KOREAN J. DIETARY CULTURE
Vol. 2, No. 1 (1987)

우리나라 醱酵調味料工業의 發達史

— MSG와 核酸系調味料를 中心으로 —

林 繁 三

(株) 味元 技術研究所
(1987년 3월 27일 접수)

Historical Review of Fermented Condiments in Korea

—— Monosodium glutamate and nucleotides ——

Bun-Sam Rim

R. & D. Center, Miwon CO., Ltd.
(Received March 27, 1987)

Abstract

In early 1956, MSG (monosodium glutamate) had been produced by hydrolysis of the vegetable proteins in Korea. In accordance with development of fermentation technology mainly led by the Japanese scientists, its major production method has been changed to microbial fermentation since 1962.

Meanwhile, 5′-ribonucleotides which are nucleic acid-related condiments have been produced by the enzymic hydrolysis of yeast RNA and/or the direct fermentation by Miwon Co. and Cheil sugar Co., respectively since 1977.

At the technological viewpoints, Korean fermentation level seems relatively highly-reputated over the world in terms of production yield and unit-consumption level.

For further progress of technology, our emphasis on this research area should be laid on both improvement of bacterial strain by means of modern biotechnology and process development through the immobilization and/or computerized control technics, etc.

I. 序 言

肉食을 주로하는 歐美諸國의 경우 肉類食品中에 아미노酸類나 核酸關聯物質이 多量으로 含有되어 있는 反面에 穀類와 야채를 主食으로 하는 東洋의 경우 이들 맛成分의 含量이 相對的으로 낮기때문에 맛을 補强하기 위한 調味料製造分野가 發達하게 되었음은 自然스러운 現

象이라 하겠다. 그리하여 우리나라에서는 맛의 4成分 이외에 주로 醸造라는 手段에 의해 감칠맛을 만들어 오게 되었던 것으로, 신맛을 내는 食醋, 감칠맛을 내는 김치·젓갈類·食鹽 및 醬油類 등이 이에 속한다.

天然的으로 수행되어 왔던 이들 醸造作業은 그후 微生物工業의 發展과 더불어 醸造의 主體가 되는 微生物을 순수분리하여 大量으로 培養하는 醱酵工業規模로 바뀌면서 醱酵調味料가 등장하기에 이른 것이다.

天然의 炭素源을 微生物이라는 生體觸媒系에 作用시켜서 얻는 醱酵調味料의 代表的인 종류로서는 醬類, 食醋類 등이 있는데, 본고에서는 감칠맛의 주成分으로 알려진 글루탐酸·이노신酸·구아닐酸 등의 아미노酸系 및 核酸系調味料를 중심으로 살펴보고자 한다.

II. 글루탐산나트륨 工業

Rithausen(1866년)에 의하여 發見된 글루탐酸은 그후 池田菊苗[1,2]에 의하여 다시마의 맛成分으로 確認된 바 있으며, 鈴木三郎助 및 忠治 兄弟[3]에 의하여 工業的인 規模로 生産되기에 이르렀다.

開發初期에는 天然原料로부터 직접 抽出이나 分解에 의해 生産했으나, 1956年 協和醱酵工業(株)의 木下祝郎[4] 등이 포도당原料에서 醱酵法에 의하여 글루탐酸을 製造하는데 成功함으로써 大量生産의 길을 열게 되었다. 이어서 1959년부터 1960년대 初에 걸쳐서 味の素(株), 旭化成工業(株) 등을 비롯한 日本의 메이커들이 醱酵法을 채택하여 오늘에 이르게 되었다.

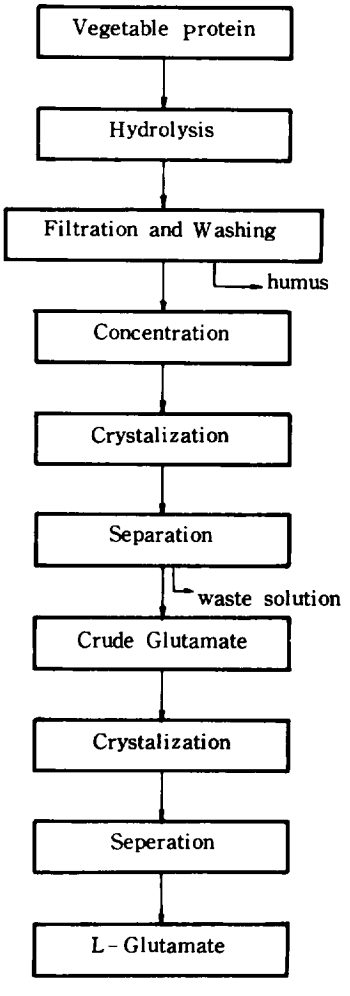
우리나라의 경우, 1957년 (株)味元의 前身인 東亞化成工業(株)이 글루텐을 分解하여 MSG를 工業的인 規模로 生産을 開始한데 이어 1962년부터 醱酵法[5,6]에 成功함으로써 본격적인 醱酵調味料時代의 문을 열게 되었으며 味王·味星·味豊·仙味素·天一味 등이 MSG 製造에 參與하게 되었다.

1971년 2월, (株)味元의 전신인 서울味元(株)이 우리나라 최초로 인도네시아에 MSG플랜트를 수출하여 現地法人인 P. T MIWON INDONESIA를 설립하여 MSG工業은 國際化의 새로운 局面을 맞이하게 되었다.

1985年現在 全世界 28개 生産業體의 MSG 總生産能力은 年産 35萬여톤으로 이는 아미노酸種類중 最大이며 우리나라는 14%에 해당하는 年産 6萬톤을 生産하고 있다.[7]

MSG는 現在 60여개국에 수출되고 있으며 世界 유수한 메이커와 品質과 價格面에서 同等한 條件으로 어깨를 겨루고 있는 輸出戰略型 産業分野이기도 하다.

1910年 最初의 MSG 製造는 天然의 글루탐酸 含有食物에서 抽出하는 抽出法에 주로 依存하여 왔으나, 1930년경부터는 글루텐, 大豆蛋



〈Fig. 1〉 Production Procedure of MSG by Extraction

白 등과 같은 天然蛋白食品을 酸이나 알칼리로 分解하여 글루탐酸을 얻는 分解法이 發達하게 되었다. 그러나 分解法은 酸이나 알칼리 分解時에 發生하는 가스에 의한 公害問題와 反應容器의 심한 腐蝕이 문제가 되어 그 자취를 감추게 되었다.[8](Fig. 1)

醱酵法(fermentative production)은 微生物을 利用하여 글루탐酸을 生産하는 方法으로 特許가 出願된 것은 Kita 等(1954년)의 *Cephalosporium sp.*에 의한 特許(U. S. patent 2,789,939; 1957년)와 多田와 中山(1954년)의 特許가 最初이나, 포도당培地에서 직접 글루탐酸을 生産한 것은 Asai[8] 등과 木下祝郎[9)-14)]에 의한 것이다.

특히 協和醱酵(株)의 木下研究팀이 1956년부터 1958년에 걸쳐 醱酵法으로 MSG의 量産體制에 들어간 데 이어 1958년부터 1960년대 초반에 걸쳐 日本의 거의 모든 메이커들이 이 方法을 채택하여 오늘에 이르고 있다.

生産菌株로 利用되고 있는 것으로 陳等[15]의 *Micrococcus glutamicus*를 비롯하여, 味の素(株)의 尾崎浅一郎[16], Chao 等[17]의 *Bacillus sp.*, 蘇와 山田[18]의 *Brevibacterium sp.*, 太田과 田中[19]의 *Brevibacterium ammoniagenes*, 緣川[20]의 *Brevibacterium alanicum*, Shiio[21] 等의 *Brevibacterium flavum*, 大田과 田中[22]의 *Brevibacterium aminogenes*, Su와 Yamada[23]의 *Brevibacterium divaricatum* 등 주로 Coryne 型 細菌들이다.

여기에서 醱酵法이란 엄밀히 말하자면 液浸培養法(submerged culture)를 지칭하는 것으로 炭素源培地에 醱酵微生物을 無菌的으로 接種·培養하여 그 微生物의 代謝作用에 의하여 글루탐酸을 生成 分泌시킨 후 등전점조절에 의해 침전시키던가(直接回收法), 이온交換樹脂에 通液시켜 回收하게 된다(이온交換樹脂法).[24]

글루탐酸의 보편적인 醱酵條件은 炭素源을 總糖基準으로 對液 5~15%(追加糖 포함시 20~25%) 加하여 pH 6.0~8.0, 30~37°C에서 0.5~1.0 vvm으로 通氣攪拌하면서 30~50시간 微生物의 suboptimal condition으로 培養한다.

現在 炭素源으로 가장 널리 사용되는 것은 사탕수수에서 만든 原糖이나 糖密(당도 55~65%)이며, 이 밖에도 α-aminobutyrate, fumarate, ethanol, 초산 및 탄화수소를 利用하는 研究가 수행된 바 있으나 工業化된 것은 없다.

Coryne 型 細菌들의 특성은 好氣性에 無胞子, 非運動性이며 gram-positive의 楕圓 또는 간상구균으로 生育엔 반드시 biotin(5~10 γ)을 要求하는 共通的인 菌學的性質을 가지고 있다.

醱酵成積은 各社마다 秘密로 하고 있어 정확하게 알 수 없으나, 우리나라의 경우 醱酵液中 글루탐酸 축적량은 대개 11.0~13.5%, 對糖收率 57~63%(理論値 max. 81.7%)로 世界 頂上의 水準에 달한 것으로 여겨진다.

醱酵法 이외에 값이 저렴한 원료인 acrolein이나 methylacrylic acid를 이용한 合成法이 보고된 바 있다.

味の素(株)는 이 방법으로 東海工場(三重県四日市)에서 年産 1천톤 規模로 生産을 하다가 1973년경 이 工程을 폐쇄한 것으로 알려지고 있다.

III. 核酸系 醱酵工業

肉類맛 성분의 하나로서 hypoxanthine이 存在함을 Liebig가 발견한 것은 1847년의 일이다. 그후 일본의 小玉이 가다랑어의 呈味成分이 5′-IMP의 histidine 鹽이라고 보고하였고(1960년 鴻巢에 의해 IMP로 정정됨), 1956년부터 주로 日本에서 魚肉抽出法에 의해 5′-IMP가 생산되기에 이르렀다. 그러나, 工業的인 規模로 生産이 된 것은 Yamasa Syoyu Co.의 国中等에 의하여 RNA 分解法이 개발되면서부터이다.

国中은 그의 일련의 研究報文[26)-29)]을 通하여 *Penicillium sp.*에 의한 酵母 RNA의 分解를 시도하여 5′-AMP와 5′-GMP의 生産에 成功하였고, 이어서 武田藥品工業(株)의 中尾와 緒方이 *Streptomyces sp.*에 의한 酵母 RNA 分解法을 확립함으로써[30)-36)] 대량생산의 길이 열리게 된 것이다.

이리하여 1961년 4월부터 武田藥品工業(株)에서 *S. aureus*에 의한 RNA 分解法으로 di-

sodium 5′-ribonucleotide(ribotide) 生産이 開始된 뒤를 이어 1962년 5월부터는 Yamasa Syoyo Co.에서 *P. citrinum*에 의한 RNA 分解法으로, 1964년경엔 味の素(株)가 nucleoside를 醱酵生産한 후 여기에 化學的으로 燐酸化하는 方法을 개발하였고, 1966년 9월 協和醱酵工業(株)은 直接醱酵法으로, 1967년 7월 旭化成(株)은 RNA의 化學的分解와 燐酸化法으로 量産體制에 들어가 오늘에 이르고 있다.

우리나라의 경우는 1977년 11월 味元(株)과 第一製糖(株)이 각각 ribotide와 5′-IMP의 開發에 성공한 것으로 동시에 發表된 바 있으며[25] 이로써 우리나라는 日本에 이어 世界에서 두번째의 核酸系調味料 生産國으로 등장하게 되었다.

우리나라 2大조미료제조회사인 味元(株)에서는 1968년 2월, 우리나라로서는 처음으로 RNA 分解法에 의한 核酸關聯物質에 대한 研究가 착수되어 1969년 6월, 파이롯트(30~500 *l* 規模) 實驗에 들어갔는 데 이 때 사용된 酵母 RNA는 山陽펄프(株)에서 生産된 것으로 일차로 *P. citrinum*의 5′-phosphodiesterase로 5′-AMP와 5′-GMP를 生産한 후 5′-AMP는 다시 5′-AMP deaminase(天野製藥.Co. 製造)에 의해 5′-IMP로 轉換하였다.

1969년 6월, 酵母自己分解法(yeast autolysis)에도 착수하여 1971년 5월, 이의 파일롯트 生産에 成功했는데, 이 方法은 酵母菌體內에 含有된 RNA成分을 같은 菌體內에 共存하는 酵素系에 의하여 分解시켜 ribotide를 얻는 方法으로 *S. aureus* 等의 培養液을 酵素源으로 사용하였다.

1970년 2월부터 5′-IMP의 直接醱酵法에 대한 研究에 着手하여 1974년 6월에 5′-IMP를 自社製作의 20k*l* 規模 醱酵槽에 의한 試運轉에 成功한 바 있는 데 이 때의 포도당培地를 이용한 醱酵液中 蓄積濃度는 12~15 g/*l* 이었고 醱酵培養時間은 90~120시간이 소요되었으며, 長時間 醱酵에 따른 雜菌의 汚染問題가 심각하게 대두되었다.

1972년 4월, nucleoside 醱酵 및 化學的 燐酸化法에 着手했는데 *Bacillus sp.*에 의한 inosine 醱酵시 inosine의 蓄積濃度가 10 g/*l* 이하로 경제적인 수준에는 미치지 못하였으나 inosine을 0°C 이하에서 POCl로 處理했을 때 99% 이상의 收率로 化學的인 燐酸化가 이루어졌다.

1974년 8월, 酵母 RNA 分解法에 의한 ribotide 生産의 플랜트施設에 着手하였고, 1977년 9월, ribotide 試運轉을 재개하였으며, 동년 11월에 保社部의 제조허가를 얻어 우리나라 最初의 製品을 出荷하기에 이른 것이다.

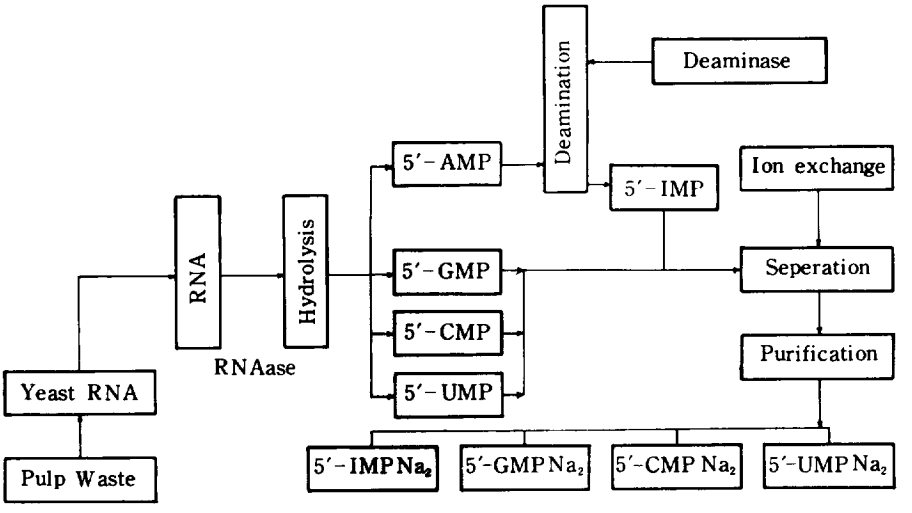
1978년 6월, 서울味元(株)과 第一製糖(株) 兩社는 生産調味料 全量에 각각 ribotide나 5′-IMP를 코팅한 核酸複合調味料로 동시에 轉換함으로써 ribotide의 수요는 급신장하는 계기를 마련하였다.

現在, 味元(株)은 RNA 分解法(부산)과 直接醱酵法(군산)의 두가지 생산시스템을 가지고 있으며 5′-ribotide, 5′-IMP, 5′-GMP, 5′-AMP, 5′-UMP, 5′-CMP, uridine, citidine 등의 nucleotide 및 nucleoside 類를 生産하고 있으며 第一製糖(株)은 直接醱酵法(김포)으로 5′-IMP와 5′-GMP를 生産하고 있다.

直接醱酵法에 의한 경우 5′-IMP는 de novo 등에 의한 포도당배지로부터의 直接生産方式에 依存하고 있으나, 5′-GMP의 生産은 대개의 경우, 포도당培地로부터 5′-XMP를 中間代謝物로 醱酵生産한 후 GMP aminase의 反應에 의하여 5′-GMP로 酵素轉換시키는 二段處理方式으로 生産되고 있는 것같다.

지금까지 사용되고 있는 핵산계 조미료 제조방법에는 RNA 분해법과 발효법이 있다.

먼저 RNA 分解法에는 酵母 RNA에 *Penicillium citrinum*이 分泌하는 nuclease P_1을 作用시켜 5′-AMP·5′-GMP·5′-CMP·5′-UMP 등 4종의 ribotide를 生産하는 "Yamasa 法"과 *Streptomyces aureus*가 分泌하는 酵素類를 作用시켜 5′-IMP·5′-GMP·5′-CMP·5′-UMP를 얻는 "Takeda 法"이 있다(Fig. 2). 前者의 경우, RNA 分解後에 追加로 5′-AMP deaminase를 添加하여 5′-AMP를 5′-IMP로 脫아미노化 해주어야 한다. 原料인 RNA는 Na·Mg·Ca염 등의 형태로 製



〈**Fig. 2**〉 The schematic Flowchart of 5′-nucleotide production by nucleic acid hydrolysis

造된다.

RNA 제품중 5′-nucleotide로 전환이 가능한 것은 88% 선으로, 추출과정에서 生成된 5%의 2′-5′-dimer, terminal에 3′-인산을 가지고 있는 2~2.5%의 CAS계 物質, 기타 Ca (2.6%), Mg(0.1%) 등이 混在되어 있다. RNA의 鹽基構成比는 메이커의 製造工程에 의해 相異하며 KOJIN PULP(株)의 製品을 예로 들면, CMP 0.75 · AMP 1.00 · UMP 0.98 · GMP 1.08 로서 purine계가 54.2%를 점하고 있다.

RNA의 분해에 관여하는 효소류도 使用하는 微生物의 종류에 따라 다르다.

*P. citrinum*은 5′-former RNase(RNA → 5′-nucleotide) · 3′-former RNase(RNA → 3′-nucleotide) · nucleotidase(nucleotide → nucleoside) 등을 分泌하며 *S. aureus*는 **endo** RNase(RNA → 5′-oligo nucleotide) · **exo** RNase(RNA → 5′-nucleotide) · 5′-**AMP de**aminase(5′-AMP → 5′-IMP) · 5′-**nucleoti**dase(5′-nucleotide → nucleoside) 등을 **分泌한**다. 따라서 이러한 酵素系를 利用하여 **RNA**를 効果的으로 ribotide로 分解시키기 **위해서는** 3′-former RNase나 nucleotidase · **phospha**tase 등을 抑制시키면서 5′-former **RNase**나 5′-AMP deaminase의 활성을 극대화시켜 주는 조건을 찾아내야 한다.

RNA 分解法은 그 工程이 가장 安定되어 있는 것으로 評價되고 있으나, 原料物質인 RNA 自體가 高價이므로 原價上昇 요인이 되고 있다. RNA 분해시에 부산물로 生成되는 pyrimidine 系 物質에 대한 용도의 개발과 RNA의 분해 수율을 여하히 극대화 할 것인가하는 점이 이 方法의 장래를 좌우할 것으로 보인다.

醱酵法에 의한 5′-IMP와 5′-GMP의 生産은 아미노酸의 製造法과는 몇가지 점에서 相異하다. 예컨대, 이들의 生體內에서의 生合成機作에는 de novo와 salvage의 두가지 合成方法이 있으며, 또한 醱酵 결과 菌體內에 生成된 核酸系呈味物質들의 세포막 투과성은 매우 낮다.

醱酵法에 의한 核酸系調味料의 製造方法은 다음과 같이 네가지로 細分할 수 있다.[36]

1. 化學物質을 포도당과 무기질 함유 培地내에 직접 蓄積시키는 *De novo*合成法
2. 前驅特質을 原料로 이용한 Salvage 合成法
3. 醱酵法에 의한 nucleotide의 製造法
4. AMP, XMP의 醱酵法에 의한 生産後 IMP와 GMP로 酵素的으로 轉換하는 方法

가) 5′-IMP 製造

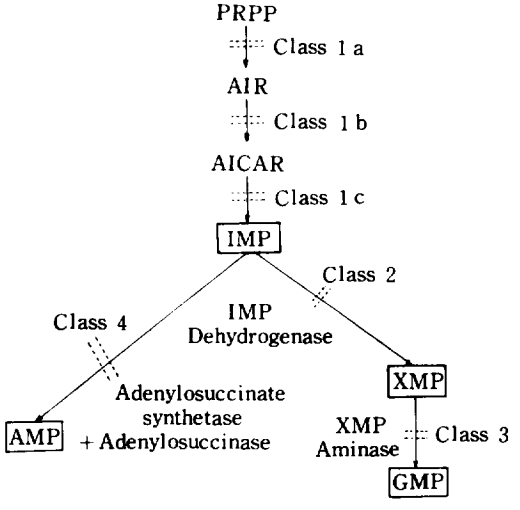
現在 産業的으로 IMP 製造에 사용되고 있는 方法으로는 醱酵法에 의해 이노신을 生成한 후 여기에 化學的으로 인산을 부가시키는 醱酵·合成混合法과 直接醱酵法이 있다.

5′-IMP는 세포막투과성이 낮고 微生物 自體에 5′-IMP 분해효소가 많기 때문에 inosine 製造方法이 우선적으로 産業化되었다.

이노신산 製造方法에 있어서 IMP를 醱酵方法으로 직접 生産하는 것이 가장 바람직하지만 막투과성 및 핵산분해효소들 때문에 쉽지만은 않다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 *Bacillus spp.*의 이노신 生産株를 變異處理하여 nucleotide 분해능력을 없애는 方法과 IMP 및 hypoxanthine을 生産하는 *Brevibacterium sp.*의 유전적 인자 및 培養因子의 개선방법이 시도되어 現在는 후자가 産業化되어 사용되고 있다.

直接醱酵에 사용되는 균주로는 *Brevibacterium ammoniagenes, Bacillus subtilis, Corynebacterium glutamicum* 등의 adenine 요구주나 guanine 요구주로 purine nucleotide 生合成過程중 class 2, class 4의 효소가 차단된 균주이며 purine 변이주 분리는 Fig. 3과 같이 나타낼 수 있다.

5′-IMP의 生産條件은 *Brevibacterium ammoniagenes* KY 7208에 대해 검토한 결과 이 菌은 많은 양의 KH_2PO_4와 K_2HPO_4(1%) 및 $MgSO_4$, $7H_2O$(1%)가 培地 중에 必要하다. 菌의 生育 및 5′-IMP 蓄積을 위해 Mn, thiamine, pantothenate가 必要하다.



〈**Fig. 3**〉 The Separation of Purine Auxotroph

casein 가수분해물이 균체生育이나 5′-IMP 축적에 좋은 效果가 있으며 무기물로는 Mn^{+2}, Zn^{2+}, Fe^{2+}, Ca^{2+}가 必要하나 Mn^{2+}은 배지중의 농도가 일정한 수준에 있어야 한다.[37]

나) 5′-GMP의 製造

5′-GMP 合成界에서 몇가지 重要한 酵素인 PRPP amidotransferase, IMP 탈수소효소나 5′-GMP 合成酵素는 구아닐유도체에 의해 合成이 抑制되는데 특히 5′-GMP에 의해 더욱 抑制된다. 또 5′-GMP는 5′-IMP나 마찬가지로 nucleotidase나 nucleosidase에 의해 分解되기 때문에 産業的으로 直接 5′-GMP를 생산하기는 어렵다. 그 반면에 AICAR, xanthosine, guanosine 등의 nucleoside는 最終生産物에 의해 대신 沮害를 덜 받고 용해도가 낮아 쉽게 沈澱이 形成되기 때문에 生産되기가 비교적 쉽다. 5′-GMP 제조방법은 다음과 같이 세가지로 나눌 수 있다.

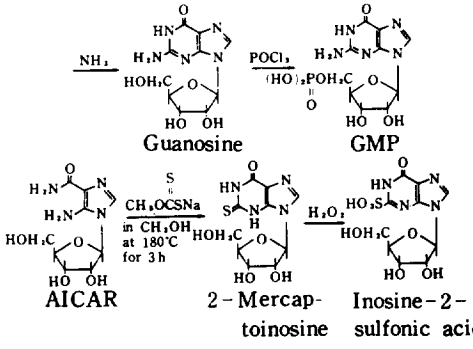
그 첫째가 醱酵에 의한 AICAR 生産과 5′-GMP의 化學合成, 둘째가 醱酵에 의한 guanosine 生産과 5′-GMP의 化學合成, 셋째가 醱酵에 의한 5′-XMP 生産과 酵素的轉換이다.

(1) AICAR로부터 5′-GMP의 生産

AICAR 醱酵에 있어 重要한 점은 高濃度蓄積 균주개발, 포자형성의 억제, 균주의 퇴화배지 조성 및 통기조건이다. purin 生合成 과정의 대사제어를 고려할 때 AICAR을 다량 축적하기 위해서는 母株가 purine 生合成능력이 강해야 하며 變異株는 AICARP formyl transferase가 결핍되어야 하고 균체내 purine에 의해 PRPP amidotransferase의 酵素活性이 沮害나 抑制되어서는 아니되며 AICAR 분해능력이 없어야 한다.

(2) AICAR로부터 5′-GMP의 合成

메탄올 존재하에 가성소다와 이산화황을 反應시켜 sodium methylxanthate를 얻어 AICAR와 反應시킨다. 즉, 1 mole의 AICAR와



〈**Fig. 4**〉 The production of 5′-GMP by chemical phosphorlation

5 mole의 sodium methylxanthate를 180°C에서 3시간 反應시키면 2-mercapto inosine이 生成된다. 이것을 3 mole의 과산화수소와 5°C에서 1시간 反應시키면 inosine-2-sulfonic acid가 生成된다. 여기에 암모니아를 주입 후 2시간 반응시키면 guanosine이 生成되고, 용매를 증발시키면 guanosine이 結晶化된다. guanosine을 phosphoryl chloride로 인산화하면 5′-GMP가 얻어진다. AICAR로부터 guanosine까지 수율은 80%, guanosine에서 5′-GMP까지의 수율은 90%이며 이 過程은 Fig. 4에 나타나 있다.

(3) Guanosine으로부터 5′-GMP 生産

醱酵에 의한 Guanosine의 生産은 *B. subtilis, B. punilus, B. licheniformis, C. petrophilum* 등의 균에 의해 가능하다. 어떠한 균주가 guanosine을 多量蓄積하기 위해서는 SAMP synthetase 및 GMP reductase가 결핍되어야 하며 nucleoside 분해능력이 缺乏되어야 한다. 즉, nucleosidase나 nucleoside phosphorylase가 缺乏되어야 한다는 말이다. PRPP amidotransferase, IMP dehydrogenase와 5′-GMP synthetase가 대사제어에서 벗어나고 IMP dehydrogenase의 효소활성이 높을시 5′-GMP는 5′-IMP에서보다 inosine에서 合成이 된다.

IV. 展望과 課題

MSG를 비롯한 醱酵調味料의 수요는 그들이 가지고 있는 강한 呈味性 때문에 食品産業의 發展과 더불어 꾸준히 增加될 것으로 예측되고 있다.

그러나, 하루가 다르게 변모·발전하는 기술세계에서 醱酵調味料工業이 解決해야 할 과제는 보다 싼 生産價로 보다 良質의 製品을 生産하는 方法을 개발해야 할 것이다. 이 目的을 達成하기 위해서는 아래와 같은 사항에 대한 硏究가 進行되어야 하리라고 생각된다.

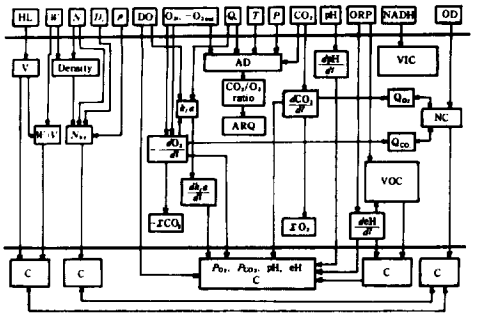
즉, 原料에 대한 對策과 菌株의 改良 및 開發, bioreactor 開發等의 upstream 技術, 回收工程의 單純化·省力化·省에너지化·自動化를 위한 down stream 技術의 開發이다.

(1) 原料對策

人口의 增加와 더불어 原料는 날로 고갈되어 가고 있는바 可用原料의 開發에 힘을 기울임과 同時에 農水産廢棄物 또는 産業廢棄物의 再活用方案을 개발해야 할 것이다.

(2) 生産菌株의 改良 및 開發

醱酵工業의 要體는 生産菌株의 優秀性 여하에 크게 좌우되므로 遺傳子操作·細胞融合 등의 生物工學的인 手段을 利用하여 이를 改良 또는 開發함으로써 醱酵收率과 對原料 製品收



〈**Fig. 5**〉 The Flowchart of data analysis and control

W : power N : stirring rate Di : inner diameter DO : oxygen density Qn : respiration rate T : temperature P : pressure N_{Re} : Number of Reynolds ORP : voltag-between reduction and oxidation C : control V : volume Nc : Number of cell HL : Liquid Height VIC : Voltage in cell ARQ : Average R.Q VOC : Voltage out of cell AD : Adjustment

率을 向上시키고, 耐熱性菌株를 開發하여 유틸리티 소모량을 줄이는 方案을 강구해야 할 것이다.

(3) 菌體나 酵素·organelle·조직 등의 固定化에 의한 bioreactor의 構成과 이를 利用한 連續生產方式의 開發이 必要하다.

(4) 生產工程의 制御技術을 computer control에 의해 自動化하는 技術을 開發하는 일인데 이는 각 生產工程을 computer-network으로 連結하여 遠隔調整하는 FA 시스템을 구축함을 意味한다. 이렇게 함으로써 工程의 單純化·連續化·省力化를 이룸과 同時에 高純度製品의 生產이 가능토록 하는 일이다(Fig. 5).

(5) 用途의 開發

食品加工學의 發達에 따른 用途의 多樣化를 꾀하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 池田菊苗：日東化, 30, 820(1905)
2. 池田菊苗：日本特許 14805(1908)
3. 池田菊苗：日本特許 18625(1910)
4. 金子武夫, 千畑一郎：Glutamic Acid, アミノ酸工業, 講談社, p. 106(1984)
5. 조성천：韓國特許 36(2)D31(1958)
6. 동아화성공업(株)：韓國特許 36(2)D25 (1962)
7. 서울味元株式會社：조미료의 제조기술과 지식 (1983)
8. 岡田 弘：化學工學, pp. 76~81(1984)
9. S. Kinoshita, S. Utaka, M. Shimono: *J. Gem. Appl. Microbial.*, **3**, 193(1957)
10. 木下祝郎, 中山 青, 秋田定夫：農化關東支部 第177回講演會(東京)(1957)
11. S. Kinoshita, K. Nakayama, S. Akita: *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan.* **22**, 176, (1958)
12. 板垣史郎, 木下祝郎：植物學雜誌, **72**, 51, (1959)
13. 板垣史郎, 木下祝郎：植物學雜誌, **72**, 114 (1959)
14. 田中勝宣, 秋田定夫, 木林一雄, 岩崎彪, 木下祝郎：農化關東支部 第194回 講演會(東京), (1959)
15. 陳秩宗, 杜聰明, 陳倫宗：醱工, **37**, 295, (1959)
16. 尾崎淺一郎, 宮地昇, 松井俊規, 河野景明, 角田俊直, 奥村信二, 岡田 弘：農化關東支部 第192回 講演會(東京), (1959)
17. K. C. Chao, J. W. Foster: *J., Bacteriol.*, **77**, 715.(1959)
18. 蘇遠志, 山田浩一：農化, 昭和34年度大會(東京), (1959)
19. 太田修三, 田中政民：醱工., **37**, 261, (1959)
20. 緣川義教：農化., 昭和34年度大會(東京), (1959)
21. I. Shiio, S. Otsuka, T. Tsunoda: *J., Bio chem.*, **46**, 1665, (1959)
22. 大田修三, 田中政民：Amino Acids 醱酵と代謝, **1**, 50, (1959)
23. Y. C. Su, K. Yamada: *Bull., Agr., Chem., Soc., Japan,* **24**, 40, (1960)
24. 林繁三：酒精工業, **8**, 2, pp. 21~41, (1978)
25. 林繁三：食品科學, **12**, 2, pp. 39~43, (1979)
26. 国中：農化., **28**, 282, (1954)
27. 国中：農化., **29**, 52, (1955)
28. 国中：農化., **29**, 797, (1955)
29. 国中：農化., **29**, 801, (1959)
30. 中尾, 緒方：農化大會シンポジウム講演要旨集, p. 2, (1961)
31. K. Ogata, Y. NaKao, S. Igarashi, E. Omura, Y. Sugino, M. Yoneda I. Sugara.: *Agr., Biol., Chem.*, (Tokyo), **27**, 110, (1963)
32. Y. NaKao, K. Ogata: *Agr., Biol., Chem.*, (Tokyo) **27**, 116, (1963)
33. Y. NaKao, K. Ogata: *Agr., Biol., Chem.*, (Tokyo) **27**, 291, (1963)
34. Y. NaKao, K. Ogata: *Agr., Biol., Chem.*, (Tokyo) **27**, 499, (1963)
35. Y. NaKao, K. Ogata: *Agr., Biol., Chem.*, (Tokyo) **27**, 507, (1963)
36. 広瀨義夫：발효와 공업, **41**, 8, pp. 665~670 (1983)
37. A. F. Uruga: *Applied microbiology,* **16**, 7, 981, (1968)