

第八卷 第二期

中華民國三十五年十月

黃 海

發酵與菌學特輯

(第四十四號)

黃海化學工業研究社發行

黃 海

第八卷 第二期 目錄

應用簡單設備由澱粉質原料製造酒精之試驗……潘尙貞17—24

論雜酒造酒業對於國計民生之重要……謝光遠25—28

黃海雙月刊

發 酵 與 菌 學 特 輯

第四十四號

定 價

每 期 三〇〇元
每 年 六 期 一八〇〇元

(掛號每期加三十元)

編 行 者 黃海化學工業研究社

四 川 五 通 橋

中 華 民 國 三 十 五 年 十 月

應用簡單設備由澱粉質原料製造酒精 之小規模工廠試驗

潘 尙 貞

(貴州安順資源委員會安順酒精廠)

目 錄

引言

設備簡述

酵母膠及麩麩之製造

試驗部分

製造手續概況

新鮮與乾陳麩之比較

乳酸菌侵入醱酒膠之爲害及其防止

溫度對於生酸之影響

後醱時期爲旺盛生酸之期

麩麩與大麥芽之比較

試驗結果之討論與結論

參考文獻

引 言

抗戰時期，乏汽油以供汽車燃料，後方名省，曾大事發展酒精工業，以代汽油。此項工業，所用原料，多半取自糖類及土酒類。後者只須經蒸餾一步手續；前者亦只須經酵母醱酵及蒸餾二步手續，即可製成酒精，方法至簡，故易於大量生產。惟土酒皆係由穀類（普通爲高粱，玉蜀黍，大麥小麥，穀米等）用土法而製成之酒，故其原料，實爲穀類，不過蒸煮熟化，醱酵，初餾等手續，採用土法而已。土法所需之設備、技術、管理，皆極簡易，惟產量則極低，大多爲理論，效率之百分之四十至五十，殊鮮達百分之五十以上者。應用新式科學方法，以澱粉質原料（穀類薯類），製造酒精，在國外固早極普遍，即戰前國內，亦有多家工廠行之。惟設備複雜，技術管理等問題，皆有相當困難之處。故戰時後方，除少數工廠，備有戰前所置設備者行之外，殊少採用之者。

新法由穀類製酒精之步驟，首須以原料加壓（1至3大氣壓力）蒸煮，使澱粉糊化

；繼以大麥芽或麩麵(2)(6)(7)(9)(10)爲糖化劑，使糊化之澱粉變成麥芽糖，而復以酵母菌，使糖份發酵成酒精，經蒸餾而分出純酒精。此中蒸餾所需加壓蒸餾器之設置，以及糖化所需麥芽或麵之製備，皆不易完成，爲此法困難之點。作者二十九年於昆明清華農業研究所生理組實驗室，從事此項試驗(5)，知加壓五磅，(三分之一大氣壓力)蒸餾二小時，以麩麵使之糖化，亦可得完全糖化之結果。三十四年四月，資委會安順酒精廠成立，以當地所產碎米極易收集，作者爰根據上述結果，應用簡易之設備，試行新法發酵於小規模工廠中，期能得較高之效率。此項試驗，於同年九月完成，時勝利已屆，自無推廣應用之可能。惟以試驗中若干結果，對於應用新式設備之技術上，亦有相當貢獻之價值，爰草此文，以與同好共研討之。

設 備 簡 述

試驗工廠所用設備，皆儘量利用最簡易設備者充之。廠房僅爲60'×14'×12'之平房二間，故無須用圖說明，凡浸漬，預蒸，(詳見下文)糖化、發酵等、用具，皆爲木桶，其容量以適合於每次製造可產酒精8-9介侖爲準。蒸餾及冷卻等設備，係特爲此等目的而設置，因未係通常所見之用具，特略述之如下：

蒸餾鍋 由三個53介侖汽油空鐵桶連結成直徑22''(即油桶直徑)長100''之柱形圓桶，平放木架上，而使油桶，頂原有之2''孔，放於下部。鍋內用2''自鐵管一條，長100''(與鍋長等)，連結鍋兩端之兩個2''孔(即上句所述之2''孔)此管底部開有二行 $\frac{3''}{8}$ 孔，二孔距離爲 $\frac{3''}{4}$ 。此管兩端，皆爲蒸汽通入之口。試驗結果，知用此裝置，可得均勻一致蒸餾之效果。鍋之頂部，開有三個2''孔，作爲物料裝入口。鍋之底部，裝2''白鐵管一條，作物料洩出管。此外鍋之頂部，尙裝有空氣洩出管及溫度表管各一。

蒸汽發生鍋 試驗工廠，無鍋爐設備。所需蒸汽，皆特以53介侖空油桶改製之蒸汽發生鍋供給之。每鍋用空桶一個，橫砌灶上。桶頂原有之2''孔，置於上部，作裝水入鍋之用。鍋頂開2''孔及 $\frac{3''}{4}$ 孔各一。2''孔裝接2''鐵管，作爲蒸汽導出管。 $\frac{3''}{4}$ 孔則常堵塞，於必需時開啓之，備插入木尺，以量度鍋中水面，其用以供給，蒸餾鍋蒸汽之一鍋，則裝有安全管一條，係 $\frac{1''}{2}$ 鐵管，長10呎，下部與鍋接處，作U形，上端則裝有2呎長之玻璃管一條，由玻璃管水面，可測知鍋中壓力。水面達玻璃管頂部時，壓力當爲5磅。

初餾設備 蒸餾鍋構造與蒸汽發生鍋同。含酒蒸汽，導入初餾塔。塔用油桶鐵皮製成，直徑12''，屬穿孔帽式，共十層，每層高 $\frac{1''}{2}$ 。塔頂置部份冷凝器一，以供給迴流

• 未凝結之蒸汽，由部份冷凝器通入完全冷凝器，由此可得冷却之初餾酒。初餾酒之精餾成酒精係於該廠蒸餾部份行之，該廠備有精餾塔，日產酒精 1,000 介侖，此項蒸餾塔及其附屬設備，於戰時後方已普遍採用，其構造雖多未完善處，大體要點，似已通曉，本文主論發酵方向問題，關於蒸餾設備之構造，詳情從略。

冷却設備 蒸餾之糊化醪，在糖化之前，須經一次冷却。糖化醪又須經二次冷却，方可施行發酵。為避免應用冷却蛇管，及大量冷却用水，本試驗中採用簡便方法以替代之，略述如下：熱醪由低處用小桶(3 介侖)打至高處，小桶兩個，上下於一木滑輪上，土法由井中汲水情形相仍，工作者可以減少辛勞熱醪由高處聽其緩緩流經鐵皮製成之槽，(闊 3 吋)而注入另一桶。由於熱醪流經槽時有蒸發作用，頗易於自行冷却。安順氣溫雖於夏季，(本試驗於六月至九月間完成)皆在 15° 至 28°C 之間，且殊乾燥，故由蒸發而達冷却目的，並無困難。

供水設備 本試驗中所用之水，皆為井水。亦用上述小桶木滑輪設備，打至高處，然後分流經鐵皮槽或鐵管至數個貯水桶，分置適當地點，使便於各部份之需用。井水溫度，在本試驗時期，經常為 18°C。

其他設備，除鐵管及其零件為正常之機械設備外，皆屬家庭或土法工場所常見之用具，故皆略而不述。

酵母醪及麩麴之製備

本試驗所用之酵母菌為 *Rasse II*，所用之麩菌為 *Aspergillus oryzae* Iowa No.40。二菌皆用麥芽汁瓊脂斜面培養保存之。酵母當應用之初，先培養於試管，次則於玻璃瓶中。所用培養液為麩麴每 100cc. 1.5 克(此物須先在 60°C 時浸漬 2 小時)及土糖每 100cc. 5—10 克。此項培養液，皆施行加壓滅菌手續者。保溫於 25° 至 30° C 24 小時後，即可移殖至下一步。主醱醪所用之酵母醪，亦用土糖配製，每 100 cc. 之醪，用糖 13 克，另加預行煮沸之糖化醪，(由碎米糖化而成者，即主醱醪所用之醪，詳見下文)其量則為酵母醪量十分之一，以供酵母菌養料。由於土糖所含緩衝質量(Buffer Capacity)甚低，此酵母醪極易加硫酸使其 PH 值降低至 4，如此可免乳酸發酵以防雜菌生長之繁複手續。10 介侖酵母醪，用 1 公升(Liter 下仿此)培養於玻璃瓶中成熟之酵母接種之，保溫 25°—30°C，24—30 小時後，即可供 185 介侖主發醱之用矣。

本試驗所採用麩麴之製備，法亦極簡單，製備之初，先於二重皿中，將麩菌培養於加壓滅菌過濾之麥麩上(水：麩=8：10，每皿用麩 20 公分)保溫 3 至 4 日，麩菌盛長，麩面遍生黃綠色孢子，即可作大量製麴時種子之用。

大量製麴時，每次用麥麩 30 公斤，和以 22 公升之水。置蒸餾中，蒸餾 2 小時，取出於麴台上放冷至 30°C，用 6 個二重皿之麩麴種入之，然後分裝 50 個麴盤(20" ×

20'×20')，後入麵室，(12'×12'，無特殊構造)本試驗時期之氣溫皆在 18°C 至 28°C 之間，麵室未置特殊保溫設備。氣溫在 24°C 以下時，開始時麵盤蓋置，黴菌生長時，所發生之熱量，不易發散，麵之溫度，極易升高，16 至 24 小時後，即可達 25°C—30°C。此時麵盤即行加蓋，並散置架上，使不致乾燥，而熱量易於發散。此後菌絲即行盛長，自此以後 24 小時內，即可成熟。表面呈淡黃綠色。氣溫在 24°C 以上時，麵盤於開始時即行加蓋散置，則 36 至 48 小時內，亦可成麵。

照上述方法，可無需特別管理之處。惟一應行注意之點，厥為麵溫之上升，麵盤散置後，必要時須上下易置一次或二次，蓋置於上層之麵盤，溫度易於上升，如達 40°C 以上，而麵尚未臻成熟，則麵片往往易於結成富有黏性之團塊，而乏糖化力。故溫度達 40°C 時，麵盤須移置室外，使之冷卻，方可無害。

倘黴菌能如上述之順利發育生長，則因麵之水份極低，細菌之雜生，固極不易；其他黴菌之侵入，則亦決不易與大量種入之黴菌競爭。萬一因溫度之不適當，或其他原因，黴菌生長遲緩時，方有其他黴菌侵入之虞。本試驗中共製麵二十八次，其中第一次因每盤蒸麵太多，熱量不易發散，而致少數麵盤因溫度過高而現黏性團塊，及另一次因開始時溫度太低，菌絲發育遲緩，而現有 *Mucor* 類雜菌侵入外，其他各次皆告成功。現有雜菌時，麵盤洗淨後、用 1 : 10,000 之氯化錄消毒清洗而後充分曬乾，始再用於下一次。

成熟之麵，可直接應用；或晒乾後應用。每次 30 公斤麥麵，可製成 20 公斤乾燥之麵。分成四份，應用於四次醱酵，即 312(或 352)公斤之碎米。

試 驗 部 份

製造手續概況 每次製造用碎米 78 公斤。(後增用為 88 公斤)。先浸漬一夜次晨先成預蒸桶(即普通木桶，裝有四條蒸汽導管)；置水 60 介侖，用直接蒸汽煮沸後，以米緩緩加入，同時充分搗拌，米即開始糊化成飯。(容量為 95—100 介侖)此時即停止通入蒸汽，加冷水至 130—135 介侖。此時溫度可降至 60°—63°，即行將麵加入，其量為每次製造應需之總麵量之五分之一。繼續搗拌半小時。此部分糊化之膠黏性全失，即開放預蒸桶底裝就之洩出管口，使此部分，糖化之醪，流入蒸餾鍋。蒸餾鍋位於預蒸桶旁之下方，使醪之流入，方便而無礙。

在蒸餾鍋中(構造述於前節)亦用直接蒸汽加熱，煮至沸騰(安順海拔 1,300 公尺，沸點 95°—96°C)時，關閉空氣洩出管，繼續加熱至蒸汽發生器之玻璃管(構造述於前節)頂現水時，蒸餾鍋中溫度可達 101° 至 102°C。為安全計，未再用較高壓力。保持此壓力一小時，即在此壓力下，將糊化醪放出，遂注入另一貯醪木桶中。此桶位於蒸餾鍋下部，使醪放入，方便而無礙。

熱膠由貯膠桶提高八呎，而使之以每分鐘二介侖之速率，流過冷却槽，（構造述於前節）槽共長 50 呎，而達糖化桶。溫度即可由， $90^{\circ}-95^{\circ}\text{c}$ ，降至 $58^{\circ}-61^{\circ}\text{c}$ 。膠開始到達糖化桶後，即緩緩以每次製造所需總量之百分之七十五，分部加入。同時充分攪拌直至膠全部到達糖化桶後 2 小時加畢。糖化桶底亦備有蒸汽導入管，使蒸汽緩緩通入，即可保持膠溫於 $55^{\circ}-60^{\circ}\text{c}$ 。過加畢後一小時，糖化膠即行第二次提高八呎，而使之以每分鐘 $1\frac{1}{2}$ 介侖之速率，流經長 30 呎之冷却槽，而達另一貯膠桶。此時溫度可由 60°c 降至 $35^{\circ}-37^{\circ}\text{c}$ 。由此貯膠桶，再行將膠提高八呎，經另一鐵皮槽，注入發酵桶。此時溫度，更降低 $1^{\circ}-2^{\circ}\text{c}$ 。至發酵桶後，和以適量冷水，使溫度降達 $30.5-32^{\circ}\text{c}$ 時，總容量為 170-185 介侖。此時以所餘之百分之五之糖加入，然後注入 10 介侖已行準備妥善之酵母膠。每日上午八時開始預蒸之膠，至下午八時可完成各步手續，而達發酵桶。

發酵開始後，膠溫即上升，往往於 24 小時內達 $34^{\circ}-37^{\circ}\text{c}$ 。絕無超過 37°c 者，自無須人工冷却。36 小時內，發酵即可完成，可由發生氣泡旺盛之程度以斷定之。48 小時後，發酵膠即送往初溜，每次發酵產酒膠 180-185 介侖，適分二次初溜之，（構造述於前節）溜液酒精含量，初時可達 $85-88\%(\text{V})$ ，緩緩下降至 $10\%(\text{V})$ ，停止蒸溜。此時蒸溜鍋中殘液之酒精含量，屢于實驗室中證明其已全部蒸出，殘液放出棄去之，而另易新膠，再行蒸溜。

每次蒸溜所得之酒，充分混和後，其介侖數及酒精含量，正確測定之。所用酒精表，係根據標準表檢定者，溫度校正數，亦行詳為測定之。製酒效率，即由所產之純酒精量（依上列所得數字計算得來）而計算得之。本試驗廠所備之初溜設備，每日工作 16 小時，適可配合二次發酵之用，因此廠旨在試驗，故未加擴充，以增生產。精溜工作，則於本廠另一部行之，已述於前，詳情從略。

本試驗中，共行 102 次製造，曾遇多次機械方面及微生物方面之問題，可能範圍內，皆設法解決之。屬於微生物方面之問題，討論於下列各節。

新鮮麵與乾陳麵之比較 開始時之 47 次製造，係用晒乾陳舊之麵行之。嗣後各次發酵，係用當日成熟或一日前所成熟之麵行之。結果概略列於第一表。試比較表中 14-40 次中及 48-71 次中各次結果，後者效率，顯然較前者為高，雖乏直接糖化效率之數字，（如碘液試驗或發酵後剩餘澱粉之測定數）足資左證，然其他條件相同，故深信新鮮麵之糖化力，實較陳者為強。

乳酸菌侵入發酵膠之為害及其防止 本試驗開始時，即觀察到發酵膠為進行發酵時，其 pH（用指示劑於白磁板上約略估測之，此項數值未列入表內。）值急劇下降，而適定之酸量即隨之上升。此酸經試驗證為乳酸，因其無揮發性。試驗進行時，酸量隨試驗次數而俱增（注意第 32 次至第 40 次，及由第 48 次至第 71 次間，可測定酸度之

逐漸增加，第 47 次後曾停工二星期，故第 48 次，可視為初開始之第一次)，其結果亦列於第一表中，由此酸量之數值，計算所耗之澱粉質，可達總澱粉量 15—25%。製造效率之低劣，顯然此係大原因之一。本試驗廠設備簡單，無法使每一步手續上，妥善防除雜菌之侵入。唯一可能方法，似只有採用一種殺菌劑，有害於乳酸菌，而無害於酵母菌者，方有防止之效用。氫化鈉一物，似已知有此種藥劑之功效，(4) 惟因氫化鈉市上不易購得，而安順附近產螢石(氫化鈣 CaF_2) 甚豐，故即以後者，經酸化處理而試驗之。

用一定量之粉狀螢石，加二倍其當量 15N 之硫酸，充分搗碎 30 分鐘，靜置使之澄清，而後以上層澄清液傾出，用少量之水將剩餘螢石粉洗淨，洗液與傾出之澄清液混合，其中所帶之石膏沉澱，亦用澄清法分離之。然後再用大量清水，充分洗滌剩餘之螢石粉，由於螢石粉下沉極速，而其附着之石膏沉澱，則不易下沉，故極易使後者沖洗除去之，此項洗液棄去不用。洗淨之螢石粉，晒乾而後權之，較開始時所減少之量，自屬溶於酸中之量，如此處理，約有 40% 之螢石粉，溶於酸內，由此數值，可計算傾出之澄清酸液中，每 CC. 含有若干公分之氫氟酸，而以每 CC. 含有若干公分克之氫化鈣以表示之。

用此澄清之酸液，先於實驗室中考驗之，知每公升醱酵膠中，用 0.1 公分 CaF_2 時，確可阻止乳酸菌之生長，而並不影響於酵母菌，用量低於此時，則阻止乳酸菌之功用漸失；多於此時，則酵母菌之生長亦受妨害，故即照此比例，應用於大量之醱酵，其結果亦列於第一表中，(第 55 次至第 56 次製造) 可測定酸度確現顯著之減低，而產量效率，亦因以大增。

溫度對於生酸之影響 由第一表所列結果，顯然於使用氫氟酸後，醱酵膠中仍有若干酸量生成，根據微生物學原理，乳酸菌生長之適溫，多較酵母為高，故倘醱酵溫度降低，乳酸生成量固尚有減少之可能。惟本試驗工廠，乏良善之冷卻設備，故此試驗，於實驗室中之行，醱酵膠於酸桶中，種入酵母菌後，取出數瓶，每瓶一公升，分別於溫度較低處使之醱酵。待醱酵完畢後，酒膠之酒精含量，用分析方法測定之，取酒膠 200 CC.，蒸餾得餾液 100 CC.，而後用刻至 0.001 之比重表測定餾液之比重。此項結果，列第二表，可見發醇溫度若在 30°C. 以下時，生酸量確可更形減少，而生產效率，亦可因以增高。

後發醇期為旺盛生酸之期 用大麥芽糖化之澱粉質膠之發醇，可分三個時期 (9) (10)，即初發醇期、主發醇期，及後發醇期，為明瞭用蘆糖化之膠，是否亦呈此三個發醇時期，發醇膠於發醇進行時，每三小時測定其酒精含量一次，所得結果，用曲線示於第一圖中，由此曲線，可知確亦分三個時期。用麥芽糖化之膠，所以呈示後發醇期，係用糖化酵素於發醇期間有殘餘作用之故，用蘆糖化之膠，亦呈示後發醇期，係由於相

同理由，可由下列試驗以證實之，糖化結束時，醪中仍含有若干澱粉質，未完全糖化；此剩餘之澱粉質，於主發酵終了後，即由24小時至第36小時間，顯著消失，而此時發酵醪中還原糖¹成分，變止極微。（還原糖係根據 Stiles, Peterson, & Fred 氏法(8)所測定，澱粉質係應用 A. O. A. C. (1) 所述加酸水解法，此後用上法測定所成之還原糖量。）此項試驗之結果，列於第三表，並另於實驗室中，曾將糖化醪煮沸後再行之發酵，則並不現示此後發酵期，此後發酵期之存在證明後，發現此期間酸量之增加特多，即在應用氫氨酸之醪中，亦然（視第一表第86次至第96次製造）此顯然由於後發酵其醪之溫度已甚增高，且乳酸菌亦已盛長所致。倘發酵溫度能使降低，當亦可避免此弊。第二表所列結果，足以證明此說之不誤，惟已如上述，因設備未週，未能於大量發酵作此試驗。

麩與大麥芽之比較 麩或麥芽之功用，顯然有二：一為供給糖化酵素；一為供給酵母菌之養料。此二物對於此二功用，是否有優劣之分，亦曾作比較試驗，取由蒸餾鍋放出之糊化醪兩瓶，每瓶一公升，於實驗室中分別用麩及大麥芽施行糖化而復發酵之，並測定酒精酒精含量，結果列於第四表，由該表可知此二物在糖化效率上，可稱完全相等。而對於酵母菌養料一點，則麩顯然較大麥芽為佳，因用麩之糖化醪，其發酵速率，遠較用麥芽者為高。第四表所列結果，亦表示麩之使用，亦可於糖化時期，於一小時內加完，與普通用大麥芽之方法相同，並無弊點。

試驗結果之討論及結論

本試驗所採用之製造方法中，較為特別者，有下列各點：原料之蒸餾，分為二步行之，預行糊化及糖化一步手續，可使減少黏性、因而得以應用簡單之蒸汽發生鍋及蒸餾鍋，亦可達充分及均勻之蒸餾。應用冷卻槽以使醪冷卻，及應用土糖以製酵母醪二點，亦有助於設備之簡化。賴此各點，本試驗得以藉簡單設備而告完成。

本法所具缺點，首為蒸餾溫度太低，僅 101° 至 102°C ，澱粉未能充分糊化，故即在成績最佳之第88次製造中，仍餘有澱粉質每100 CC. 1.63 公分。（此中當包括許多可由加酸水解而生成之還原性物，如五碳糖，半纖維素等。）（視第三表）次為乳酸菌之侵入發酵醪，使糖分之一部份，變成乳酸而告損失。雖可用氫氨酸避免此項損失之一大部份，惟仍有多少乳酸生成。成績最佳之第88次製造中，所生乳酸量，等於澱粉量之5.5%，故本試驗中所得之產量，只合於理論效率之70—75%，倘上述二項損失能予避免，產量自可達到普通新法效率之數值(90%)(2)(3)。乳酸之生成，可用較低之發酵溫度以避免之。關於蒸餾溫度問題，則作者實驗室中之經驗(5)，於 103°C (5 lba. 壓力)，蒸餾二小時，可以達到完全糖化之目的，惟本試驗完成時，勝利已屆，後方工廠，咸作結束

備，故未再增添良善設備，繼續進行試驗也。

本試驗中採用麩麵作糖化劑，其糖化效力顯然與大麥芽相同，其糖化作用，亦與大麥芽相似，具殘餘糖化之作用，使發酵呈後發酵期，至于酵母菌養料功用方面，則麩麵實較大麥芽為佳，足使發酵速率增高也。

誌謝 本試驗進行中，承軍醫學校藥品製造研究所所長張鵬翀先生賜借加壓殺菌器，分析天平，標準酒精表，及多種化學藥品應用；並承供給本試驗所用之螢石，特誌謝於此。

參 考 文 獻

- (1) Assoc. Official Agr. Chem. Official and Tentative Methods of Analysis 3rd, Ed. (1930)
- (2) Foth, G., Handbuch der Spiritus Fabrikation, Paul Parey Berlin (1929)
- (3) Jacobs, P. B. and Newton, H. B., U. S. D. A. Miscel. Pub. No. 327 (1933)
- (4) Monier-Williams, G. W., Power Alcohol, London, (1922)
- (5) Pan, S. C., and Liu, A. H., Biochem. Bull, No. 36 (1944) (清華大學農業研究所植物生理組出版)
- (6) Prescott, S. C., and Dunn, C. G., Industrial Microbiology, New York (1940)
- (7) Scheone, L., Underkofler, L. A., and Fulmer, E. I., Ind Eng. Chem. 32, 544(1940)
- (8) Stiles, H. P., Peterson, W. H. and Fred, E. B., J. Bact. 12, 428 (1926)
- (9) Underkofler, L. A., Fulmer, E. I. and Scheone, L., Ind. Eng. Chem. 31, 134 (1939)
- (10) 陳駒聲，酒精（工業小叢書），商務版，（民二三）

附 錄 一 圖 四 表

論雜糧造酒業對於國計民生之重要

謝光 蘧

內容概要：(一)雜糧造酒業之定義

(二)雜糧造酒，決非浪費食糧，實增進人畜之營養。

(三)發展雜糧造酒可繁榮農村，利便交通，增加國家收入。

(四)發展雜糧造酒之途徑。

一 雜糧造酒業之定義

本文所謂雜糧造酒業，乃以高粱，玉米(或稱玉蜀黍)，大麥，裸麥及薯類等為原料，用麥芽或酒麴及酵母，使其澱粉質糖化發酵成酒精而蒸溜之，或製酒精或製飲料酒之工業；其所蒸溜得之酒，可為高粱酒，可為大麥酒，可為威士忌(Whiskey)，亦可為人造橡皮，火藥等工業原料，亦可為代用汽油等液體燃料，此工業除酒外，有重要之副產酒糟(或稱酒粕，酒渣)，為其特點。

二 雜糧造酒在食糧經濟上之貢獻

雜糧釀酒，每有人反對，認係消耗糧食，有害民生，其實不然！蓋釀造酒所用者，祇雜糧中之澱粉質，其他如蛋白質，脂肪，無機鹽類及維他命等，均留存於酒糟中，仍歸還於人或動物(以下簡稱人畜)；而一般人畜所缺乏者，厥為蛋白質及維他命，尤以中國之人畜為甚，雜糧釀酒結果，不特未損失此等重要成份，且因麥芽，酒麴，酵母等之作用，酒精中之蛋白質與維他命等營養價值，較原料雜糧中所有者為高！我國農民早已知酒糟為最肥之飼料，最近美國已由科學試驗證明。

美國 Kentucky 省 Oldham County 農場，去年(1945)發表用酒糟摻入牛豬飼料試驗，結果如次：用 60 頭牛(每頭體重約在 840 磅左右)及 30 匹豬(每匹體重約在 100 磅左右)，分為兩批同時試驗；第一批 30 頭牛及 15 匹豬，用千斗玉米(每斗 56 磅)與 13 噸乾草(Roughhay)飼養 110 天，此為美國普通飼料，結果每頭豬平均增加 140 磅，每頭牛體重增加平均 160 磅。第二批 30 頭牛及 15 匹豬，用八百斗玉米及二百斗玉米釀酒後所得之乾酒糟 3200 磅，加乾草 11 噸，同樣飼養 110 天，結果每頭牛平均增加體重 205 磅，每匹豬平均增加仍為 140 磅。如下表：

第一批	所用飼料	{ 玉米千斗 (56,000磅) 乾草 13 噸 (28,600磅)
	所得肉質	{ 牛肉 4800 磅 豬肉 2100 磅
第二批	所用飼料	{ 玉米 800 斗 (44,800磅) 酒糟 3200 磅 乾草 11 噸 (24200磅)
	所得肉質	{ 牛肉 6,150 磅 豬肉 2,100 磅

第二批少用乾草兩噸(4400磅)，而多得牛肉 1250 磅外，尚多得 95% 酒精 450 加侖(美國酒精製造成績，每斗玉米可製 2.25—2.50 加侖酒精及 16 磅乾酒糟)。此可證明，釀酒業對於雜糧利用上之貢獻也。此外 Indiana 省 Farm Bureau Co. Operatives 之經理 Harry Truax 曾報告利用酒糟喂牛，可得二倍量之牛乳，現 Kentucky 一省已有八萬頭以上牛，採用酒精廠之乾酒糟，平均六個月內可增加體重 200 磅云。

我國舊式造酒，其方法雖與美國不同，然其失者僅酒精而已，至其酒糟所含之營養價值，或較美國之乾酒糟為高，最少亦應相等。我國酒精酒渣之於飼料，為時久矣！此作者認為雜糧造酒業，決非徒然消耗食糧，實有功於增加人類之營養。在抗戰期間，吾國公路交通所用之酒精，百分之九十為舊式雜糧造酒業所供給，此其對於國家之另一重大貢獻也。

三 雜糧造酒業對於農村繁榮公路交通及政府收入等之重要

我國生產方法，現仍以農業為基礎無疑，如農村不景氣，工業無法建立可斷言；今抗戰勝利，萬端開始，處處需錢！在短期間，欲求國富增加，祇有獎勵農業增產，此理甚明，惟欲求農產品之增加，必須有加工製造業之刺激！而農產加工製造，實即走向工業化之必經途徑。

雜糧造酒，乃重要農產加工製造之一，可將雜糧價值提高，而減輕運費，所製酒精，供給農村搬運農產，可發展窮鄉僻地之交通無疑。試以千斗玉米為例，其重量為五萬六千磅，今釀成酒精 2300 加侖，其重量僅 16000 磅(如製成燒酒或威士忌，其重量亦僅 30,000 至 32000 磅)。其副產酒糟，可就地消費，無需運搬(酒精重量由其所含水份多少而異，含水份 10% 之乾酒糟，約為 16000 磅)。所需搬運之酒精，其重量不及原料玉米之三分之一(燒酒則約為玉米之 2/3)。

以美國玉米成本與酒精成本比較！每斗玉米成本為六角三分；每加侖酒精成本為三角六分(見 Wielkie, Kolachov 共著 Food For Thought, 1942. 第 33 頁)，此三角六分中，玉米原料成本為二角五分，其他一切開支——包括煤電人工及設備折舊等——僅一角一分而已。是即 2300 加侖酒精成本 828 元中，630 元為原料玉米費，如由人類與家畜之食料觀點而論，此 16,000 磅酒精，實與 56,000 磅玉米價值相等，食料酒精之原料成本，可以不算，每加侖酒精成本，祇合一角一分而已，實較汽油在美國之市價為廉。由整個農業經濟觀點言之，此 1,000 斗玉米造酒後，其原料費 575 或 630 元，純為農村之利益。

如用酒精為汽車燃料，搬運農產品，以三噸載重汽車為例，每加侖酒精可駛八公里，則此 1,000 斗玉米所製之酒精，可運 550 噸貨至 100 公里(合 200 華里)以外，時間僅需三四小時而已。以我國現時所有之釀酒用原料雜糧製成酒精，作者手邊，雖無統計數字，但敢斷言酒精不可勝用也。是必有一部份或大部份釀造成飲料酒，以供社會之

需要，而助國家之稅收。

飲酒對於人生，害多益少，似已成公論（其實飲酒過量則有害，少量且有益）。然酒為人類嗜好品；有如茶煙，為社會中不可缺之物，美國曾禁酒十三年，結果政策失敗（至為顯明（參閱拙作美國啤酒工業）；且酒稅為任何國家之重要收入，貧窮如中國之政府，豈能輕言禁之，既不能禁，則應謀改良政策，使釀造效率增高。則人民得利，而政府亦增加稅收也。

四 發展雜糧造酒工業之方法

發展造酒工業方法，不外二途；一為稅律及管理上之改良，二為製造技術上之改良。茲分別申論之：

我國現時酒精價格，遠較飲用酒為高，實為不合理現象，國家如獎勵製造酒精，發展交通，促進化學工業計，酒精應絕對免稅，如為防範其與飲用酒相混，可採用退稅制，美國於1906年即成立工業用酒精免稅法。世界各國均未有酒精較飲用酒為高價者。蓋飲用酒均課重稅，寓禁於征，亦此之意。在美國酒精製造成本，每加倫約五角，其實價每加倫不過六七角而已。至於飲用酒如威士忌（含酒精約50%），每加倫製造成本約三四角，但每加倫須納稅十元，故其售價高如酒精二十倍至三十倍。

我國酒稅甚低，且以往多係包稅制，燒酒房多做少報，習以為常。如政府嚴加管理，調整稅律。則酒之稅收可增，而酒精之價格可廉，不難辦到。至於技術上之改良，實為極重要之一項。

談工業技術者，每以迎頭趕上歐美為口號，致常有人誤解，以為一切生產均須用最新式之歐美方法！數十年來新廠未建立，舊廠不改良，事實上等于停頓生產，此作者深不以為然者。夫農產製造，如釀酒造醬，藥材，夏布……等等，為中國之固有農村工業、非可棄之不顧，而另造洋酒，洋醬……等等，以代替者也。且中國農業，並非集體生產，大量集中製造、均屬不便宜。

以抗戰期中後方酒精工業而論，即為大量集中政策之失敗例。若干較大之酒精廠，在設立之先，均有原料統計根據。但製造開始後，無有不遭遇原料缺乏者。此無他乃短期內集中大量原料，越過農村社會之供應力也；而政府需用酒精，急於星火。又為減輕成本計，限制原料價格，結果農人無利相戒不前。致沱江流域之甘蔗及岷江流域之包谷酒（玉米釀成之酒），年年激減！而酒精事業亦因之凋萎矣。

查此等新設之酒精廠，十之八九購入燒酒，用簡單設備蒸溜而已。對於糧食之利用上，既無意義可言，其蒸溜效率亦極低微，徒然成為一種投機事業。如當初開辦即獎勵各原有燒酒房、購置簡單蒸溜器，自製酒精，實極容易，一方面請專門技術研究機關指導改良釀造法，則酒精必可增產，而政府與農民兩得其利。讀者如有不信，請參考四川製鹽業！

四川鹽井，散漫分佈各僻地，亦如其他農村工業情形，然其在抗戰期間，增產成績卓著，製造效率，亦年年增高。此無他乃因有鹽務局之管理。聘請專門研究所指導技術上之改良（如同黃海社所研究得之枝條架晒鹽法、塔爐熬鹽法及磚鹽製法，除毒質銀法等，已普通應用於四川各地），故其收效大而費力小也。反之四川僅有之新式製鹽大規模工廠（久大公司），終年原料不足，運輸困難，致未能發揮其效能。

由以上所陳述，吾人可得結論，即雜糧造酒之改良，宜由舊式釀造法上着手，而求其普遍改良；不宜於建造大廠採用歐美新法。觀日本為改良造酒，其大藏省特設國立釀造研究所於東京，規模宏大。而日本各縣市均有獨立釀造研究所，全國不下五十餘處。數十年來，日本之清酒釀造退稅情形，早已絕跡，政府與農人均沾其利，可想而知矣。

故作者建議酒稅局，倣鹽務局辦法，提高職員待遇，嚴勵取締漏稅，變更稅律，使酒之稅收增而工業用酒精價格低廉；獎勵農村自製酒精，而聘請專門研究機關負責指導技術上之改良。苟如是，數年之內，必有奇效，是對於國計民生之貢獻莫大焉！

1946年4月寄自美國

第一表 試驗工廠製造結果概況 註1
 麩類之乾燥對於製造效率之影響 氫氣酸對於生酸及生產效率之影響

製造次數	碎米用量	醱酵容量	醱中澱粉含量	麩類種類	氫化氫用量	醱酵時期中酸之酸量			相當於所生酸量之乳酸		初儲酒之生成量	製造總效率
						開始時	24小時後	36小時後	每100cc.醱中之公分數	合所用澱粉量之%		
	公斤	介倫	註2 每100cc 中公分數		每公升醱 所用CaF ₂ 之公分數	每cc.醱所需N/10NaOH 之cc.數			每100cc.醱 中之公分數	合所用澱 粉量之%	註3 介倫	註4 理論之 %
14	78	180	6.93	乾燥麩	0	—	—	—	—	—	5.18	54.2
15	78	180	6.93	乾燥麩	0	—	—	—	—	—	5.01	53.5
32	73	182	6.86	乾燥麩	0	0.30	1.62	1.87	1.41	18.5	4.88	52.0
33	73	180	6.93	乾燥麩	0	0.28	1.78	1.93	1.48	19.2	4.82	51.5
38	78	185	6.75	乾燥麩	0	0.28	1.58	2.08	1.58	22.6	4.62	49.2
40	78	180	6.93	乾燥麩	0	0.48	1.71	2.46	1.73	22.1	4.58	48.8
48	78	180	6.93	新鮮麩	0	0.37	1.20	1.59	1.10	14.3	5.64	60.0
49	78	180	6.93	新鮮麩	0	0.29	1.59	1.88	1.43	18.6	5.16	55.0
59	88	180	7.78	新鮮麩	0	0.45	1.75	2.01	1.41	16.4	5.92	55.9
60	88	175	8.00	新鮮麩	0	0.55	1.85	2.23	6.51	17.1	5.86	55.5
70	83	178	7.86	新鮮麩	0	0.48	1.80	2.12	1.48	16.9	5.80	54.8
71	88	180	7.78	新鮮麩	0	0.48	1.70	2.45	1.77	20.4	5.70	53.8
86	88	180	7.78	新鮮麩	0.1	0.61	0.92	1.23	0.51	5.9	7.60	71.8
87	88	186	7.54	新鮮麩	0.1	0.41	1.03	1.19	0.70	8.5	7.82	69.3
88	88	180	7.78	新鮮麩	0.1	0.57	0.98	1.10	0.48	5.5	7.87	74.4
92	88	185	7.57	新鮮麩	0.1	0.52	0.96	1.30	0.70	8.3	7.42	70.1
96	88	185	7.57	新鮮麩	0.1	0.57	1.10	1.27	0.64	7.6	7.42	70.1

註1. 試驗詳情、參閱本文

註2. 由醱酵容量及碎米之平均澱粉含量計算而得。碎米之澱粉含量經測定為60.2% (1)(8)

註3. 用95%(V)之酒精相當於所產之酒量表示之，此項數字，係指淨產之酒而言，由總酒量減去醱母器中土糖產之酒量而得。

註4. 由原料所含澱粉量及所產酒量計算而得。

第二表 溫度對於生酸之影響

製造次數	氟化氫用量 每公升醪所用 CaF ₂ 之公分數	醱酵開始時		醱酵20小時後		醱酵36小時後		酒精中 酒精之 含量 %
		醱溫	酸 度	醱溫	酸 度	醱溫	酸 度	
		°C	每cc醪所需 N/10NaOH之公分數	°C	每cc醪所需 N/10NaOH之公分數	°C	每公升醪所需 N/10NaOH之公分數	
71 酸酵桶	0	32	0.48	36	2.00	34	2.45	3.85
71 玻璃試驗	0	26	0.48	28	1.85	26	1.75	3.65
87 酸酵桶	0.1	30.5	0.41	34.5	1.08	32.5	1.19	3.95
87 玻璃試驗	0.1	28.0	0.41	29.0	0.94	26	1.10	4.30
87 玻璃試驗	0.1	20.5	0.41	25.0	0.91	20	0.96	4.45
88 酸酵桶	0.1	30.5	0.57	35.5	0.98	33.5	1.10	4.30
88 玻璃試驗	0.1	28	0.57	29.5	0.89	26	0.92	4.40
88 玻璃試驗	0.1	20.5	0.57	25.0	0.80	20	0.78	4.47

第三表 由碳水化合物之消失情形以證後期之存在

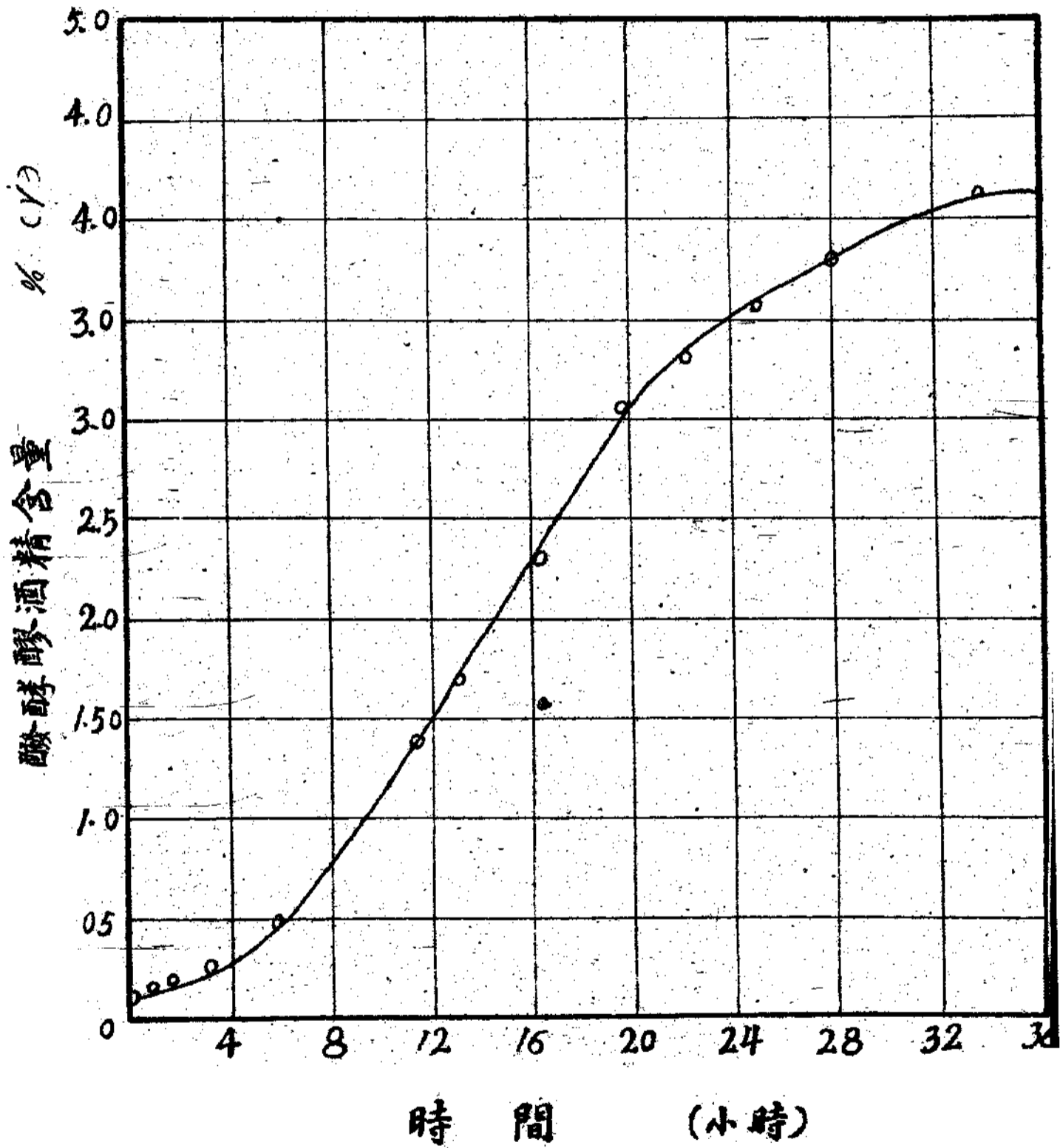
製 造 次 數	碳水化合物總量 (以葡萄糖表示之)			麥 芽 糖		
	醱酵前	醱酵24 小時後	醱酵36 小時後	醱酵前	醱酵24 小時後	醱酵36 小時後
	每100cc. 中公分數	每100cc. 中公分數	每100cc. 中公分數	每100cc. 中公分數	每100cc. 中公分數	每100cc. 中公分數
85	9.20	2.79	1.84	6.45	0.2	0.1
86	9.32	2.44	1.68	6.38	0.3	0.1
87	9.02	2.61	1.71	6.08	0.2	0.1
88	9.26	2.52	1.65	6.40	0.3	0.1

第四表 用大麥芽麩麵之糖化醱中酒精速率之比較 (註一)

糖化劑	溫度保持 於 55°-60°c 之 時 間 (小 時)	醱 酵 時 醱 中 酒 精 含 量			
		16小時後 %(V)	22小時後 %(V)	26小時後 %(V)	48小時後 %(V)
麩 麵	3.5	3.0	4.3	4.70	---
麩 麵	1	2.9	4.2	4.65	---
大麥芽	3.5	2.25	3.05	---	4.9

註一 本表試驗所用之糊化醱，係由蒸餾中放出者，糖化後醱未用水沖淡故酒精含量較大量之醱時為高

第一圖 醪中酒精含量-發酵時間曲線
 示^速醱酵速率及三醱酵時期



黃海發酵與菌學

第七卷第一期目錄

辣椒儲藏試驗	方心芳	1-6
發酵與菌學文摘八段		7-16

第七卷第二期目錄

資中酒精廠之設計與製造	張季熙 藍守誠	17-28
發酵與菌學文摘		24-26

第七卷第三期目錄

四川嘉定麴菌之研究	趙學慧	27-34
紹酒之改良與研究(二)	吳香魁	35-38

第七卷第四期目錄

神麴分解脂肪之效能	孫順潮	39-48
酵母菌研究之前途	蕭永淵譯	49-50

第七卷第五期目錄

糖酸發酵之研究	蕭永淵	51-52
1943年之發酵工業	鮑啓康譯	53-61

第七卷第六期目錄

化學醬油之試熬	吳明珍 宋 邁	62-64
美國酒精副產與「鷄犬豕馬牛羊」的吃食	仇鐵備	65-73

黃海發酵與菌學雙月刊

第六卷第一期目錄

幾種水果皮上之酵母	方心芳 淡家麟	1-8
廢物中多戊糖之利用	高盤銘	4-12

第六卷第二期目錄

用稻殼製造五碳糖試驗	高盤銘	13-16
酵母之鑑定(一)	方心芳	17-23

第六卷第三期目錄

中國醬醱中的酵母	方心芳 龔學文	23-31
酵母之鑑定(二)	方心芳	32-42

第六卷第四期目錄

紹興酒之改良與研究	吳香魁	43-47
酵母之鑑定(三)	方心芳	48-62

第六卷第五期目錄

苞穀酒	白漢熙 檀耀輝 徐翠華	63-76
酵母生長素(一)	方心芳	77-84

第六卷第六期目錄

職時醬油釀造法	蔣典鼎	85-89
酵母生長素(二)	方心芳	90-118