

第三卷 第一期

中華民國三十年八月

黃 海

發酵與菌學特輯

(第十三號)

黃海化學工業研究社編行

文化印書館印

黃 海

第三卷 第一期 目錄

- 甘蔗各部分內之Bios與酒精發酵之影響……方心芳…1-6
糖酸之製造(續)……吳冰顏……7-20
尿與硫酸銨對於酵母菌之營養價值…方心芳 溫天時21-24
酒精蒸溜之理論與計算(續)……謝光蓮……25-32

黃海雙月刊

發 酵 與 菌 學 特 輯

第 十 三 號

定 價

每 期 一 元 (學生八折)
每 年 六 期 六 元

編 行 者 黃海化學工業研究社

四 川 五 通 橋

印 刷 者 文 化 印 書 館

樂 山 老 霄 頂 三 清 宮

中 華 民 國 三 十 年 八 月

甘蔗各部分內之Bios與 酒精發酵之影響

方心芳

(黃海化學工業研究社)

(一) 引言

Pasteur^①於1860在他著名的「酒精發酵之研究」文內關於酵母的繁殖問題討論甚多，寫出不少的研究結果，證明酵母在無有機氮化合物液內能正常生長。例如10克的蔗糖，一克的酵母灰，0.1克的右旋酒石酸銨等「溶於100 cc水中」，加入逼針頭(tête d'épingle)大小的一點洗過的酵母，24至36小時已有小氣泡生出，表明發酵已經開始，第二天液體更濁，氣泡愈多。液底漸生白色沈渣，在顯微鏡下察看，沈渣為漲大、透明、無顆粒之幼酵母細胞，過數日後，細胞變老。巴氏用葡萄汁，甜菜汁等作試驗，酵母同樣的繁殖，不過發酵現象提早12或24小時而已。十一年後Liebig^②發表著作反辯巴氏，說酵母不能在沒有有機氮化合物液中正常生長與發酵。可是其他的研究者所得結果與巴氏相同，所以半世紀來都信酵母能在無機鹽及蔗糖液中正常繁殖。

1901年Wildiers^③研究酵母合成有機磷化物問題，用無機鹽及蔗糖液，將各種藥品的成份減至最少，且接入很微量的酵母，探其究竟。在這情形下，酵母多不發酵，液底也無沈渣，指示無酵母生出。可是接同樣的酵母於殺菌的麥芽汁中，則茂盛發酵，沈渣亦多，若接種多量酵母於無機鹽及蔗糖液中，酵母即繁殖發酵。這現象使wildiers丟開原來的目的，而改求麥芽汁內之所有無機鹽及蔗糖液內所無之物質。他作了很多試驗，用的混合培養液有數種。舉一例如后：水200克；蔗糖20克；硫酸鎂，氯化銦，氯化鉀，磷酸二鈉共0.05克；碳酸鈣0.01克的混合液，裝125克於小瓶中，各瓶接種的 *Sacch. cerevisiae* I Flansen，先在麥芽汁中繁殖，然後搖均滴入各小瓶內。在20°C.下培養，每天稱瓶的重量，減輕量應為糖變酒同時所生CO₂逸於大氣內之量。五天後，接種兩滴酵母的小瓶，重量不減或減很少，而接入五滴者，減輕量在5-5.5之間。可是同一情形下，先接種酵母三滴，殺菌後再接二滴的小瓶，五天後的減輕量與接種生活細胞五滴者相同，這指明接種酵母多時，酵母細胞帶入培養液中

一種生長上所必須的東西。巴斯德及其後人的錯誤，就是接種太多。wildiers 名這種酵母正常生活上所必須的東西為 Bios，他解釋 Bios 的性質如下：

(一)溶於水

(二)不溶於純酒精及醚內；但80%的酒可為 Bios 之溶媒。

(三)不存在於酵母灰中，所以不是無機物。

(四)5%的硫酸內煮半小時，Bios 不被破壞，20%的硫酸才能毀滅之。

(五)1%的氫氧化鈉內煮半小時，失去作用。

(六)醋酸鉛不能使之沈澱。

(七)可以透析。

(八) Liebig 牌肉汁，Peptone 及麥芽汁內都含有 Bios。

(九)尿素 Asparagin，Aniline，Tyrosine，nuclein bases，Adenine，guanine，Thymus nucleic acid，creatine，Albumin 之分解物內都無 Bios。

Wildiers 的文章使平靖半世紀的發酵界又起了大的風波。贊成與反對的聲浪充滿歐美的學術界。1903年 Kossowicz⁽⁴⁾ 用計算細胞數目的方法證明酵母在無機鹽及蔗糖液內不能正常生殖。他接種500細胞於100 c-c. wildiers 液內，12天後無生殖，14天後茂盛增殖，31天後增為140,000,000細胞。他換普通蔗糖為純蔗糖且改換無機鹽類，培養21天尚無生長，60天後增為1.80—2.20萬萬細胞。1920年 Williams⁽⁵⁾ 研究 Vitamin 是否為 Bios 問題時，用秤重量法，近來 Nielsen⁽⁶⁾ 也主張秤酵母乾燥量以比較其生長之優劣。其他學者有用酵母容積等等法者

以上所舉之發酵，數數，秤量三法比較，以發酵與數數簡單，而數數尚需有儀器。此文所發表之試驗，係用發酵法。據 Euler 及 Pettersson⁽⁷⁾ (1922) 試驗酵母細胞數的增加與 CO₂ 的生出不能常常一致，助酵母生長的東西，他名為生活觸媒 B I，B II 與 B III 都是影響發酵的因素，B III 與 Harden 的助酵素一樣云。某日人創立 Fermentation-auxin 一字（發酵促進素）表示促進生 CO₂ 之物者。然如何證明非 wildiers 的 Bios？wildiers 之試驗非亦係用發酵法乎？總之，四十歲的 Bios 可分為二期，前二十年為建立期，後二十年為研究期。研究之初步為分析，分離的結果，名字林立，莫衷一是。在這樣情形之下，我們寧用 Bios 表示用發酵法所得結果，似較為簡單合理。

日本的橋谷義孝，據說是酵母應用學的權威，在他1936年的巨著「酵母學」書內說，Bios 在學術上頗有趣味，在工業上無甚重要云云。我們不知此話從何

說起。他在酵母製造條內說麥芽根為酵母製造不可缺少的原料，因含有多量的Asparagine等氮化物云，這真可謂有眼不識泰山。蓋大麥芽根為Bios之倉庫，早為不可或疑之事。

關於Bios的重要，我們特譯一篇專著，介紹於後(下期)，於此不贅。然吾不得不言者，望利用酵母的人們，凡遇到酵母生長不旺，發酵衰弱時，如知非酵母食料缺乏，要立刻自問是否為Bios不足所致。待深知或試出非Bios缺少的原因，再探求其他問題為妥。

(二) 試驗

A 甘蔗各部分是否含有Bios?

甲。試液：

(一)蔗梢汁——自頂向下數，前六節之梢100克，切碎，加普通水200 c.c.，煮沸半小時，濾過，冷涼，取100 c.c.，蒸發至50 c.c.，是1 c.c. 等於蔗梢1克。

(二)皮汁——洗去灰塵，用齒去皮，切碎，取碎皮100克，加常水500 c.c.，煮沸半小時，傾出300 c.c.，蒸發至90 c.c.，裝瓶殺菌備用。每1.5 c.c. 合1克之皮。

(三)瓤汁——中間無皮之瓤，用嘴壓吸去汁，取50克，加常水250 c.c.，煮沸半小時，取100 c.c.，蒸發至40 c.c.，殺菌備用。2 c.c. 等於瓤1克。

(四)蔗汁——中間節內之汁，Bé 9°，濾清，殺菌備用。

乙。培養液：

我們以Nielsen^⑧液稍加改變如下：

蔗糖	100.00 克
磷酸一鉀	1.00 克
硫酸銨	0.60 克
硫酸鎂	0.70 克
氯化鈉	0.50 克
乳酸鈣	1.00 克
稀氯化鐵 1%	3 滴
加蒸溜水至	1000.00 c.c.

所用蔗糖為重慶冠生園的白糖，用80%的酒精洗滌一次。尚含相當的Bios，看比證瓶生CO₂之多，可以知之。

丙。試瓶的調製：

照上法配培養液1000 c.c.，平均分裝於十個瓶內。瓶的式樣與普通醬油瓶

相似，不過只盛 200 c.c. 上下，微綠色，五通瓶附近所造。十個瓶分為五組，每組二瓶，各組之調配法如下：

	培養液	梢 汁	皮 汁	蔗 汁	瓢 汁	水
第一組每瓶	100 c.c.	5 c.c.	—	—	—	5 c.c.
第二組每瓶	100 c.c.	—	7.5 c.c.	—	—	2.5 c.c.
第三組每瓶	100 c.c.	—	—	5克	—	5 c.c.
第四組每瓶	”	—	—	—	10 c.c.	—
第五組每瓶	”	—	—	—	—	10 c.c.

第五組不加任何試液，只加 10 c.c. 的水，沖淡培養液之濃度，與其他各組相等，作為比證，其他四組各瓶所得試液皆相當於 5 克之原試料。

瓶口用棉花塞住，包以紙帽。常壓殺菌三天，每天一小時。脫去紙帽，放入乾燥之保溫箱中一二日，以便棉栓乾燥及各瓶內液體吸收氧氣。

丁. 接種與秤量：

接種的酵母為 101 號酵母菌，預先培養在 Nielsen 液加酒洗白麵的培養液中十三天。激烈搖動，使細胞平均散佈於液內，用無菌吸管取出，即刻滴入各瓶中，每瓶三滴。加栓搖動秤量。嗣後每天秤量一次，測各瓶所生 CO_2 之重量。89 小時後，各瓶所減輕重量如下：

組 名 瓶 號	水		瓢 汁		皮 汁		梢 汁		蔗 汁	
	一	二	一	二	一	二	一	二	一	二
減輕量 (克)	1.7	1.8	2.2	2.3	2.7	2.7	3.0	2.9	2.3	2.4
平均數	1.75		2.25		2.7		2.95		2.35	

這表明甘蔗各部分含有 Bios，但以梢皮內為多。

B 蔗皮與蔗汁內 Bios 之比較

試液，培養液，裝瓶，殺菌，接種等手續全如第一試驗，各瓶之配製及發酵 95 小時之平均減輕量如下：

組 號	每 100 c.c. 培養液加試液 c.c. 數			CO_2
	皮 汁	蔗 汁	水	
一	0	0	6	1.5
二	1.5	0	4.5	1.9
三	0	1	5	1.7
四	0	3	3	1.9
五	0	6	0	2.3

100 c.c. 的培養液內加蔗皮1克之煮汁者與加甘蔗汁3 c.c. 之瓶，所生CO₂相等，是皮內Bios，較汁內約多三倍。

C 梢與瓢內之 Bios

一株甘蔗自第幾節起稱梢，很難決定。大概台灣由頂下數十節為梢，內江製糖時裁去之梢約二尺來長。我們這 C 試驗稱為梢者乃頂上七節的甘蔗，節的次第，由上數起。

組 號	100 c.c. 培養液加試料之克數				100 小時後所生 CO ₂
	第一二節	第 四 節	第 七 節	中間節之 含汁瓢	
一	1	—	—	—	3.8
二	—	1	—	—	3.0
三	—	—	1	—	2.3
四	—	—	—	2	2.6
五	—	—	—	6	3.0

第一試驗指明瓢與汁內Bios差不多，所以這次用去皮的帶汁瓢，切碎直入培養液中。梢係皮瓢汁的全體，由上表可以看出，梢部愈上含Bios愈多。最上的一二節內者較中間節瓢汁多出六倍以上，即第七節者亦多二倍有餘。

(三) 試驗結果的應用

由上節試驗結果觀之甘蔗內含Bios最多的為梢及皮，瓢汁內者約相等。製糖工程為去梢榨汁，是多量的Bios留於無用的蔗渣中。

據四川省甘蔗試驗場報告^③，川省製糖，甘蔗內糖份之最大損失處，為殘留於蔗渣中者，佔總糖量24.5%，為最終產品（水糖）之43%，每年有幾十萬噸的糖損失於蔗渣中，實堪注意。

因以上二事，我們主張改變川省蔗汁的取出法，壓榨以後，再加以水抽，Bios不怕熱，能用熱水更好。

我們西南的酒精主產地，無疑意的將在川省之產糖區。各酒精廠應準備直接用甘蔗釀酒，如白糖價高，則用糖蜜，才為經濟合理的經營方法。

參考書誌

- (一) Pasteur: Oeuvres de pasteur, T. II, p. 94-95.
- (二) Liebig: Ann. de Chim. et Phys. (4^e series), 23, 5-49, (1871).
- (三) Wildiers: La Cellule, 18, 313, (1901).
- (四) Kossowicz: Z. Landw. u. versuchsw. Oesterr, 6, 27, (1903)
- (五) Williams: J. Biol. Chem. 42, 259-265 (1920).
- (六) Nielsen: 黃海發酵與菌學, 第一卷第二期 23-29, (1939)
- (七) Euler 及 Petterson: Zeit. phys. Chem. 114, 4-16, (1922).
- (八) 黃海發酵與菌學第一卷第二期第二頁(1939).
- (九) 沱江流域蔗糖業調查報告, 第八章, 第十五頁。

(三十年四月四日)

糖 酸 之 製 造 (續上期)

液 體 發 酵 法

吳 冰 顏

黃海化學工業研究社

本 篇 內 容

緒言——丹寧原料——加樓丹寧——加樓丹寧之浸出——發酵——結
晶——乾燥——包裝——糖酸之精製

結 晶

糖酸之結晶問題，在製造上甚為重要。管理結晶之技術亦屬相當困難，唯條件適當時則極為順利，此在一切技術上之通例也。

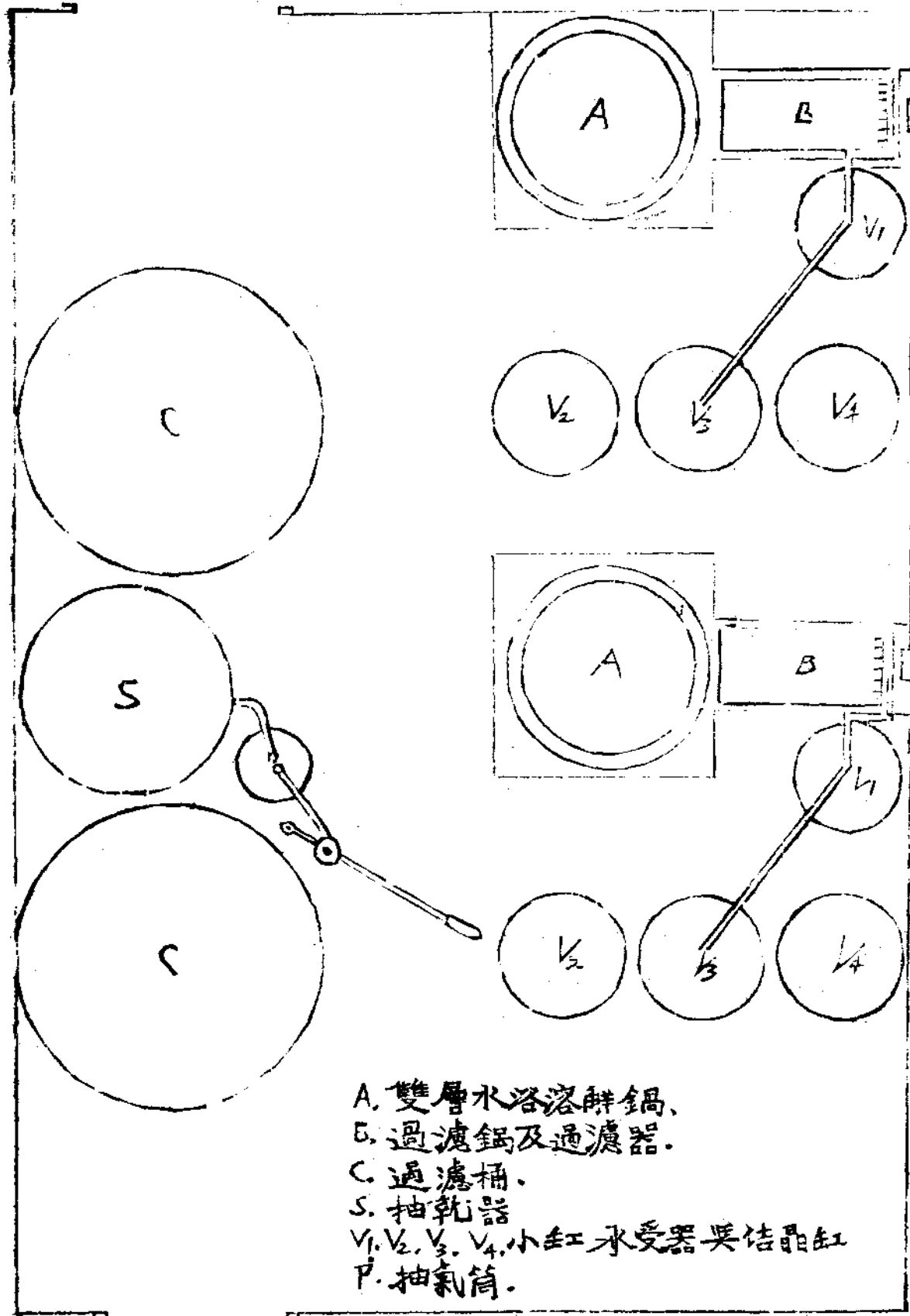
純潔的糖酸，在水中結晶為細小的針狀晶體（參閱緒言），含 1 分子的結晶水。溫度達 120°C. 時，此一分子的結晶水即行逸去。溫度 12.5°C. 時，水內的溶解度為 1: 130；100°C. 時為 1: 3。故將糖酸溶于熱水中，製成飽含溶液後，靜置之待冷，則美麗的針狀晶體即行結滿；此種操作極為順利而滿意，唯實際上由于所含不純物之存在，致使不能如此簡適。在本社進行糖酸發酵的研究之初，對此問題曾發生相當困難。蓋五倍子所含物除加樓丹寧外，尚有葡萄糖，含氮化合物，膠質物 (gum, mucilage, 等) 使糖酸結晶時不佳。發酵後母液中之丹寧，亦在結晶時發生影響。如含氮化合物，膠質物，破碎的纖維等含量多時，則晶體破碎不整，晶體細小，表面視之成粉狀，晶體內含之母液極難抽淨，且由于膠質物之存在而與母液膨脹成膠質狀態。此種現象極似澱粉之與水，在適當之水含量時，成一固形體，如加以擊動則又軟化而泌出水分。再靜置之則又回復其固形狀態。如此則所含不純物不易洗淨，且所含水份不易抽去，乾燥亦甚緩慢。此固形狀態雖經擊動可以軟化，藉以抽去母液，但如施以壓力，則壓力愈大，此固形狀態愈堅固。壓力過大，則寧破裂亦不放出液體。此點亦正與澱粉之特性相同。用減壓與離心等過濾方法，亦難得良好結果。母液含丹寧多時，晶體上附着之丹寧，洗滌時甚難除盡；因丹寧之粘度甚大，與晶體吸着，必用多量的水洗滌之始生效；而糖酸因洗滌之損失亦大矣。糖酸晶體如含少量的丹寧，乾燥後，顏色即行變深，尤以經過日光後為甚。蓋丹寧經空氣氧化後，顏色即行變深。糖酸本身決不能變化如此迅速也。此點著者經多次試驗，知其顏色之變深，皆由丹寧存在之故，如母液中含丹寧極少，而晶體又洗滌良好時，並無顏色變深現象。不但此也，母液中含丹寧多時，糖酸之溶解度亦隨之增大，因之糖酸結晶之收率亦行降低。五倍子中所含少量的一種膠

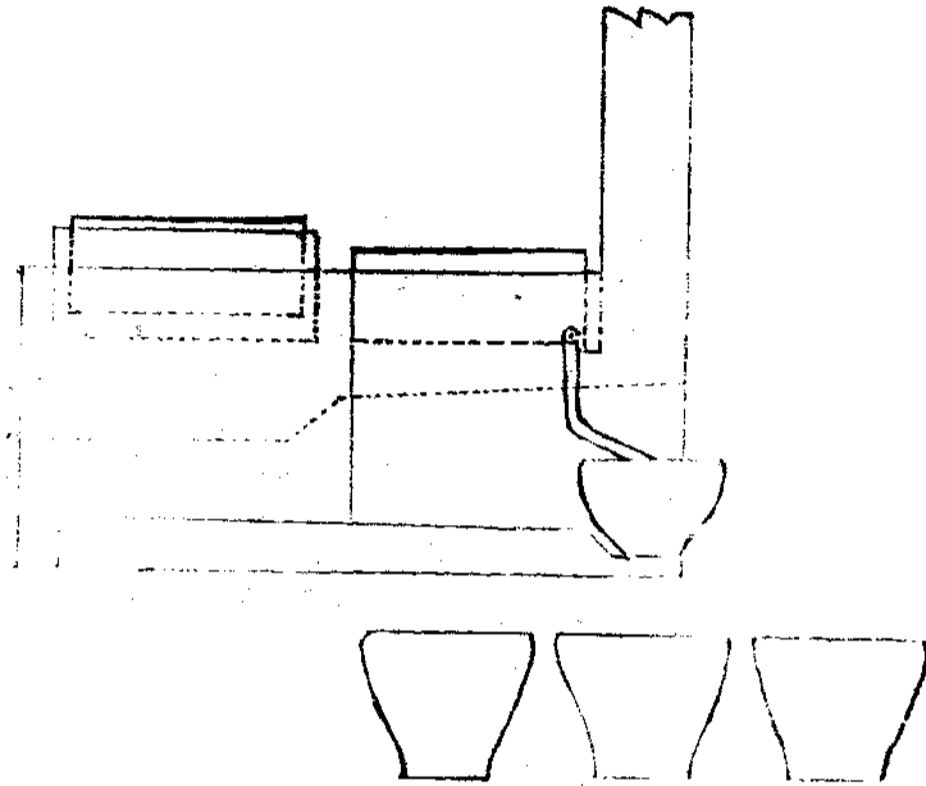
質物（按此物質或一部份爲蛋白質，因未詳加測定，未敢決定），對於糖酸製造中之結晶問題，發生莫大阻害。此種物質，在溫水中吸水膨脹，成膠質狀態，能經過濾紙，須經過極細之過濾媒介物始能濾出。此物質含量多時，用此種方法以分離之，則極爲遲緩。此種不純物在加樓丹寧浸出液中含量多時，發酵後之沉澱糖酸經沸水溶解後，溶液極混濁。過濾極困難，濾出液體仍混濁不堪，令人不快。濾液冷涼後糖酸結晶，此膠質物亦隨附晶體而析出，所餘母液反而澄清透明，使晶體不良。本問題研究之始，爲此點所受之挫折頗多。植物中所含一般的膠質物皆不溶于酒精及醚中。（P. Haas & T.G. Hill: An Introduction to The Chem. of Plant Products. P. 189, 1929）故上述之不純糖酸晶體，置乙醇中溶解之，膠質物即如棉狀析出，極易過濾；濾液澄清透明，不復混濁矣。由此濾液結出之糖酸晶體，雖顏色不甚潔白，然呈美麗之針狀，閃閃有光澤。對於洗滌抽乾者工作亦極順利。唯在中國此時之困難情形下，酒精價值過高，且在農村工業中，應用昂貴的溶劑，即在非戰爭期中，亦不適合。但參閱各文獻，對於糖酸製造時之結晶問題多無所闡述，僅有述及應用酒精與醚之混合溶劑以抽取糖酸者。此外，普通僅述及粗糖酸可在水中再結晶一次以得結晶糖酸者。唯此寥寥數字而已。雖僅如此，但已予吾人以莫大之勇氣與興趣，以追尋在水中結晶的方法。經多次之鑽探，試驗，追求，始獲門徑。其主要點即在浸漬五倍子以抽取丹寧時，即防此膠質物之浸出。如此則加樓丹寧浸漬液中既含此物極微，則製出之沉澱糖酸含此物更少，釜底抽薪，結晶之困難于此大部解決矣。爲避免此種膠質物之浸出，五倍子浸漬溫度必須較低。溫度達 40°C .時，此項膠質物即行隨加樓丹寧以浸出。浸液呈混濁狀態。以之發酵製成沉澱糖酸，則結晶時即不順利，難得良好成品。此外，在浸漬時，五倍子于浸漬桶內，以保持靜置狀態爲要。除浸漬液週流外，一切勿加擾動。一經較重之擾動，此膠質物即行浸出而使浸液混濁。溫度愈低，雖浸漬需時較長，然浸液極清而透明。故以春秋冬三季之溫度爲佳。（四川之普通天氣）。盛暑期間，浸漬室以保持蔭涼爲宜。此點對成品的品質的優劣，甚關重要。循此門徑，經多次試驗，過去對結晶之困難，始行克服，逐漸而進于工業化之途徑矣。

前述發酵室內，在發酵完了時，將沉澱糖酸取出，用淨水洗滌後，尚含可溶性不純物如葡萄糖，氮素化合物，溶解性膠質物，無機鹽，及少量的丹寧。不溶物如菌絲，孢子等。必須去除之以得較純的糖酸。去除的手續即在熱水溶解而濾過之，濾液放冷，再行結晶可也。

此項結晶手續，須建一結晶室以進行之。小規模製造者，另闢一結晶部份可矣。詳細手續，于下面闡述之。

結晶室之佈置如下圖：





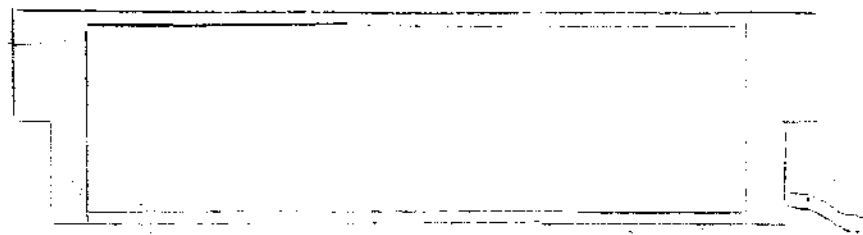
溶解鍋, 過濾鍋, 及結晶缸.

A. 雙層水浴溶解鍋——此鍋用以溶解沉澱磷酸之用，因磷酸與鐵有作用，在沸煮之情形下，銅亦能使磷酸之顏色加深；故用以溶解之鍋，仍以錫製為佳。如規模大時，可用鐵製，內加鉛裏或錫裏均可。無論規模之大小，此鍋之外鍋可用鐵板製造。因沉澱磷酸易于貼着鍋底，直接火則使鍋底之溫度不平均，易使鍋底損壞。故宜用此間接加熱之雙層水浴。設備充足當以蒸汽加熱最佳。內鍋之直徑2.5市尺，高為1市尺，外鍋直徑為2.6市尺，高1.3市尺，如產量增大，則將此鍋依需要而增加之。

B 過濾鍋及過濾器——磷酸在溫度低時，溶解度減小，故溶解後之熱水溶液，過濾時須加熱或保溫，否則磷酸即結晶而出，不能濾出矣。此鍋內裝過濾器，置溶解鍋之後部，乃利用其廢熱以行保溫過濾者也。鍋為錫製。長方形，長2.5市尺，寬1市尺。因後部廢熱之溫度不甚高，且沉澱磷酸入此鍋時，已完全溶解，故鍋底不致發生熔化之危險。小心應用，單層鍋即可。如為安全起見，做成雙層水浴鍋尤佳。此鍋之構造與前述丹寧浸液過濾時所用之過濾器相似。此鍋即相當于該過濾器之過濾箱。鍋之後部底上，亦裝以主管引伸至外面以流出濾液。主管向上之一面亦接以側管（六箇），接以橡皮管以與過濾板之小錫管相接連（與前述丹寧浸液過濾器相同）。過濾器包含過濾板，過濾板架

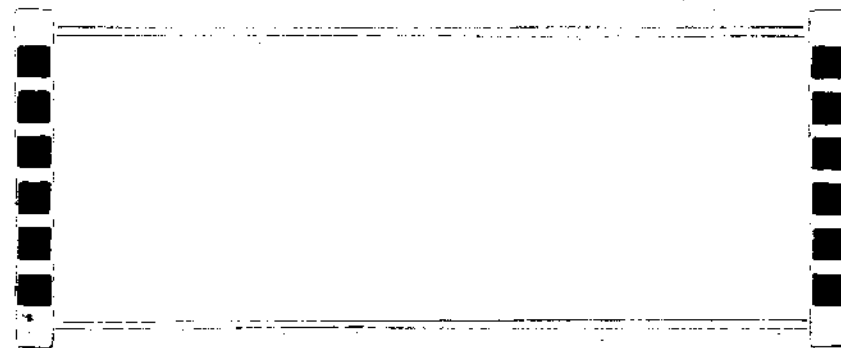
，過濾媒介三部份。

(1)過濾板——過濾板用木製，長2市尺，高0.55市尺，厚0.1市尺。構造與丹寧浸液過濾器所用之過濾板相似，唯兩面之槽，以用縱橫交通相連接者為佳。縱橫槽溝之餘隙成多數之方形突起，槽之底面較上面略窄，故此方形突起上面略小，如平頂之金字塔形。如此則效力較大。其底側小錫管之裝置亦與丹寧浸液過濾所用過濾板之裝置相同。板之兩側有耳，以便置于過濾板架之上。其形如下：

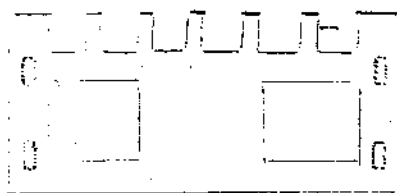


過 濾 板

(2)過濾板架——過濾板架亦為木製，用以支架過濾板，以免其移動而便于操作者也。其尺寸以恰如裝入過濾鍋內，而架穩過濾板為度，其側視與頂視圖如下：



頂 視 圖



側 視 圖

過 濾 板 架

(3)過濾媒介——過濾媒介以耐酸的織造品為佳。動物纖維如絲，毛織品為耐用。為減低設備費起見，即用細麻布可也。其裝置亦與丹寧浸液用過濾板

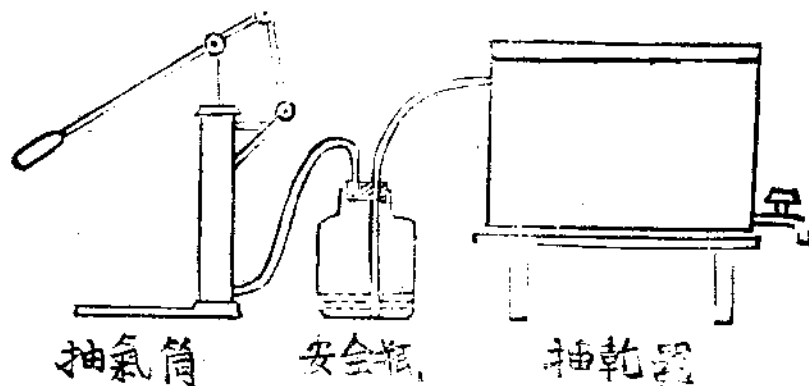
上濾布之裝置相同。

過濾鍋與過濾板之連接，可參閱前述丹寧浸液過濾器之裝配。

C. 過濾桶——木製大桶。過濾後之糖酸溶液，放冷結晶後，即移于此大桶上之竹篾編製的圓盤內。（圓盤上面編以密竹簾。）母液即濾入大木桶內。

S. 抽乾器——此器亦為木製之圓桶，桶之上部裝以假底，上鋪以布。濾後之結晶糖酸，即置于布上，以使用抽氣筒抽乾結晶內含之母液。

P. 抽氣筒——鐵製。為簡單計，即製成汽車上所用之打氣筒相似，而其活塞相反，改打氣而為抽氣耳。用以抽出抽乾桶下部之空氣，如此則桶內氣壓減低，結晶糖酸過濾洗滌後之殘餘液體可以抽出。其與抽乾桶之連接如下圖：



抽乾器之下部用以承受抽出之母液及洗滌液。此液體將滿時即啓開底側之龍頭放出之。

V_1, V_2, V_3, V_4 —— V_1 係承受過濾鍋濾出之糖酸溶液者。 V_2, V_3, V_4 為結晶缸。糖酸溶液由過濾鍋之出口（即鍋內主管之出口。）流出時，或直接用引管引入結晶缸內，不必先流入承受器 V_1 內。但 V_1 仍須準備，以承受滴下之液體而收集之，以免損失。此就設備簡單而言。若引管與過濾鍋之出口連接嚴密而可啓閉轉動者，則 V_1 為不必需。此外結晶缸亦可用木製之結晶盆或槽以應用之，唯須防其漏滲。

結晶室之工作情形——發酵室及蒸發濃縮室產出之沉澱糖酸，用淨水洗滌後，即用麻布袋吊之以滴出水分。待其成為固形而不變化形體時，即移于結晶室。用秤稱之，入溶解鍋內溶解之。溶解用水之硬度須不高，並先用砂濾缸濾過之。每100斤水約放入半乾的沉澱糖酸60斤（此沉澱糖酸約含水分在50%上下）。水則預先煮沸，加入雙層水浴溶解鍋內，外鍋之水此時已行煮沸。內鍋每鍋可裝水約200市斤及半乾的沉澱糖酸120市斤。（約為25%之糖酸水溶液。）繼續隔水加熱，使糖酸溶解。所含菌絲孢子，及其他不純物陸續浮起，可用篾瓢

撇起，將所含之糖酸溶液瀝入原鍋內，再用少許沸水洗淨。待沉澱糖酸完全溶解後，即用木瓢陸續移入後部長方形之過濾鍋B內過濾。過濾鍋內之過濾器須事先裝配妥善上壓以錫塊，以免浮起。如係二層鍋，並須事先于鍋內裝入少許熱水，以免燒損鍋底。(此點必加注意)。約經3小時即能濾完。溶解鍋內可重加入沸水與半乾之沉澱糖酸以溶解之，而行過濾手續。如此每日每鍋可行2-3次之過濾，即可過濾半乾之沉澱糖酸約240-360市斤。可出成品約100-150市斤。過濾後之溶液即引入瓷缸內，(如V3.)任其結晶。每日用二缸，此後結晶缸便輪流應用。過濾鍋用沸水洗淨，以防冷後糖酸結晶而出，以致引出管等堵塞。過濾板，過濾板架，濾布等，則用清水及刷子刷淨，爐內熄火，過濾器重新裝配妥當，以備翌日應用。翌日則除進行當日之溶解，過濾，結晶等手續外，同時進行結晶糖酸之取出工作。結晶缸內之糖酸經過一夜，已行結晶而出。呈閃爍之細針狀晶體，即用木瓢移于過濾桶C上面架置之篾盤上，使母液瀝入下面之大桶內。母液瀝完，用冷的淨水洗滌之。洗滌用水以平均緩緩撒佈于糖酸表面為宜。可用蓮蓬頭式的噴水器，或即用簡單的手提噴壺。噴水口以細而密為佳。待自篾盤下滴出之洗滌液無色或顏色極淡時，即停止洗滌，使洗液滴淨。洗後之結晶糖酸，即用木鏟移入抽乾桶以抽氣筒抽乾洗液。再噴以少量之淨水冷洗滌之，依前再行抽乾。此時之結晶糖酸已潔淨，乃用木鏟移入烘乾室所用的長形篾盤內(即烘乾盤)，送烘乾室乾燥之。母液及洗滌液用竹管引回浸漬室以代一部分的浸漬五倍子用水。

乾 燥

乾燥一項工程，在多數的化學工業上，為不可缺少者。故對此項工程之理論甚多，實際上應用的方法亦頗不少。有設備非常複雜的，亦有簡單在火道上或鐵板上直接加熱烘乾者。此皆視製造品之性質如何，設備費之多寡，生產地方的情形而定。普通，氣體與液體之乾燥，設備總須相當完善始可。固體物的乾燥視製造品之穩固情形而定，穩固的製造品則乾燥手續較為簡單，加熱烘之或任其風乾可耳。若製造品不甚穩固，或風乾須極緩慢，或一時不使之迅速乾燥即行變性，或生其他變化者，則須特別留意。于乾燥一項上不得不有所設施矣。

在結晶室抽乾之結晶糖酸尚甚濕潤，必須乾燥之始為成品。若令其風乾則甚遲緩。唯遇日暖風多之日，薄鋪于曝光通風之空地席上，勤加翻攪，則風乾亦甚迅速而順利。但此種天氣不多見，必須另有乾燥設備以補足之。即設備極簡之小工廠亦所必需。蓋糖酸為某幾種黴菌的碳素食料，此種結晶糖酸並非十分純潔，含些微的氮素化合物與無機鹽類，足供其營養。故此潮濕的結晶糖酸，于二三日內即有黴菌在表面生長。天氣熱時黑黴菌大為活動，天氣稍涼，則

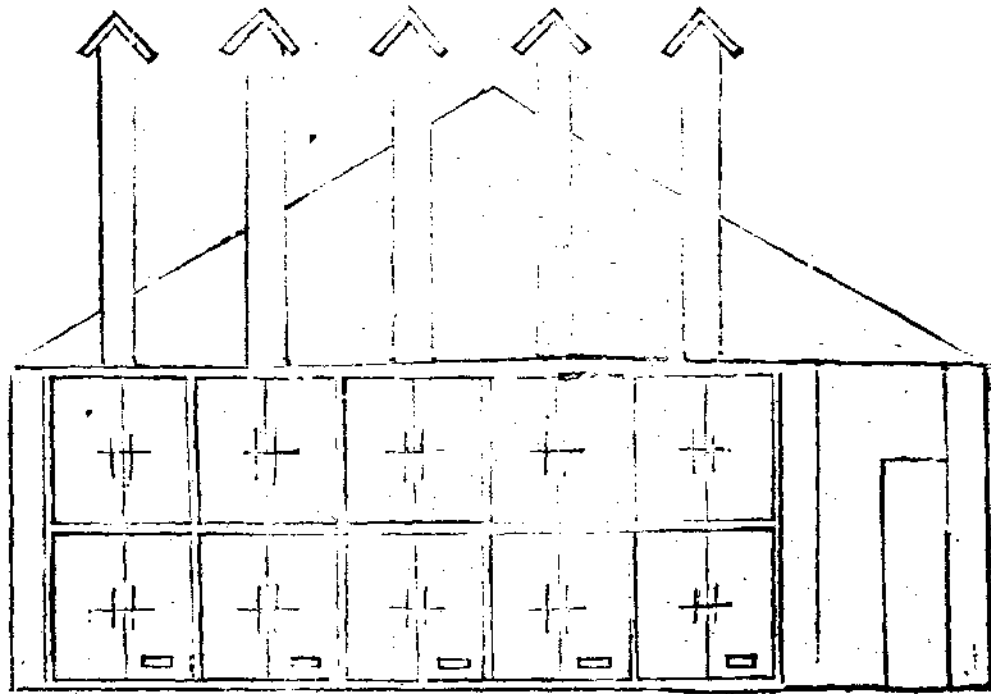
青黴繁衍。菌絲孢子滿佈表面。不但使成品不潔，且令人見而生厭。故抽乾後必迅速乾燥之，始能保存。

橐酸結晶，含 1 分子的結晶水，在 120°C . 時即行逸去。故烘燥溫度不能高。溫度高時且易使成品顏色不佳。以 $50-60^{\circ}\text{C}$ 為宜。用流通的熱空氣乾燥之。

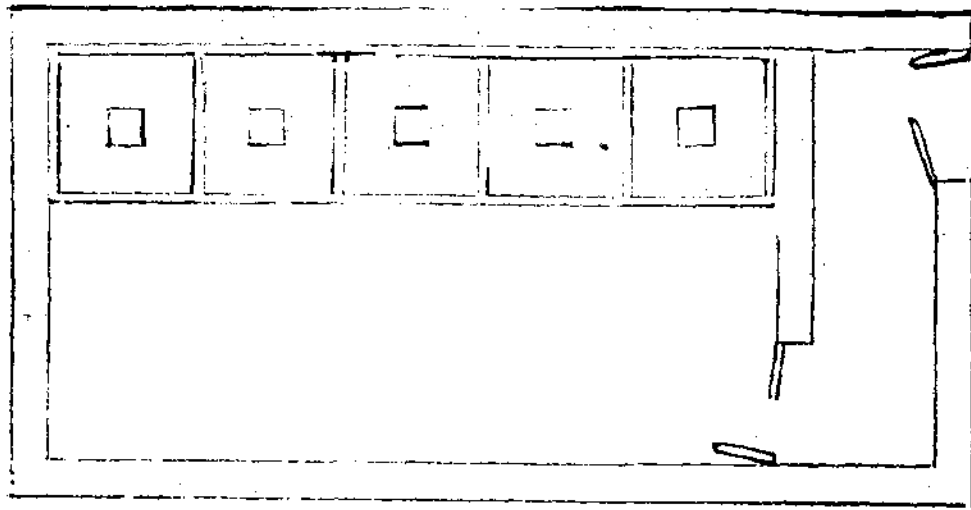
乾燥時空氣的烘熱方法，在設備單簡，節省消費，而效力較大，操作順利上着想，亦非易事。據本社高盤銘君之經驗。設備簡易之烘乾室，其加熱設備以用木炭火盆為佳。利用蒸汽管加熱，如設備不周，其效力尚不及此。此種方法，不但設備簡單，消費較少，且進行時頗為順利。易于管理。并無灰塵以汚烘乾的製品。利用此法以烘燥橐酸，亦收同樣效果。

烘乾室之建造——橐酸廠中須建一烘乾室，室牆加厚以便保溫。室之內部以木板牆隔成小室數間。（以產量多寡而定）。每一小室，各裝上下門兩部，可以啓閉以便放入與取出，翻攪，調置，加炭之用。上室之上，另以木板裝頂。頂之中央開一口，接以出氣筒，直穿出烘乾室屋頂之外，以便熱空氣攜帶水蒸汽逸出室外。每一小室除去氣筒外，另在前面下部門底開一入氣口以便冷空氣之引入。除此二者外，小室之板壁以不通氣為要。如木板有絲縫，可用皮紙密糊之。

烘乾室之建造，可依下面頂視與室內之側視二圖：

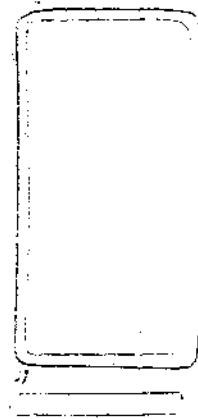
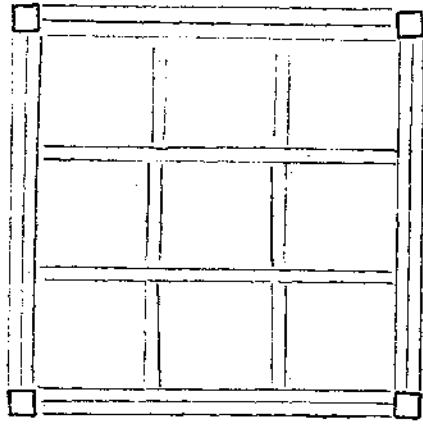


烘乾室內部一面側視圖

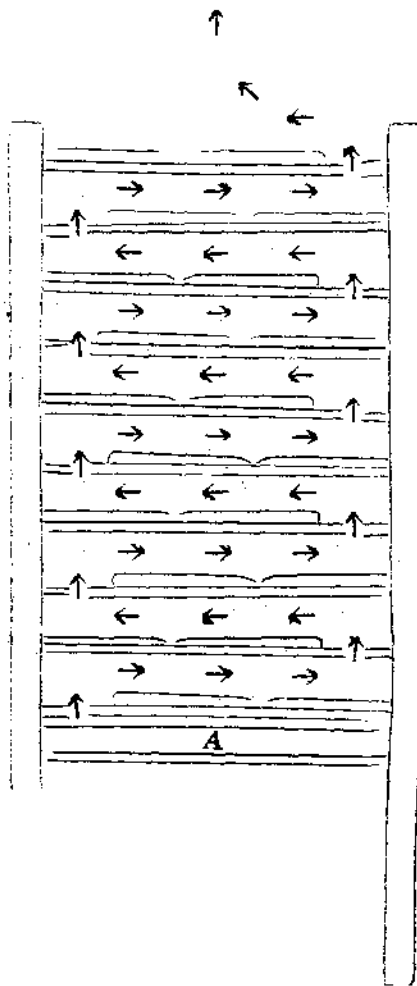


烘 乾 室 全 部 頂 視 圖

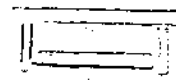
烘乾室之設備——烘乾室內，每一室可成邊長4.4市尺之正方形。高約10.0市尺。每小室內各裝一木製之烘乾架，其長寬以恰能放置于小室中為度。勿令留有空隙。烘乾架分10層，每層加以井字木格，以便擱置烘乾盤。烘乾盤以竹篾編製，長3.6市尺，寬1.8市尺。平底，四周加以0.1市尺高的邊沿。平底編製如竹蓆，以竹條為骨絡。烘乾架上每層井字木格平鋪烘乾盤一對，緊密相接。與烘乾架之四週，除左面或右面留一約0.6市尺寬之長方空隙以便熱空氣流通外，其他皆密切連接。熱空氣流通所經過之空隙係一層留于左，一層留于右。相替而上，以便熱空氣順序而上。每層烘乾盤的表面，流動上昇的熱空氣皆能經過，而帶去待烘乾的糖酸內水分。烘乾架下，平置火盆兩箇。火盆架上各置鐵製火盆一只，以便燃燒木炭。烘乾架，烘乾盤，木盆架等，各如下圖：



烘乾盤



A. 烘乾架



火盆架

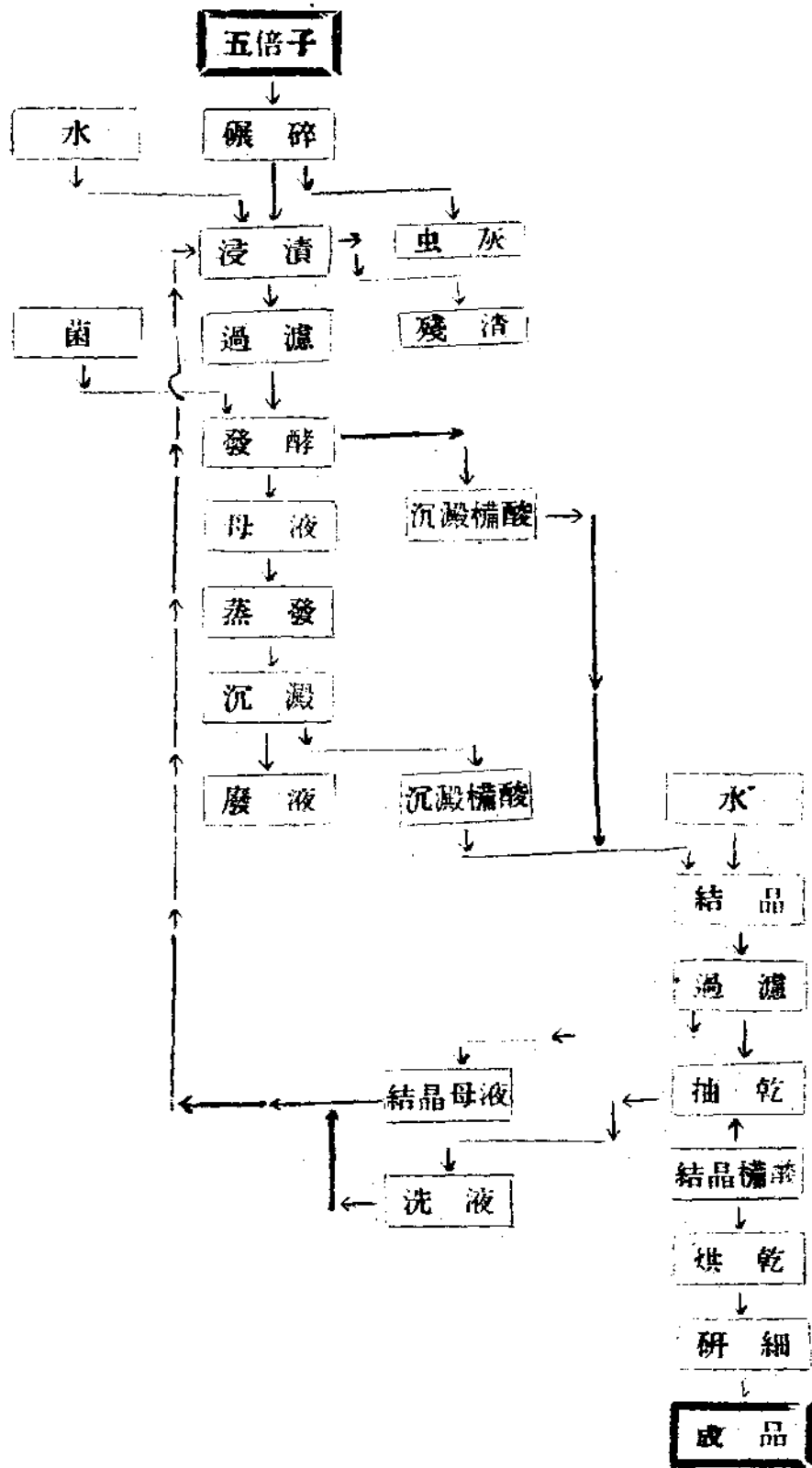
烘乾室工作情形——在結晶室將結晶備酸洗淨抽乾後，即分裝于上述的烘乾盤內，送來烘乾室。烘乾盤每盤約可裝乾備酸五市斤。薄鋪一層，依次置于烘乾架上。每兩盤佔一層。一層靠左，一層靠右。烘乾架下之火盆內，燃無火絡之炭火二盆。裝置畢，即將小室之門關閉。常時由入氣口觀察炭火之燃燒情形，火力勿使過大。並常時將半乾之盤內備酸，用竹筴翻攪之。最下一層之備酸，先行乾燥，結成輕鬆之大塊，取出研細，再置于最下層烘之。時常翻拌之，至以手捻之不覺些微濕潤時，即可取出冷涼之，是為成品。由五倍子之碾碎，以至此烘乾手續完了，為備酸製造上之主要工作。如管理良好，則平均每100斤五倍子可出此結晶備酸之成品30斤。烘乾之成品放冷後，以秤秤之，記其產量，即送包裝室中，放入大木桶內暫存。烘乾盤送回結晶室，以裝新抽乾之結晶備酸。烘乾架上面諸層之未乾者，依次移于接近之下層。結晶室再送來之濕潤備酸，依次置諸最上層。此後即循環不息矣。烘乾架上面諸層較高，須備一立梯，以便上下，而利操作。

包 裝

備酸之包裝，視運銷情形而定，務須防與鐵及水之接觸。合金之鐵皮，須于極乾燥之情形下，始不發生變化。稍一潮濕，鐵即與備酸起作用，經空氣之氧化而成備酸高鐵，呈藍黑色。與水接觸，不但因溶解而損失，且其潮濕地方即生黴菌，成品損壞矣。

小量者，可用廣口玻璃瓶裝，以塞密塞之。或用堅固之厚紙袋裝，而密封之。大量者，可用密麻布袋裝之，再裝入竹篾編製之席包中，然後裝入木桶封緊。木桶宜堅固，以防運輸時之破裂。此外因地制宜，視情形之不同，而變通包裝方法。未可拘泥，本篇未便多述也。包裝完了之乾燥成品，即送倉庫以待運銷。是項成品，可供焦性備酸製造，染料製造，某幾種醫藥品，如錫黃（代馬妥耳，Dermatol）等，製造之原料。乃工業用備酸。茲將其製造程序列表如下：（醫藥用或化學試驗用備酸，尚須加以精製。待下節述之。）

工業用橐酸製造程序表



糖 酸 之 精 製

本篇前述之 糖酸製造方法所得之成品，為白色粉狀（極細的針狀晶體）；乃工業用之原料藥品，其用途可參閱“糖酸之用途”一文（吳冰顏：糖酸之用途，黃海，發酵與菌學特輯，第一卷，第六期，第10—14頁。1940）。至于直接用于醫藥或化學試驗之純潔糖酸，則尚須將此工業用糖酸加以精製。

據中華藥典規定之糖酸（沒食子酸）檢查法為：

- (1) 本品之冷飽合水溶液，遇明膠試液，或蛋白試液，均不得起沉澱（檢鞣酸）。
- (2) 本品之熱水溶液(1:20)，應無色，如見黃色應極淡。
- (3) 本品之熱水溶液(1:2)中，加鹽酸使之酸性，再加以氯化鉍試液，不得起混濁（檢硫酸）。
- (4) 取本品用100°C之溫度乾燥後，減失重量不得過10%（檢水分）。
- (5) 本品灰化後，遺留灰分，不得過0.1%（檢無機雜質）。

據美國藥典之規定(U.S. Pharmacopoeia Requirements)為：

- (1) 結晶體……………白色。
- (2) 本品遇低價鐵鹽類之溶液，應無色，無沉澱。……………與丹寧酸之區別。
- (3) 遇明膠試，應無沉澱。
- (4) 灰化後，遺留灰分。……………小于0.1%。
- (5) 硫酸根……………小于0.02%SO₄。

以上兩種藥典所規定之條件，工業用糖酸不能盡合。主要原因乃由于，

- (1) 少量的丹寧及色素為蒸餾之結晶所吸着。故其熱水溶液(1:20)之顏色較深，且微呈丹寧(鞣酸)反應。
- (2) 極少量的膠質物及鐵素化合物，在糖酸結晶時，隨晶體析出。故其熱水溶液不能完全透明（此點藥典上未規定，但甚重要）。
- (3) 工業用糖酸製造時用水，係井水或河水，僅經過濾除去不溶性雜質；更加以進行一次的結晶手續，故所含灰分往往超過藥典之規定。故于精製時即着眼于此點，設法以去除之。

關於(1)(2)兩項，丹寧，色素，及膠質物之去除，據最新化學工業大全第13冊，第47頁所述之方法為：“將粗製品作成10°Bé程度之水溶液，一面加熱至70—80°C，一面加蛋白質，使鞣質樹膠之類凝結浮起。此時蛋白質則對于液體100升，約需乾燥雞蛋白10克，但亦可用大豆蛋白代之。掬取浮起之凝固物質，另以法蘭絨等物濾過，加活性炭於濾液以行脫色。次將精製液放冷，則成結晶，即可析出，故收集之，放入0°C以下之乾燥器內，使變乾燥，斯可矣。……………”

據本社魏文德君，依法試驗所得之結論謂（未發表），利用此法以精製糖酸，其成績須視粗製品之品質如何而定。粗製品品質不佳時（含膠質等物多），利用蛋白之凝固，雖可將丹寧去除，唯膠質物不能完全除去，精製品之熱水溶液，仍有混濁現象。唯以冷水浸漬五倍于所得之丹寧浸液，經發酵，結晶，

等手續所製之成品等，精製時不須加蛋白。僅以骨炭脫色，過濾，重行結晶一次，丹寧與膠質物即可去除。蓋本文所述之結晶檸檬酸，如製造時管理良好，則所得成品含膠質物與丹寧已極少，精製時易于去除之。唯所得粗製品，顏色尙未能十分潔白，作極淡之淺黃色。其熱水溶液尙未能完全透明，向光視之微現混濁。

此極淡之顏色，並不為重行除去之。若行一次之脫色工作，似甚難得到良好結果。其熱水溶液之些微混濁現象，尤不易去除之。

據本社高盤銘君之研究謂（未發表），結晶檸檬酸所含少量之膠質物，可不加蛋白，或酒精溶劑之力以去除之。結晶檸檬酸後15:100左右之熱水溶液，僅用熱過此方法，即可去除此不純物。由此結晶而出之精製品，其熱水溶液，乃澄清而透明。此試驗結果得到後，實予吾人以莫大之興奮與快慰。蓋利用蛋白與酒精，不但不加多製造成本與手續，且仍難得到良好結果。

此結果得到後，著者等即專意于脫色工作之研究，檸檬酸本身具有吸着色素的性質，且在進行脫色時，其水溶液（本不穩定），加熱時間稍久，顏色自行變深。故脫色手續之進行，須十分留意。經多次試驗，得一比較適用的方法。請述其概略如次。

結晶檸檬酸50份，澄清沸水250份。繼續加熱（直接火即可），攪動之使其迅速溶解。待其完全溶解後，即用保溫過濾器施行過濾。過濾媒介物之面積須特別增大。先將濾液之溫度，呈混濁狀態，即重行回入過濾器，直至濾出液澄清時，即將濾液濾入結晶器中。待完全過濾後，使濾液放冷，則成結晶。濾出母液，冷水洗滌之，抽乾取出。再溶于100份的沸蒸溜水中，繼續加熱，使其完全溶解，即加入3份之沸蒸溜水煮沸一分鐘，洗滌潔淨之骨炭，繼續加熱15分鐘以行脫色，再過濾。濾液放冷，結晶，濾出，以冷蒸溜水洗滌之抽乾取出如前。將此品體再放入70份之沸蒸溜水中，加熱溶解之。加入1份之骨炭經鹽酸處理而以沸蒸溜水洗淨之骨炭。繼續加熱15分鐘以行脫色。濾出之精製液放冷後，潔白之針狀晶體于是結滿，異常美麗。此時之晶體，最好不加重攪而濾出其母液，再行抽乾。以少許冷蒸溜水洗滌之，再行抽乾。放于 30°C .左右的乾燥器中乾燥之，即得閃爍發絲光的針狀晶8份。

此項精製品，顏色潔白，質體輕鬆，其熱水溶液（1:20），澄清透明，呈極淡之淺黃色。較之 E. Merck 出品之紙盒裝的純檸檬酸所配之熱水溶液（1:20）的顏色尚淡。無丹寧（鞣酸）反應，灰分極微，又因結晶檸檬酸係發酵方法所製造，非用加酸（硫酸）水解而製成者。故硫酸根含量極微。按中華藥典之檢查方法，無混濁現象。前列各種藥典之規定，逐條檢查，皆能合格。

此種精製方法，其收率較低。如每次母液中之檸檬酸加以收回。或連續製造時，利用母液為溶劑以行重結晶之手續，則收率尙可增高。此外當改進之點尙者多，因鑒于國內對檸檬酸製造問題之興趣正濃，未敢自私，故而附帶提出，以供讀者參考。尙望海內外賢達，有以指正焉。

（完）

尿與硫酸銨對於酵母菌 之營養價值

方心芳 溫天時

(黃海化學工業研究社)

(一)

我們所說的酵母菌，乃指 *Saccharomyces*，非廣凡的 yeast (酒母或酵母)。一般酒精發酵所用的酵母，都屬於 *Saccharomyces*，酵母菌屬的特徵如下：

麥芽汁中培養之初，細胞圓卵或長形，每每數個相連，多面芽殖，在麥芽汁中生沉渣，屢生環叢，培養日久則成醱 (Haut)，無性生子囊，每囊含孢子 1—4 個，孢子為圓，卵形，表面光滑，發芽時多有接合現象，都能發酵葡萄糖果糖及甘露密糖，發酵其他糖類者甚多。不會消食硝酸鹽，但多能勉強以乙醇為炭素原。

酵母菌不能利用硝酸鹽問題，討論近百年，近來已經確定，所以能列入屬類特徵之一。但銨鹽確為酵母菌的優良食料，文獻內之銨鹽不如銨基酸等等的記錄，恐怕多是研究上的錯誤，如酵母在 Peptone 液中發育特別好者，因 Peptone 內含有 Bios。所以在平常銨鹽便宜時，銨鹽應為一合適的酵母養料。

抗戰後永利銨廠停工，國內銨鹽來源斷絕各酒精廠無法應付，有自香港購買運入者，以寶貴的外匯及困難的交通，運購不值錢的硫酸銨，我們聽見之後，嘆惜之餘，即着手研究代替品，後方氮化物當然很多，我們覺得最便宜的為尿。且尿素可為酵母之食材，Lindner 等早加證明，我們於去年加以試驗，結果頗佳。即向各處說明請他們應用，勇敢的廠家即接受用尿，但感疑者仍多，故我們再作試驗，以窺尿之優劣。

(二)

人尿的成分常有變動，擬 Hawk and Bergeim 等的著作。常人一日之排出量平均數如下：

成 分	量(克)
Water	1200.00
Solid	69.00
Urea	30.00
Uric Acid	0.70
Hippuric Acid	0.70
Creatinine	1.20
Indican	0.01
Oxalic Acid	0.02
Allantoin	0.01
Amino Acid Nitrogen	0.20
Purine Basis	0.01
Phenoles	0.20
Chloride as NaCl	12.00
Sodium	4.00
Potassium	2.00
Calcium	2.00
Magnesium	1.50
Sulphur Totdl as SO ₂	2.50
Inorganic Sulphates as SO ₂	2.00
Neutral Sulphur as SO ₂	0.30
Conjugated Sulphates as SO ₂	0.20
Ammonia	0.70
Phosphate as P ₂ O ₅	2.50

1322.75克尿含尿素30克，約合2.25%，氮在尿素內佔46.6%，是尿含尿素氮約1%，硫酸銨含氮約20%，單以氮為準，比較尿與硫酸銨為20比一，即二十斤尿與一斤硫酸銨相等。

(三)

以前節所論，5克硫酸銨溶於水，對成100cc.，此液之營養價值應與尿相等。本文內之試驗全在探求此點。

試驗方法，仍如前，以Co₂之多寡，定試液營養價值之優劣。

(甲)尿與銨在混合培着液內之比較

2100.00cc的混合液含酒洗白糖210.00克，磷酸一鈣2.10，硫酸鎂1.47克，硫酸鐵0.02克，乳酸鈣2.1克，氯化鈉1.05克，加乳酸使PH=5。分裝21瓶，每三瓶一組，所受條件完全一致。各組之配合法如下：

組別	每瓶添加物 cc 數		
	尿	5% 硫酸銨	水
一	1	0	3
二	2	0	2
三	3	0	1
四	4	0	0
五	0	1	3
六	0	2	2
七	0	3	1

各瓶置於加壓殺菌器內，115° c. 半小時，接種無Bios培養液內生成之101號酵母菌五滴，發酵六天，各組所生之CO₂平均數如下：

組別	一天	二天	三天	四天	五天	六天
一	0.3克	0.9	1.7	2.3	2.9	3.4
二	0.4	1.3	2.2	2.7	3.7	4.1
三	0.5	1.6	2.7	3.4	4.4	4.9
四	0.6	1.7	2.8	3.1	4.3	4.9
五	0.2	0.9	1.6	2.0	2.5	3.1
六	0.3	1.0	1.3	2.3	2.8	3.1
七	0.3	1.1	1.9	2.4	2.8	3.1

上試驗各組，以含氮量而論，一與五相等(約0.01%)，二與六相等(0.02%)，可是一二三各組所生CO₂都比五六七各組者多。是尿之營養價值較理論數高，至於原因，我們覺得應歸功於尿中之Bios

(乙)尿與銨在紅糖及糖蜜醪中之比較

試驗方法與(甲)同，各組之配合與發酵結果如下：

醱類	組別	每瓶內添加物 cc. 數			CO ₂ (克)
		尿	5%硫酸銨	水	
糖 蜜	一	2	0	2	5.6
	二	4	0	0	6.4
	三	0	2	2	5.6
	四	0	4	0	5.8
	五	0	0	4	1.4
紅 糖	一	2	0	2	6.4
	二	4	0	0	6.8
	三	0	2	2	6.1
	四	0	4	0	6.3
	五	0	0	4	1.0

在紅糖醱中，尿比銨好得多，在糖蜜中 2 cc. 尿等於 2 cc. 5% 硫酸銨，4 cc. 者則尿較銨好。

(四)

以上試驗，指明尿對酵母菌之營養價值甚高，優於 5% 的硫酸銨液，換言之，20 斤尿比一斤硫酸銨的效力大或最少相等。

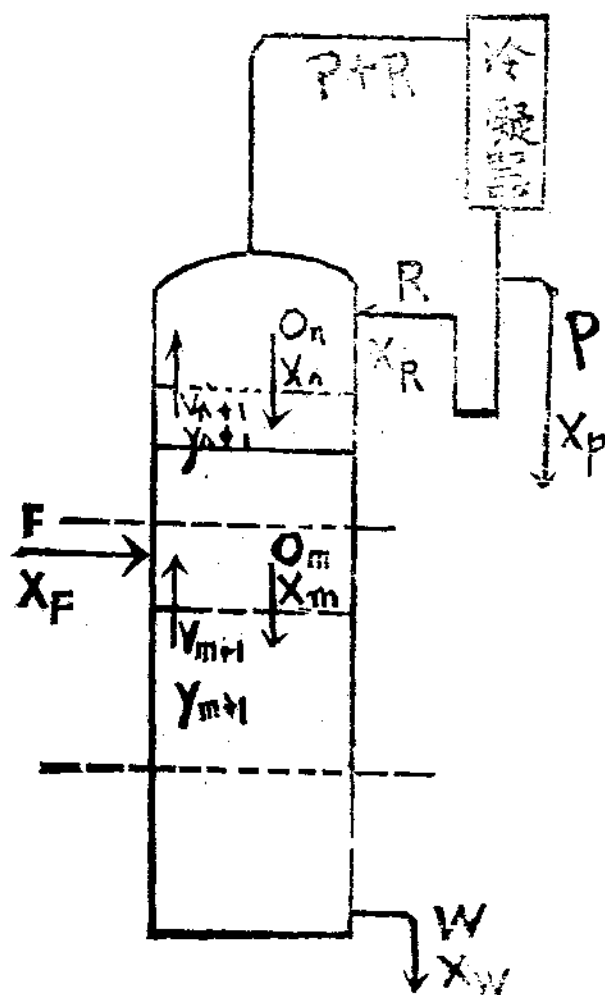
(完)

酒精蒸溜之理論與計算 (續)

謝 光 遠

第三章 精溜之計算

精溜 (Rectification) 為酒精蒸溜中最重要之工程，其目的為製成高濃度酒精，其手段為將一部份冷凝液流回蒸溜塔，使蒸氣與冷凝液充分接觸(如前述)。而精溜塔樣式，約有三種，即(1)鐘形板塔(Bubble plate tower)；(2)有孔板塔(Sieve plate tower)；(3)充填塔(Packed tower)。但普通多用(1)式，茲先就(1)式塔考慮其理論，如下圖。



- X = 液中酒精成份 (Mol Fraction)
- Y = 氣中酒精成份 (Mol Fraction)
- P = 單位時間內溜出物量
- X_p = 溜出物中酒精成份
- N = 原料加入層以上之某層 (由頂端算起)
- M = 原料加入層以下之某層 (由底部算起)
- O_n = 由 n 層流至 $n+1$ 層之溢流量 (單位時間內) (overflow)
- X_n = 由 n 層流至 $n+1$ 層之溢流中酒精成份
- V_{n+1} = 由 $n+1$ 層昇至 n 層之蒸氣量 (單位時間)
- Y_{n+1} = 由 $n+1$ 層昇至 n 層之蒸氣中酒精成份
- F = 單位時間內加入之原料
- X_f = 原料 (F) 中之酒精成份
- W = 單位時間內由底部放出之廢液
- X_w = 廢液 (W) 中之酒精成份
- R = 單位時間內之回流量 (Reflux)

如上圖，原料加入層以上各層稱為濃縮部，原料加入層以下，稱為收同部
 • 茲先就濃縮部考慮物質平衡(Material Balance)

$$\therefore V_{n+1} = O_n + P; \quad \therefore V_{n+1} \cdot Y_{n+1} = O_n \cdot X_n + P \cdot x_p;$$

兩式消去 V_{n+1} 項

$$\therefore (O_n + P) Y_{n+1} = O_n \cdot X_n + P \cdot x_p \text{ 或 } Y_{n+1} = \left(\frac{O_n}{O_n + P} \right) X_n + \left(\frac{P}{O_n + P} \right) X_p =$$

又就收同部考慮之，即

$$W + V_{m+1} = O_m; \quad \therefore V_{m+1} \cdot Y_{m+1} + W \cdot x_w = O_m \cdot X_m$$

$$\text{或 } Y_{m+1} = \left(\frac{O_m}{O_m - W} \right) X_m - \left(\frac{W}{O_m - W} \right) X_w \circ$$

以上為精溜理論之基本方程式，今再就熱的平衡(Heat Balance)考察之：

$$H_{n+1} = \text{蒸氣}(V_{n+1}) 1 \text{ Mol 所有之全熱量(Kcals/kg)}$$

$$h_n = \text{溢流}(O_n) 1 \text{ Mol 所有之顯熱量(Kcals/kg)}$$

$$Q = \text{由冷凝器所損失之熱量(亦即再沸熱量)}$$

$$q_n = \text{由} n \text{層上昇，因周圍輻射等損失(Kcal)}$$

$$\therefore V_{n+1} \cdot H_{n+1} = O_n \cdot h_n + P \cdot h_p + Q + q_n$$

$$(O_n + P) \cdot H_{n+1} = O_n \cdot h_n + P \cdot h_p + Q + q_n$$

消去 O_n 項

$$\therefore \frac{x_p - Y_{n+1}}{x_p - x_n} = \frac{Q + q_n - (H_{n+1} - h_p)}{Q + q_n - (h_n - h_p)}$$

但由保溫之完善，理論可省略 q_n ；故

$$\frac{x_p - Y_{n+1}}{x_p - x_n} = \frac{Q - (H_{n+1} - h_p)}{Q - (h_n - h_p)}$$

故由已知之 Q, H_{n+1}, h_n 等項，可計算 X_n 對 Y_{n+1} 之值，此為有名之 Sorel 氏公式，惟此式計算，頗為複雜，尤以 Q 等熱量，難於精確測定，不易用，故 Hausbrand 將其簡易化，以便應用。

Hausbrand 氏乃假定各層成份之蒸發潛熱(Latent Heat)均大致相等，即

$$\therefore L_p = L_n = L_{n+1} \dots = L_m = L_{m+1} \dots$$

而潛熱等於全熱量與顯熱之差，

$$\therefore L = H - h = 1 \text{ Mol 之蒸發潛熱。}$$

$$\therefore H_{n+1} = L_{n+1} + h_{n+1} \quad \text{由前述 Sorel 氏方程式，即}$$

$$\text{得 } O_n \cdot H_{n+1} - O_n \cdot h_n = P \cdot h_p + Q + q_n - P \cdot H_{n+1}$$

$$\text{但 } O_n(H_{n+1} - h_n) = O_n(L_{n+1} + h_{n+1} - h_n)$$

$$\therefore Q_n = \frac{Q - L_{n+1}P - (h_{n+1} - h_p)P + Q_n}{L_{n+1} + h_{n+1} - h_n}$$

$$\text{而 } Q = (P + R)L_p = (1 + \gamma)P \cdot L_p$$

$\therefore R =$ 單位時間內由冷凝器流至塔頂之可流液量

$$\gamma = R \div P = \text{回流比}$$

$$\therefore Q_n = \frac{(1 + \gamma)L_p - L_{n+1} - (h_{n+1} - h_p)}{L_{n+1} + h_{n+1} - h_n} XP \quad \text{由上述 Hausbrand 假定}$$

即 $h_p - h_{n+1}$ 及 $h_{n+1} - h_n$ 之差，較諸蒸發熱之差甚小，可省略之。

$$\therefore Q_n = \frac{(1 + \gamma)L - L}{L} \cdot P = \frac{L + \gamma L - L}{L} \cdot P = \gamma \cdot P = R$$

$$\therefore Q_n = Q_{n+1} = \dots = R = \gamma \cdot P$$

$$\therefore V_n = V_{n+1} = V = R + P = (1 + \gamma) \cdot P$$

此即說明濃縮部份之溢流(Overflow)與上昇之蒸氣之 Mol 數，大致相等，與塔內板層數目無關，而溢流之 Mol 數與冷凝器之回流(Reflux)，亦大致相等。故得

$$(R + P) \cdot Y_{n+1} = R \cdot X_n + P \cdot X_p$$

此即 X_n 對 Y_{n+1} 之關係，由此可計算各層上酒精成份，Hausbrand 曾做成各種表格，常為酒精蒸溜設計之重要資料，(1915 年出版之 *Rekifizier und Destillier Apparate* 一書。)

(1) 塔板層數(No. of Plates)計算法

塔板層數計算方法有種種，普通以圖解法最為簡便，此法為 Mc-Cabe-Thiele 兩氏所發明，故又稱 Mc-Cabe-Thiele 法。

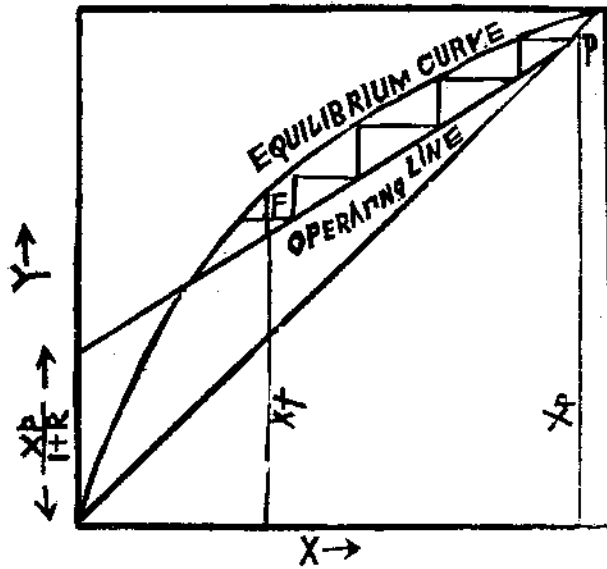
$$\text{由 } Y_{n+1} (R + P) = R \cdot X_n + P \cdot X_p, \quad \therefore Y_{n+1} = \frac{R}{R + P} X_n + \frac{P}{R + P} X_p$$

$$\therefore Y_{n+1} = \frac{\gamma}{1 + \gamma} X_n + \frac{1}{1 + \gamma} X_p \quad \therefore \gamma = \frac{R}{P}$$

$$\text{設以 } \frac{\gamma}{1 + \gamma} = A; \quad \frac{1}{1 + \gamma} = B; \quad \therefore Y_{n+1} = AX_n + BX_p$$

此為 X_n 對 Y_{n+1} 之關係式，此式所表示之質線稱為濃縮線(Enrichment line)，為精溜操作線(Operating Curve)之一部，而 $\frac{XP}{1 + \gamma} = B \cdot X_p$ 為此直線

傾斜度(Slop)。如下圖：在Y軸上，取得B、X_p點；由此點作一直線與X=Y=X_p之點相交，即為所求之濃縮線，而X_p即為溜液中酒精濃度。



設原料中酒精濃度為 X_f，由X軸上之X_f點引直線與平衡曲線相交；再由希望之成品酒精濃度 X_p=X=Y=P 點作平行X軸之直線與平衡曲線相交，再由其交點作垂直線與操作線相交，如是作梯步形線穿過X=X_f直線，則每一梯步代表一層塔板，如圖共計五層，即理論上所須塔板層數為五。

以上為濃縮部之計算，為於收回部 (Exhausting Part)，尚須另外考慮。

今以W為廢液 (Waste) 量，其中酒精濃度為X_w，則根據前節理論：

$$O_m = V_{m+1} + W; \therefore O_m X_m = V_{m+1} \cdot Y_{m+1} + W \cdot X_w$$

$$\therefore O_m \cdot X_m = O_m \cdot Y_{m+1} - W \cdot Y_{m+1} + W \cdot X_w$$

$$\therefore (O_m - W) \cdot Y_{m+1} = O_m \cdot X_m - W \cdot X_w$$

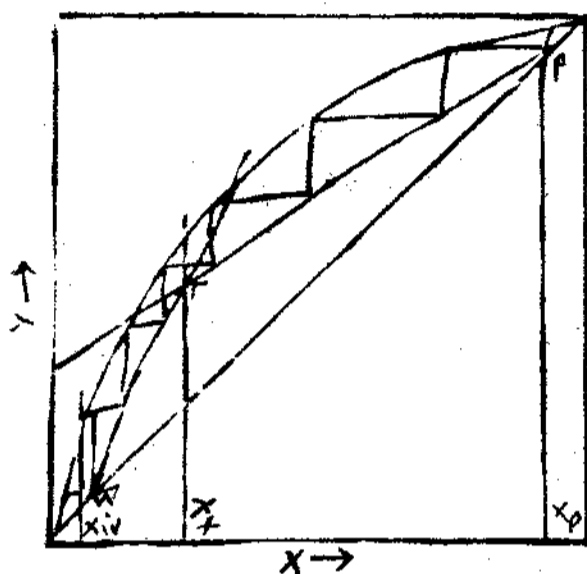
由前述熱平衡理論，即O_m=O_{m+1}=...=O'

今以O'作收回部之溢流 (overflow)；則

$$Y_{m+1} = \frac{O'}{O' - W} \cdot X_m - \frac{W}{O' - W} \cdot X_w$$

$$\text{苟以 } \frac{O'}{O' - W} = A'; \frac{W}{O' - W} = B'; \therefore Y_{m+1} = A' \cdot X_m + B' \cdot X_w$$

此以X_m對Y_{m+1}之關係，亦即操作線之一部，又稱收回線 (Exhausting Line) 之公式



如圖：P為 $X=Y=X_p$ 之點，W為 $X=Y=X_w$ 之點，今以兩直線相交之點為F，則F是否為 $X=X_f$ 之點，頗值考慮。

試思收回部之溢流，等於濃縮部之溢流與原料之和：即

$$O' = O + F = R + F = \gamma D + F$$

$$\text{然 } F = P + W \quad \therefore W = F - P$$

$$\therefore Y = \frac{O'}{O' - W} X - \frac{W}{O' - W}$$

$$X_w = \frac{R + F}{R + F - W} X - \frac{W}{R + F - W} X_w$$

$$\therefore Y = \frac{R + F}{R + P} X - \frac{W}{R + P} X_w$$

茲就F而論，此式應與濃縮操作線之方程式相等，即

$$\therefore R \cdot X + F \cdot X - W \cdot X_w = R \cdot X + P \cdot X_p;$$

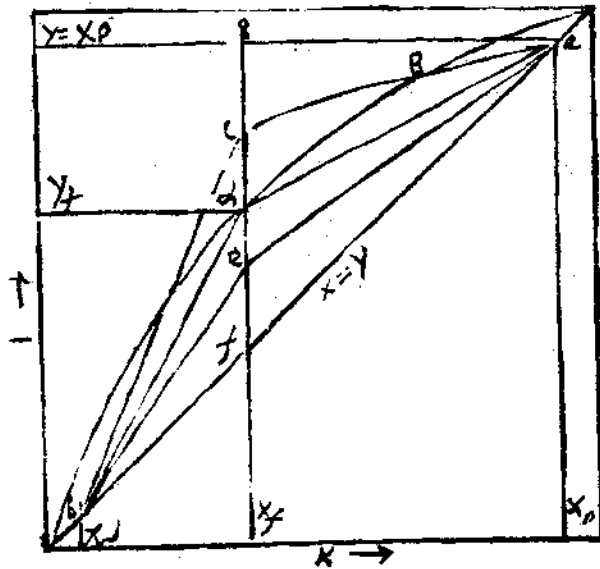
$$\therefore F \cdot X = P \cdot X_p + W \cdot X_w;$$

$$\text{但 } F \cdot x_f = P \cdot x_p + W \cdot x_w \quad ; \quad \therefore x = x_f$$

即兩操作直線之交點F，應在 $X=X_f$ 線上，由是，吾人作收回線時，將F與W兩點聯成直線即得。而求收回部之塔板層數，亦如前法作圖求之。

(2) 最小回流比(Minimum Reflux)之決定

上述塔板層數，乃由回流(R)之大小而決定，苟以 $\gamma = \frac{R}{P}$ = 回流比，則前述之操作線公式，由 $\frac{\gamma}{1+\gamma}$ 之值而決定其傾斜度，即 γ 愈大，其傾斜愈大，如 γ 大至無限，則 $\frac{\gamma}{1+\gamma} = 1$ ，即操作線與 $x=y$ 之對角線一致此時由圖解法所得之塔板層數為最小數(Minimum number of plates)，但回流既為無限大，則塔之效率(Capacity)殆等於零。



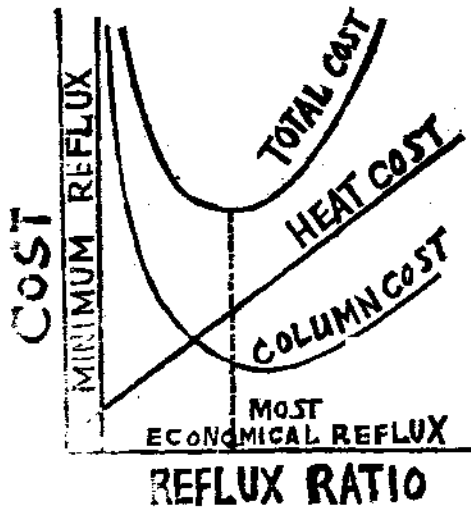
最大回流既屬不利，吾人試求最小回流，如圖 ac, ad, ae 為表示各種不同回流比之操作線，其中 ac 為最小傾斜，但越過平衡曲線，為事實上不可能。其次 ad 應為最小回流比之操作線，但達到 d 點時，需要無窮大之塔板層數，此亦為事實上所不許；故真正容許之最小回流操作線，乃稍大於 ad 之傾斜線。然 ad 仍不失為理論上之最小回流操作線，故可就 b 點考慮

之，即就 d 點 (Xf, Yf) 與 a 點 (Xp, Y=Xp) 作想，則

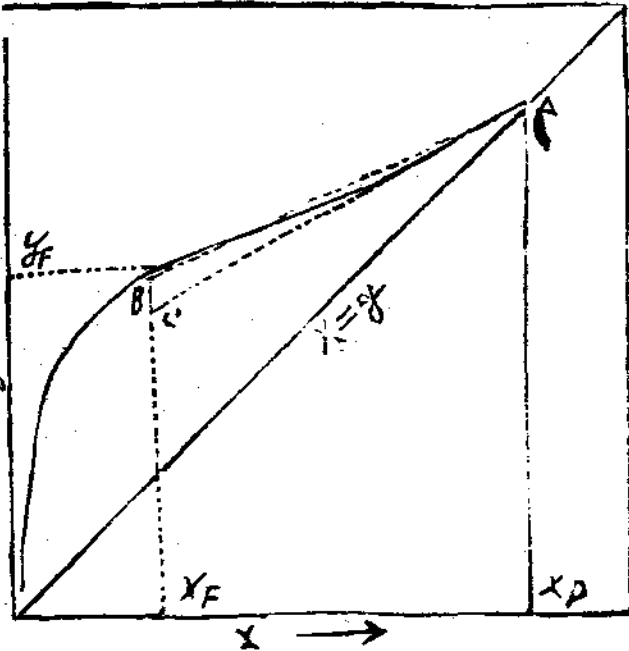
$$\frac{y}{1+\gamma} = \frac{dg}{da} = \frac{x_p - x_f}{x_p - x_f} \therefore \gamma = \frac{x_p - y_f}{y_f - x_f} = \gamma'$$

γ' 稱之為最小回流比，吾人計算塔板層數，須先決定適當之最小回流比，即回流愈大，則塔板層數可減少，但熱量消費愈大；回流愈小，則板層須增加；而熱量則較小。故設計上必須考慮成本，而擇其經濟者，如下圖。

又酒精蒸溜因其平衡曲線之異常，上述最小回流比 (γ') 須加校正。如次圖以上述公式求最小回比時，其操作線 AB 穿過平衡曲線為事實所不許，故此時必須求與平衡曲線成切線之 AC，乃為最小回流



之操作線。而 C 點須在 (xf, yf) 點以下。故此時



可由任意之 X_n, Y_n 點，以 $\frac{X_p - Y_n}{Y_n - X_n} = \gamma'$ 公更，順次由 $X_n = 0$ 至 $X_n = 1$ ，求其各個最小回流比，而以其中

最大回流比作為實用上之最小回流比。如下例：

例一：由10%(重量)酒精，蒸至94.5(重量)%酒精，殘液規定為0.1%(重量)；求所需塔板層數？

吾人欲解此題，須先知酒精與水之平衡曲線，作成X對Y之關係圖，如第一章所述；今由重量百分率，算成分子百分率如下：

$$\text{即 } \frac{\frac{10}{46.05}}{\frac{10}{46.05} + \frac{90}{18.02}} = 0.0417(\text{Mol}\%) = \text{原料中酒精濃度} = X_f$$

$$\text{同樣： } 0.8705(\text{Mol}\%) = \text{成品中酒精濃度} = X_p$$

$$0.0039(\text{Mol}\%) = \text{殘液中酒精濃度} = X_w$$

今以平衡曲線各值代入 $\frac{X_p - Y_n}{Y_n - X_n} = \gamma'$ 求得各點之最小回流比，作成曲線如下圖：

下圖：

$$\text{即 } \frac{0.8705 - 0.844}{0.844 - 0.835} = \frac{0.0265}{0.009} = 2.9 = 3.0$$

為最大之二值，即 $X_n = 0.835$ 時其最小回流比為3；而在 $X_n = 0.835$ 以上之各層，回流均甚小；即在 $X_n = 0.835$ 以下各層回流亦小；直在 $X_n = 0.028$ 以下時又增大。惟此計算乃就濃縮部而言；如在原料添加層以下，其最小回流當更增大。

今以最小回流比 = 3 計算，

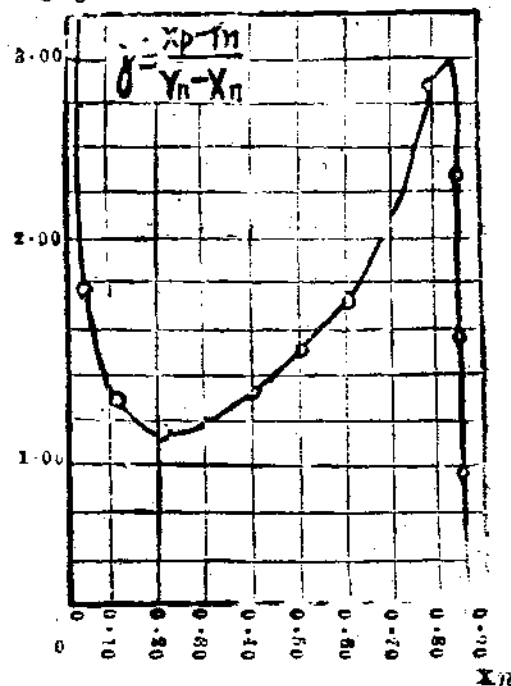
$$\text{即 } V_{n+1} = O_n + P = 3 + 1 = 4$$

而 $\frac{O}{V} = \frac{1}{4}$ ，但3既為理論上之最小回流與平衡曲線相切，此時所需之塔板層數為無限大，故實用上回流比，須較大為予了。

$$\text{今假定 } \gamma' = 5; \therefore V_{n+1} = O_n + P = 6$$

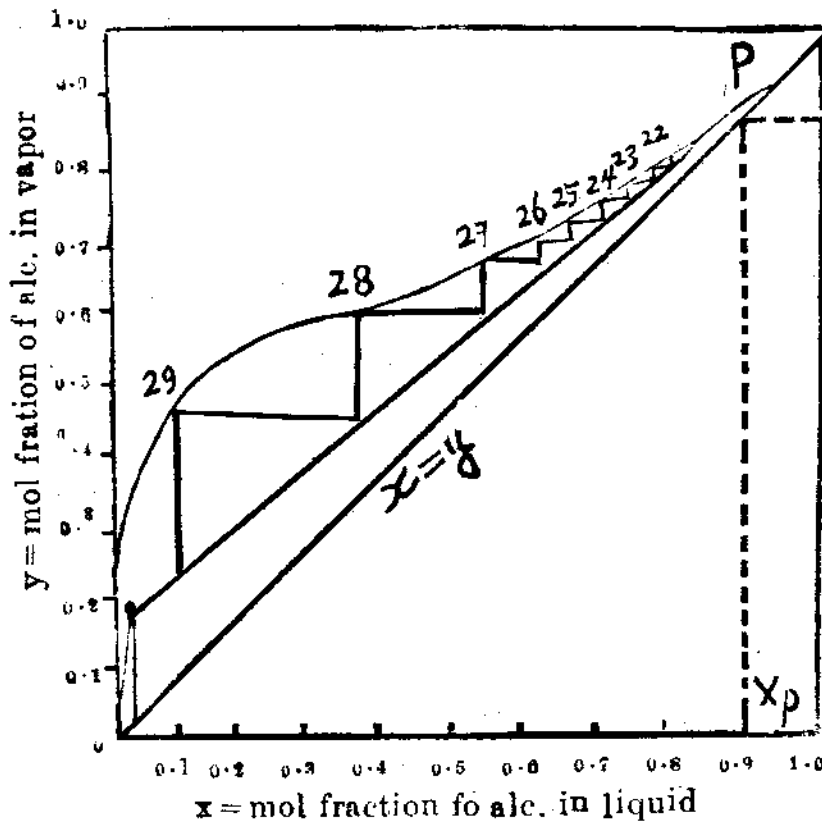
$$\therefore \frac{O_n}{V_{n+1}} = \frac{1}{6} = 0.1667 \text{ (此即上升蒸氣與回流之比例)}$$

$$\text{再 } \frac{X_p}{1 + \gamma'} = \frac{0.8705}{6} = 0.145$$



即由 $Y = 0.145$; $X = 0$ 之點連結 p 點 ($X = Y = 0.870$ 之點), 即為濃縮線, 由此線與 $X_f = 0.0417$ 直線相交之點, 與 $X_w = 0.00039$ 之點連結, 即為收回線。在

此二線與平衡曲線之間, 作垂直 X 與 Y 軸之梯步形, 即為所求之塔板層數。



惟作圖時, 為方便計, 須將曲線兩端擴大, 如下列數圖。(註: 茲因印刷關係, 上述兩端擴大圖從略, 請參閱 Lewis 著 Chemical Engineering 一書)

由上述作圖計算結果, 求出共需 36 層理想塔板, 而原料由第六層加入。

再變換回流比計算之, 再得結果如下:

最小回流比 ($\frac{C_n}{P} = \gamma'$)	所需塔板層數
3	無限大
4	65
5	36
6	30
8	26
10	24
20	21
無限大	20

以上計算, 係假定原料以沸點狀態加入者, 如預熱程度不夠, 須另加補正。至於塔板效率, 容另篇過論之。

(完)

黃海發酵與菌學

第二卷第一期

糖酸發酵之研究(第七報告)		
丹寧液濃度與發酵面積	(方心芳 李大德)	1-4
甘蔗糖蜜製造甘油法	(趙習恆)	5-9
纖維質廢物之發酵利用法	(郭質良)	10-20
陝西某酒精廠調查報告	(魏文德)	20-25

第二卷第二期

煤中之細菌問題	(高尙蔭)	26-29
徽酵素清澄葡萄汁試驗	(吳香魁)	30-32
醬麵中之一種雜菌	(謝光蓬)	33-34
酵母菌孢子之形成發芽及其重要性	(方心芳)	35-62

第二卷第三期

焦糖酸之製造	(郭浩清)	63-70
糖酸發酵之研究(第八報告)		
發酵醪中產酸酵母之防止	(方心芳 李大德)	71-78
檸檬酸工業之趨勢	(韓士沂譯)	79-82
五通橋酒廠調查	(李大德 溫天時)	83-86

第二卷第四期

糖酸發酵之研究(第九報告)固體發酵試驗	(方心芳)	87-88
糖酸之製造	(吳冰顏)	89-94
乳酸發酵試驗	(方心芳 淡家麟)	95-98
檸檬酸之固體發酵	(曹菊逸譯)	99-105

第二卷 第五期

糖酸發酵之研究(第十報告)		
五倍子中丹寧之浸出	(魏文德)	105-110
糖酸之製造(續)	(吳冰顏)	111-116
糖蜜釀酒試驗	(方心芳 張學旦)	117-122
瓊脂爲細菌培養基之故事	(高尙蔭)	123-126
醇微檢索表	(方心芳)	127-130

黃海化學工業研究社研究調查報告

第一號	考察四川化學工業報告	孫穎川	
第二號	河南火硝土鹽調查	張子豐	張英甫
第三號	高粱酒之研究	方心芳	孫穎川
第四號	博山鋁石頁岩提製鋁氧初步試驗	張承隆	謝光蓮
第五號	調查河南鹽產及天然芒硝報告	張子豐	
第六號	酒花測驗燒酒濃度法	方心芳	孫穎川
第七號	汾酒釀造情形報告	方心芳	
第八號	汾酒用水及其發酵醱之分析	方心芳	
第九號	製飴法之實驗	李守青	
第十號	平陽礬石之初步試驗	謝光蓮	張子豐
第十一號	山西醋	孫穎川	方心芳
第十二號	日本製鋁工業之現狀	謝光蓮	
第十三號	礬石鍛燒分解速率試驗	章 濤	
第十四號	博山鋁石頁岩灰提製鋁氧進一步試驗	張承隆	周 瑞
第十五號	綠豆粉條製造之研究	區嘉煒	吳炳炎
第十六號	電解法製純鋁初步試驗	周 瑞	
第十七號	明礬石用硫酸法提製鋁鉀氧鹽試驗	章 濤	
第十八號	江西芋麻及其利用法之調查	謝光蓮	
第十九號	鉍及硫酸處理明礬石試驗	孫繼商	
第二十號	硫酸鉀及硫酸鉍混合鹽之分離試驗	劉福遠	
第二十一號	鉍及亞硫酸處理明礬石試驗	周 瑞	
第二十二號	石灰處理明礬石試驗	劉福遠	
第二十三號	碳酸鉀處理明礬石試驗	孫繼商 劉福遠	周 瑞