

食品工業

利用微生物之生化作用，以生產各種美味醇香之食品是我們的祖先在很久很久以前，就發展出來而代代相傳，再憑經驗改進的一種最有用最古老的微生物應用工業。而生物技術的先導，更使得食品工業在品質、成本、創新上有嶄新的紀錄。（見表三）

		食 品：	
遺傳工程 融合細胞 酵素工技 組織培養 發酵工技	動物	水	蛋白質
	植物	糖	維生素
	微生物	脂肪	礦物質

表三：生物技術在食品工業應用的範疇

酒

陳健民

一、酒的種類

酒精飲料 (Alcohol beverages)	釀造酒 (Fermented, not distilled)	<ul style="list-style-type: none"> 單式發酵→如葡萄酒、荔枝酒等水果酒類或獸乳酒（以糖為原料者） 複式發酵 <ul style="list-style-type: none"> 單行複式發酵→如啤酒等（以大麥為原料） 並行複式發酵→如清酒、紹興酒、黃酒、福酒等（以米、麥等穀類為原料）
	蒸餾酒 (Distilled)	<ul style="list-style-type: none"> 穀類→如威士忌、琴酒、伏加酒、米酒、高粱酒等 甘藷→如燒酒等 糖蜜→如蘭酒等 水果→如白蘭地等
	合成酒 (Compounded)	<ul style="list-style-type: none"> 再製酒→如味淋、白酒、紅露酒等 仿製酒→如福壽酒（合成清酒）、合成甜葡萄酒、合成威士忌等 藥酒→如雙鹿五茄皮、烏雞酒、養命酒等各種藥酒 Liquor →如烏梅酒、桔子酒、薄荷酒等

表四 酒精飲料之分類

酒的種類繁多，諸如我國之紹興酒、高粱酒，與日本之清酒、歐美之葡萄酒、白蘭地、威士忌，以及近代最暢銷的啤酒；但依其製造方法來分類，有釀造酒、蒸餾酒、及合成酒。（見表四）

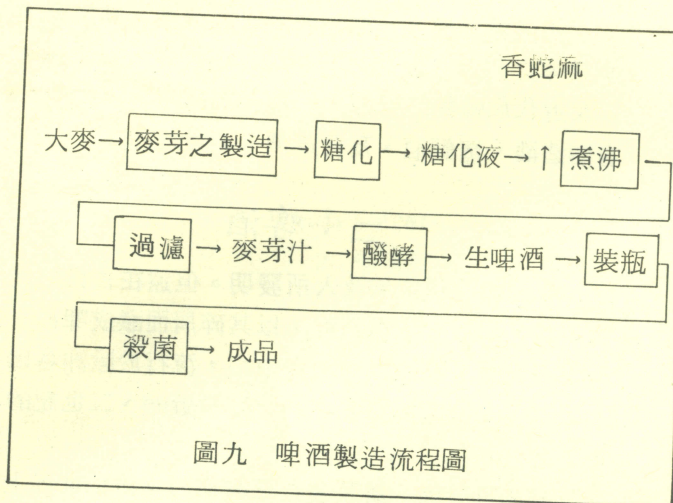
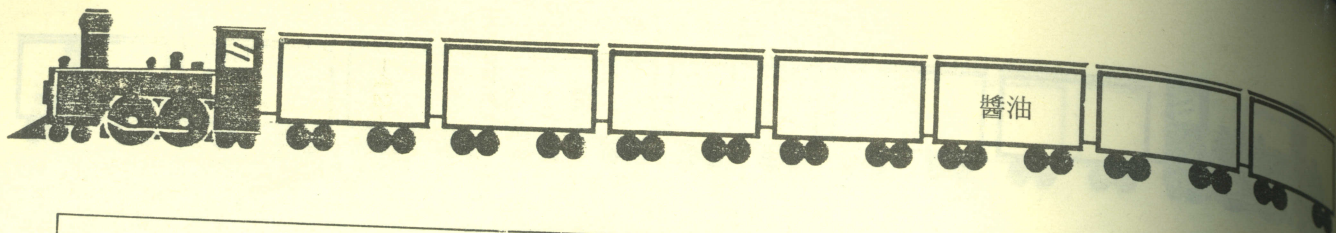
二、啤酒

啤酒傳說係由埃及人所發明。但遠在古代巴比倫時代，即以大麥為原料，以其碎屑而釀成啤酒。至十一世紀，啤酒以德國為中心，流行於歐洲各國。我國及美國開始釀造啤酒還是最近一、二世紀的事。

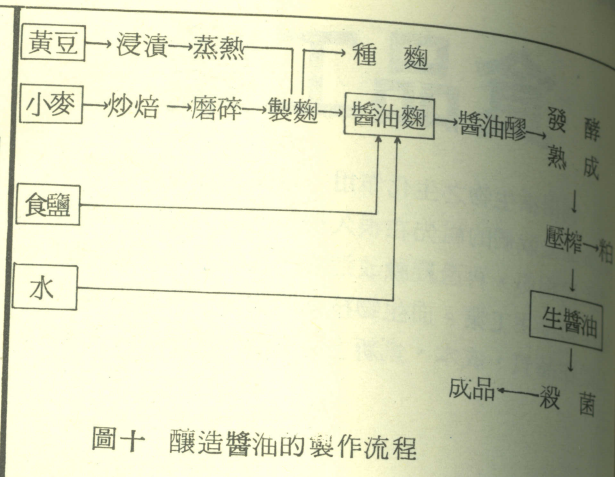
啤酒可分黑、淡及濃色三種啤酒。目前世界上所銷售的啤酒，以淡色啤酒居多。包括本省在內，以德式低溫下面發酵所釀造之啤酒均屬淡啤酒；現在啤酒之酒精含量通常約在 3.5 % 左右，英國的啤酒及德國的 Bock 及 Marzen，酒精含量亦有高至 5 ~ 6 % 者，皆屬特殊啤酒。

啤酒係以大麥為原料，經糖化與發酵分別進行而製成之酒。其釀造過程如下：（見圖九）

1. 麥芽之製造：將大麥浸水 2 天，使其充分吸水後，裝入發芽罐中發芽，俟幼根長至麥粒的 1.5 倍時，乾燥除去幼根即得麥芽（Malt）。
2. 糖化：將麥芽粉碎，置於糖化槽中，加 2 倍體積水，且加熱至 65° C，則麥芽的澱粉受激



圖九 啤酒製造流程圖



圖十 釀造醬油的製作流程

粉酶之作用，分解為麥芽糖。

3. 煮沸：在糖化液中加入香蛇麻以使其生香味與苦味，然後煮沸。
4. 過濾：煮沸後，過濾即可得麥芽汁。
5. 醱酵：將麥芽汁導入醱酵槽內，加入啤酒酵母 (*Saccharomyces Cerevisiae*)，約經 3 個半月之醱酵，可得生啤酒。
6. 裝瓶、殺菌：生啤酒一部份可裝桶出售，其餘經過過濾後，裝於瓶中，於 63 ~ 65 °C 加熱 30 分鐘殺菌，即可出售。

醬油

林秀儀

發酵是近代一項非常重要的工業，其產物很多，而佔首要者便是醬油。據非正式統計資料報告，本省每年消費量約 140,000 公噸，平均每人每年消耗量約達 10 升之多 (1975)，足可見醬油在東方人飲食習慣中所占之驚人地位。

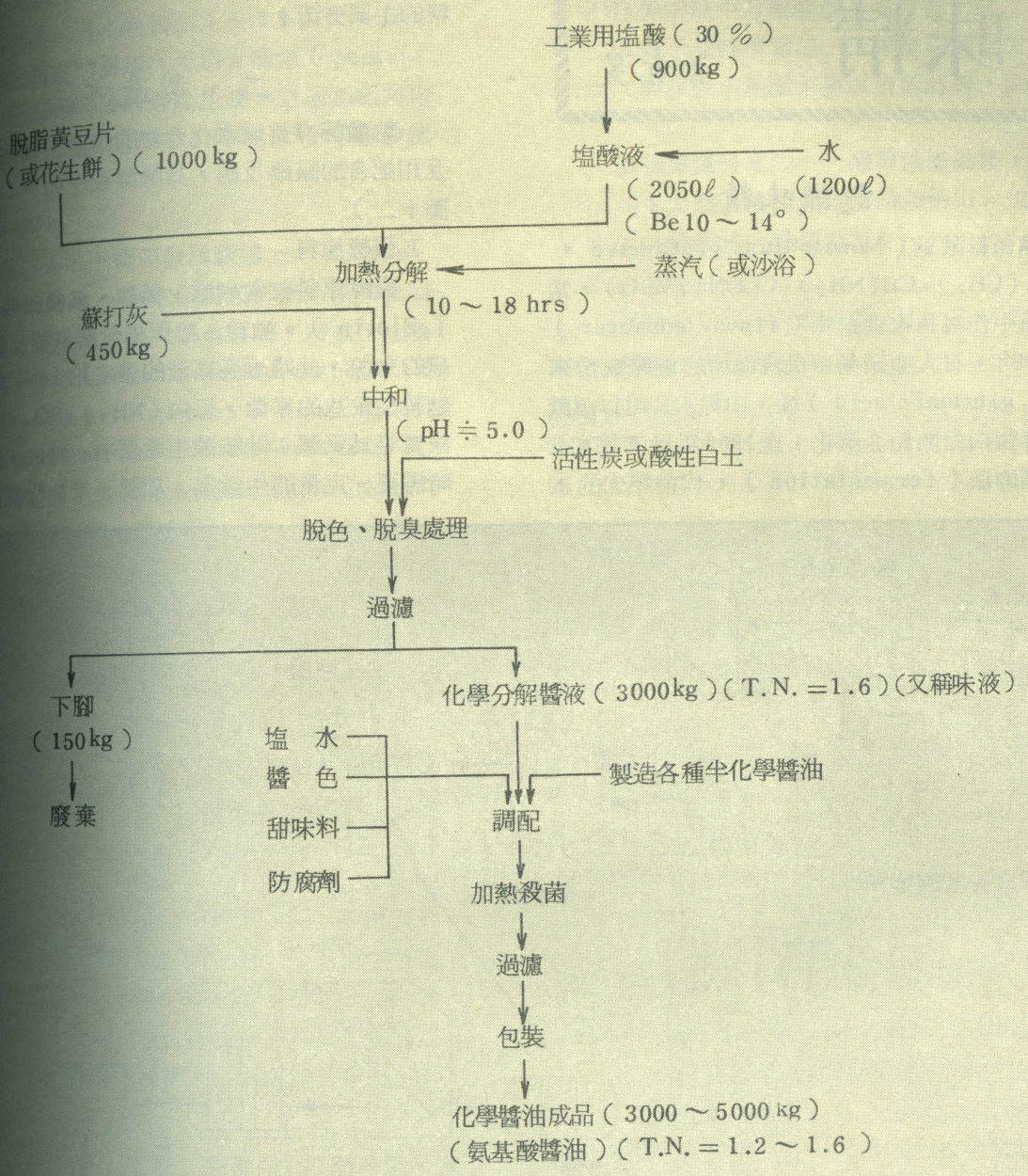
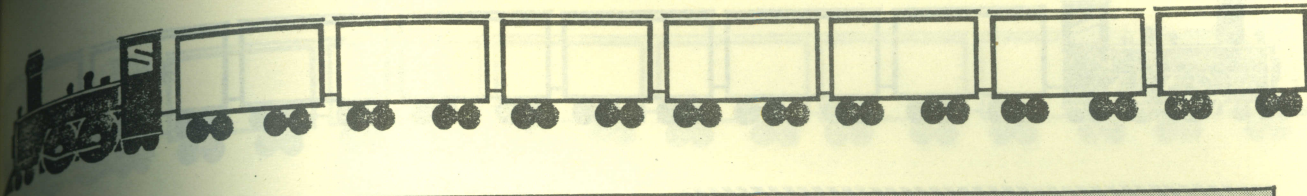
現在台灣生產之醬油，有由中國大陸傳過來的釀造醬油，台灣傳統的蔭油及日本式的化學醬油三類。其中以一般俗稱豆油的釀造醬油佔全產量之 80%，它主要是將煮熟的大豆及麥麩與磨碎的焙烤小麥混合，種入麴菌，並將溫度維持於 35 ~ 40 °C。俟麴菌繁殖後，加以食鹽水使之醱酵，則起種種反應，如小麥澱粉被糖化酶分解為糖類，更由於酵母之作用變成酒精，大豆中之蛋白質被蛋白質分解酶分解為有機酸及酯類等，所得之產物稱為熟醪，經

壓榨及 80° C 的加熱殺菌後，即得釀造醬油。(見圖十)

蔭油是台灣居民最早製備的調味料，以蔭油調味的菜餚在烹煮時，風味會變得較濃，因此許多家庭在燉肉時，都會用蔭油來調味，但是目前生產蔭油的工廠多分佈在台灣南部地區，北部的醬油工廠較少有生產，蔭油與釀造醬油所用的麴菌相同，且製造方法也大同小異，最大的不同點在於原料及發酵醪的不同，釀造醬油的原料是黃豆、小麥而蔭油則是用黑豆為原料製成的。此外釀造醬油的熟醪中已無法找到整粒的黃豆，但蔭油的熟醪經乾燥後，却可得一粒粒的蔭豉 (又稱豆豉)。

化學醬油是將蛋白質原料諸如脫脂黃豆片、花生餅或其他豆餅類，使用鹽酸 (約 18% HCl) 經加壓蒸汽加水分解約 10 ~ 18 小時後)，以蘇打灰 (碳酸鈉) 中和至 pH 約 5.0，經活性炭、酸性白土等脫色、脫臭處理，過濾後而製成。因其主成分為氨基酸，所以再加入含鹽度適量之食鹽水經過過濾後再加熱殺菌，並酌加醬色、甜味料及防腐劑等後，製成之醬油又稱氨基酸醬油。這種醬油費時短且原料利用率高達 82% ~ 90%，但除氨基酸外尚呈其他分解物等之異臭，故其品質較釀造醬油差。在台灣光復經濟復甦之期，那時味精醱酵法尚未成功前，曾單獨在市面上以調味用醬油銷售替代釀造醬油及味精。惟迄今已幾近絕跡，而常混入釀造醬油稱半化學醬油，以降低成本。(流程如圖十一)

近年來考慮到傳統醱酵法，常使發酵菌株的生長受抑制，延長製作時間，更影響品質的穩定性。因此近年來，從事醬油生產的機構均致力於菌種、

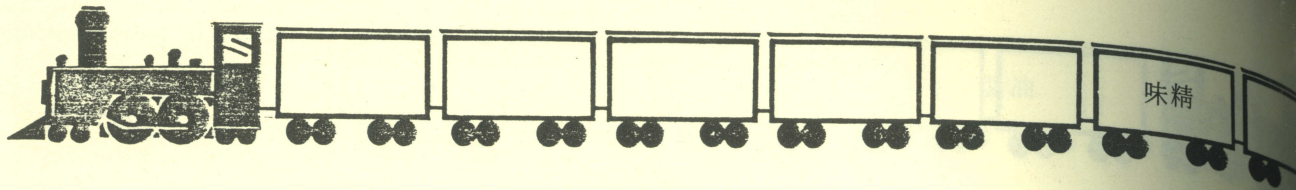


註：上圖 () 內數字係概略數值

圖十一 化學醬油之製造工程圖

發酵、純化技術的研究：①固定菌體，形成密閉式生物反應器，可連續操作，增進發酵效率。②利用 pectoriase 除去菌體細胞壁，或利用菌種改良法篩選不具細胞壁之新優良菌株，利於產物向菌體外

運輸。③改良溫度控制設備，使溫度穩定，縮短發酵時間。④利用連續蒸煮機取代傳統蒸煮鍋，可免加熱過度的困擾。基於以上努力，醬油的製造已走向生物技術的時代。



味精

葉青旻

一、認識味精

味精係麩酸鈉 (Monosodium glutamate , $\text{HOOC} \cdot (\text{CH}_2) \cdot \text{CH}(\text{NH}_2) \cdot \text{COONa}$, MSG), 常用在食品中作為風味促進劑 (flavor enhancer) 。在 1908 年, 日人池田菊苗發現海帶的鮮味成份來自麩酸 (glutamic acid) 後, 由鈴木公司以鹽酸分解小麥蛋白而開始企業化; 至 1956 年日本協和公司發明醱酵法 (fermentation), 代替早先的水

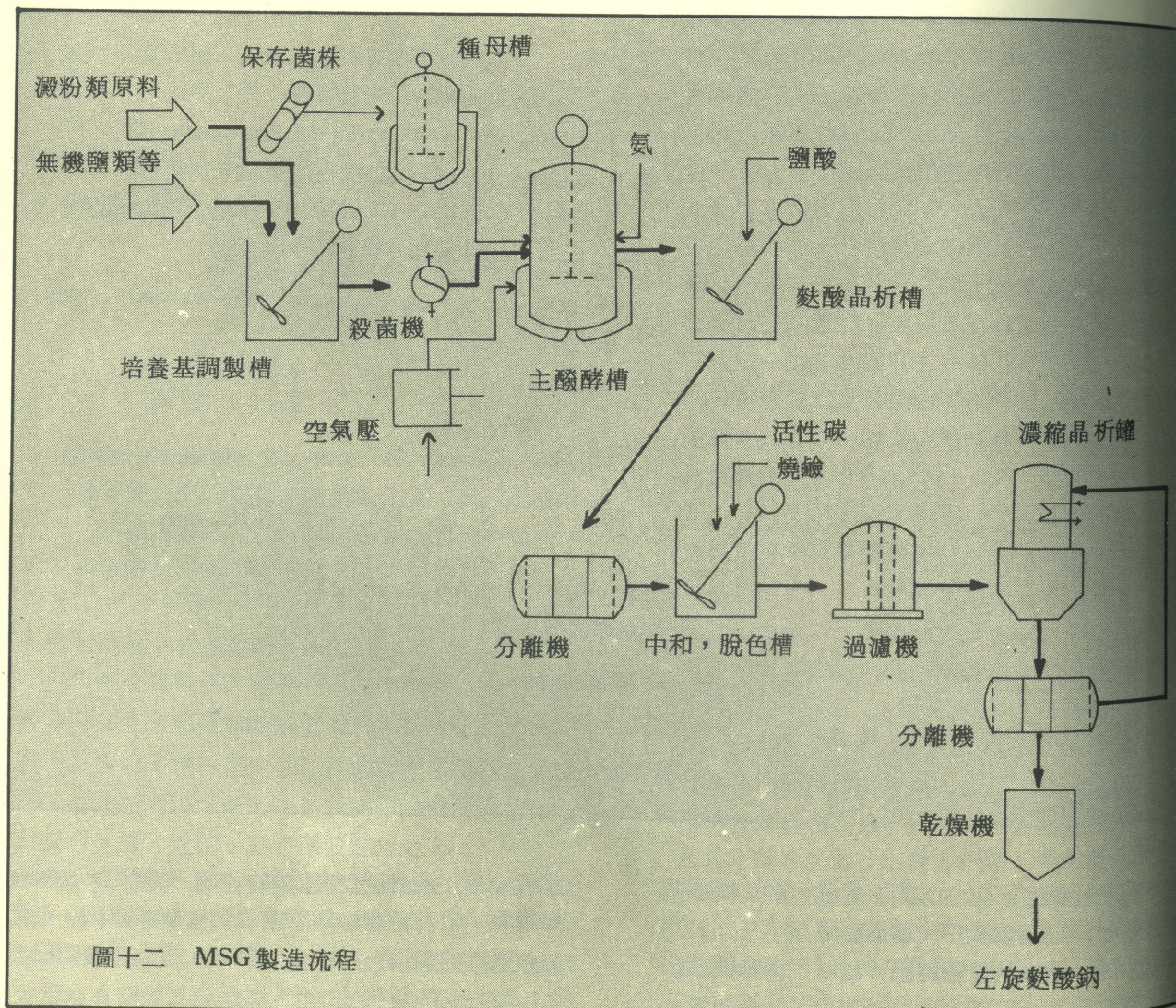
解法 (hydrolysis), 而成為今日世界各國生精的主要方法。

二、製造方法

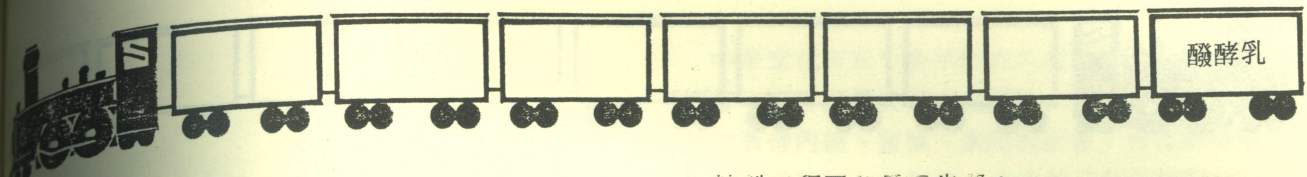
麩酸醱酵是碳水化合物代謝和氮的同化作用互相配合的醱酵反應, 其醱酵程序如下: (流程圖十二)

1. 醱酵原料

醱酵原料包含碳源、氮源、無機鹽類和生物素 (Biotin) 。澱粉、糖蜜先分解成葡萄糖, 為碳的來源, 此時葡萄糖液的濃度約 10 ~ 13 % ; 麩胺酸胺基的來源, 可由 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 NH_4Cl 或尿素等為氮源; 麩胺酸生產菌有一特性, 就是生時需要一定量的生活素, 如製玉米澱粉廢液 (C



圖十二 MSG 製造流程



Steep Liguor), 用量過多, 反使細菌過度繁殖, 阻礙麩酸的生成, 通常控制在 $1 \sim 5 \mu\text{g}/\text{l}$ 。萬一使用生活素過量之培養基, 可用青黴素 (penicillin), 能抑制菌體的過度生長, 且增加氮同化的速度; 此外, 尚需 MgSO_4 、 KH_2PO_4 等無機鹽當緩衝劑。

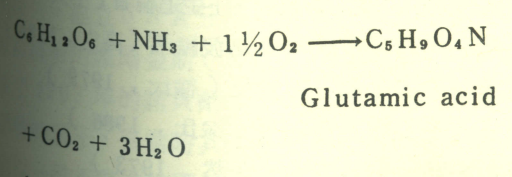
2. 菌體培養

1956年日人木下祝郎發現新菌——*micrococcus glutamicus*, 為味精工業帶來新景象。目前麩酸生產菌係由食品、動植物體、污水、土壤等分離培養, 如 *Brevibacterium divaricum*、*Brevibacterium aminogenes*、*Brevibacterium lactofermentum*、*Microbacterium salicinovorum*、*Corynebacterium acetoacidophilum* 等微生物, 這些微生物, 是屬於革蘭氏陽性菌, 類似球菌乃至短桿菌 ($0.5\mu \sim 1.0\mu$ 或 $1 \sim 3\mu$), 不活潑、無鞭毛、不生芽胞的好氣性微生物。

工業上生產味精時, 是先將菌種在試管培養, 再移至振盪培養器 (Rotary shaker) 振盪培養。之後, 再移至種槽 (seed fermentor) 培養繁殖, 然後移至主醱酵槽。並控制使用菌種量為主醱酵槽液的 $2 \sim 10\%$ 。

3. 醱酵生產

醱酵槽先經洗滌、清潔、殺菌, 送入殺菌過的原料培養基、接種菌種, 並開始通入無菌空氣, 啓動攪拌機讓空氣中的氧溶解在醱酵液中, 麩酸生產菌就開始吸收糖、氮、氧於菌體中, 進行生化合成麩酸, 再讓麩酸通過細胞膜, 蓄積在醱酵液中。其反應如下:



在醱酵過程中, pH值 ($6.9 \sim 7.5$)、溫度 (33°C)、細菌數、通氣、攪拌等條件限制嚴格, 否則會有 Lactic acid、Succinic acid、Glutamine、Alanine 等異常醱酵; 經 $30 \sim 40$ 小時醱酵成, 麩酸產率占糖的 $40 \sim 50\%$, 醱酵液中麩酸濃度約 7% 。

4. 精製工程

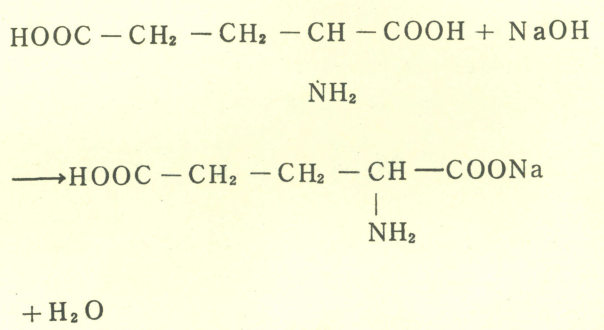
精製工程可分為兩步驟:

(1) 自醱酵液中分離麩酸, 有三個方法:

- (A) 離子交換樹脂法——醱酵液通過樹脂, 讓樹脂吸著麩酸, 再以溶劑溶離, 回收麩酸。
- (B) 鹽酸鹽分離法——醱酵液濃縮後, 在 pH=3.2 時, 直接使麩酸結晶析出。也可以直接分離法, 得到麩酸。

(2) 味精的晶析:

將麩酸加 NaOH 中和至 pH = 7, 即得麩酸鈉鹽, 其反應如下:



生成的麩酸鈉溶液先加活性碳脫色, 過濾後在結晶槽中析出 MSG 結晶, 以離心機分離、脫水、乾燥、篩分而得味精。

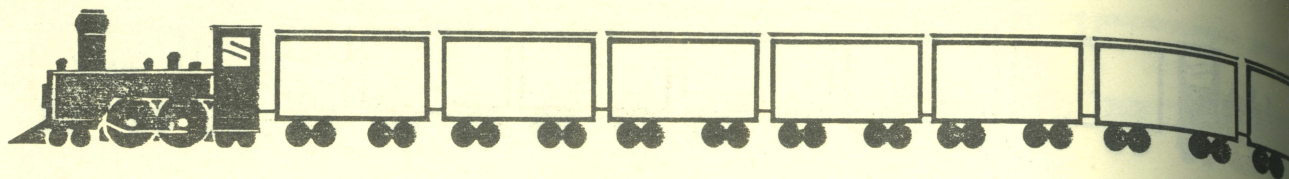
醱酵乳

陳菁菁

所謂醱酵乳即乳酸飲料乃指以生乳、鮮乳或還原乳 (以脫脂粉加水沖泡者) 為原料, 利用乳酸菌經發酵產生乳酸的乳汁。其酸味成份是乳酸在人體的腸道中造成較酸性的環境, 可抑制腸內有害菌類之生長, 具整腸作用; 另外有的發酵乳中尚含有活性乳酸菌, 飲用後也攝入了乳酸菌的代謝產物, 如複合維生素 B 及維生素 C 等有益物質。這兒就簡單介紹有關醱酵乳的製造及種類。

一、有用乳酸菌之種類及其性質

生產乳酸飲料的原料中, 乳酸菌乃佔了最重要的角色, 茲將其中比較有代表性的菌株及其性質分述如下:



1. *Streptococcus lactis* 一為乳酸鏈球菌的代表菌種，可做為奶油或乳酪等酸生成用菌，或發酵之種母。
2. *Streptococcus thermophilus* 一能在高溫繁殖生酸為此菌之特徵，常用做為凝固乳、瑞士乳酪等生產菌。
3. *Lactobacillus bulgaricus* 一此菌為最早被人發現之乳酸菌，因本菌產酸量高，故為醃酵乳、乳酸、乳酸菌飲料之生產菌。
4. *Lactobacillus acidophilus* 一此菌生長適溫為 37 °C，20 °C 以下即不能生長，為乳酸菌飲料之理想生產菌。
5. *Lactobacillus casei* 一本菌呈鏈狀生長之桿菌，用做硬質乳酪之菌種。

二、乳酸菌之培養與保存法

將新取得乳酸菌後，於牛乳培養基中反覆活化二~三次，至在一定時間內，產生一定酸量為止。原菌株中若混有雜質時，則經重覆培養，利用本身產生的酸，把雜菌殺死而獲得純菌。如重覆培養還無法獲得純菌時，則需行平板分離。經純化的乳酸菌，接入牛乳培養基移種二、三次至凝固時間一定，即可做為乳酸飲料之種母。至於菌株的保存，一般將其保存在含有石蕊之牛奶培養基較好，如保存於其他洋菜培養基，則以穿刺培養比較好。

三、乳酸菌飲料之製造

1. 酸乳酪型 (Yoghurt type) 一如市上新推出之「益酪壽」等。

種菌

脫脂乳—殺菌—↓—冷卻—醃酵—醃酵脫脂乳

冷卻、凝乳之破碎

砂糖、人工甘味料、安定劑—殺菌—冷卻—

+ 香料

均質化—冷卻—裝瓶—製品—裝箱—冷藏。

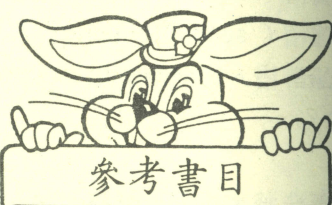
2. 液汁型 (Juice type) 一如可爾必思、養樂多等。
- 醃酵脫脂乳、香料、維他命C等
- 砂糖、人工甘味料、濃縮果汁、安定劑、色素—預熱—
- 均質化—殺菌—冷卻—
- 混合—冷卻—製瓶—製品。

總之，現在也許有人不愛喝牛乳，但很少有不愛喝「養樂多」、「健健美」等乳酸飲料。這種屬

於嗜好性的飲料，並不能當攝取營養素的主要，我們仍須注意均衡的飲食。而在品嘗這些甜的醃酵乳之餘，也讓我們自己對醃酵乳的製些許的認識。

展望

生物技術為了迎合世界科技進展的腳步以漸迫切的需要，現在已經普遍起來。若能好好DNA之重組技術，進行微生物工程，與醃酵來改善許多過去的原始醃酵操作，如此便可以許多更艱巨的工作。估計在未來的十年當中，物的利用會更加迅速，許多由石油化學或有機合成的一些產物，也將可能以醃酵方式來生產經有人說過：「若有人環繞地球一周，即將會一個國家均對生物技術發展策略抱持熱望而感訝。」總之，目前世界各先進國家無不熱烈進物技術的開發。生物技術不愧為當今最尖端之一。



1. 應用微生物學 劉嘉煉著 (華香園, 1984)
2. 生物技術精輯 江晃榮編輯 (華香園, 1985)
3. 生物技術專題演講論文集專刊 (國科會, 1983)
4. 工業化學：郭質良著 (商務, 1977)
5. 微生物應用工業 劉英俊、汪金追編著 (中央, 1984)
6. 工業化學程序技術 譚蕩波編著 (高立, 1984)
7. 製糖副產品化學 郭質良 (徐氏, 1979)
8. 食品化學 續光清編著 (徐氏, 1986)
9. 麩酸醃酵 蘇遠志著 (天然, 1973)
10. 牛頓雜誌 25、48 期
11. Outlook on Agriculture, March 1987
12. Monosodium Glutamate (MSG) Nil (Food Technology, May 1987)
13. ANTI BIOTICS (抗生物質上、下) 住木謙介 (東京大學, 1961)