九九九九 七七七七七 | 九九九九九 六六六六六 | 九九九九九 六五五五五 |
| 九七六四三 五九三六〇 | 一九 三七七 | 八六四三一 〇三七〇三 | 九七六四二 六九三六九 | 一九七六四 一四七〇三 |
| 九九九九九 九九九九八 | 九九 八八八 | 九九九九九 八八八八八 | 九九九九九 八七七七七 | 九九九九九 七七七七七 |
| 三二一〇九 六六五五五 | 八七 四四四 | 六五四三二 三二二一〇 | 〇九八七六 九九七六五 | 五四三一〇 四二一九八 |
| 七七七七七 八八八八八 | 七七 八八八 | 七七七七七 八八八八七 | 七七七七七 七七七七七 | 七七七七七 七七七七七 |
| 八七六六五 五七九一二 | 四三 四六六 | 二一一〇九 七九〇二三 | 八七六五四 五六七八九 | 四三二一〇 〇一二三四 |

基魯沙酒精計在攝氏一六度以上時之百分率改算表

| 酒精計之度數 | 溫度 |
|--------|----|
| 二 | 一六 |
| 二 | 一七 |
| 二 | 一八 |
| 二 | 一九 |
| 二 | 二〇 |
| 二 | 二一 |
| 二 | 二二 |
| 二 | 二三 |
| 二 | 二四 |
| 二 | 二五 |
| 二 | 二六 |
| 二 | 二七 |
| 二 | 二八 |
| 二 | 二九 |
| 二 | 三〇 |
| 一 | 一六 |
| 一 | 一七 |
| 一 | 一八 |
| 一 | 一九 |
| 一 | 二〇 |
| 一 | 二一 |
| 一 | 二二 |
| 一 | 二三 |
| 一 | 二四 |
| 一 | 二五 |
| 一 | 二六 |
| 一 | 二七 |
| 一 | 二八 |
| 一 | 二九 |
| 一 | 三〇 |
| 〇 | 一六 |
| 〇 | 一七 |
| 〇 | 一八 |
| 〇 | 一九 |
| 〇 | 二〇 |
| 〇 | 二一 |
| 〇 | 二二 |
| 〇 | 二三 |
| 〇 | 二四 |
| 〇 | 二五 |
| 〇 | 二六 |
| 〇 | 二七 |
| 〇 | 二八 |
| 〇 | 二九 |
| 〇 | 三〇 |

附表三

三〇七



自
日
五
成

中華民國二十四年四月初版

版權所有
翻印必究

工學
小叢書
酒
精
一
冊

(68904)

本書實價國幣壹元貳角

外埠酌加運費匯費

著者 陳 駒

發行人 雲 上海河南

印 上海河南路 商務印書館

發行所 上海河南路 商務印書館

(本書校對者鄭光昭)

〇〇六二五

譯

44

75/74

