

# 酒類工業에 있어서 새로운 生物工學 技術의 利用

金 昌 睦, 李 泳 時  
(産業技術情報院)

## 目 次

1. 머리말
2. 釀造用 微生物 育種의 基本의 手法
3. 利用
4. 바이오 리액터에 의한 酒類 釀造
5. 展望
6. 參考資料

## 1. 머리말

술은 人類의 오랜 경험과 지혜를 모아 만들어진 傳統的 生物工學의 結晶體라 할 수 있으나 최근에 들어와 細胞融合, 形質轉換, 染色體工學과 같은 細胞工學의 手法의 급속한 발전에 따라 이러한 New Biotechnology 技術을 도입하여 술의 개발이 이루어지게 되었고 특히 酒類釀造用酵母의 育種에 대한 성과는 대표적인 것이다.

酒類釀造全般에 걸쳐 이루어지고 있는 生物工學技術의 개발은 原料作物의 育種, 釀造微生物의 育種, 生物反應器(Bio reactor)에 의한 省力化가 기본대상이 되고 있으며 이러한 노력은 물론 高品質을 전제로한 市場에서의 次別化를 목적으로 하고 있다.

### 1) 原料 作物

술의 品質特性을 결정하는 가장 중요한 요인으로, 오랜 세월에 걸쳐 改良되어 온 것이지만 현재와 같이 술이 高級化, 味食化된 시대에서는 보다 多樣한 原料의 이용이 중요시되어 酒造에 적합한 特性을 가진 쌀, 포도, 보리 등의 品質改良이 이루어지고 있다.

주로 交雜法과 紫外線照射에 의한 人工變異法이 주를 이루지만 프로토플라스트培養, 細胞融合, 遺傳子操作 등 새로운 植物生物工學技術을 이용한 育種開發도 활발하다. 그러나 칼루스形成, 칼루스로부터 再分化, 프로토플라스트의 再生, 遺傳子導入技術 등에서 문제점이 남아있어 이들 技術에 의한 有用釀造品種의 등장에는 다소 시간이 걸릴 것으로 보고 있다.

### 2) 釀造 微生物

술의 제조는 단일물질을 만드는 發酵生產과는 달리 수많은 미량성분이 잘 조화되는 것이 중요하고 이러한 성분의 대부분은 發酵中에 微生物의 菌體外로 排

출된 것이므로 결국 이들 성분을 잘 조절하는 것이 중요하다. 이를위해 여러가지 生物工學的方法으로 優良酵母의 育種이 이루어지고 있다.

최근 分子生物學의 발전에 따라 일부이지만 遺傳子 레벨에서 微生物의 生命現象이 解明되게 되었다. 예를들면 麴菌  $\alpha$ -아밀라제遺傳자의 構造가 해명되어 그 프로모터部位의 解析이 이루어지고 있다. 이처럼 微生物機能의 일부가 解明되고 있으나 微生物全體 혹은 個體에서의 生命構造의 解明에는 아직 멀리 있고 代謝物 또한 生命體에 따라 배출되는 성분의 質과 量이 다르기 때문에 이것을 人爲的으로 操作한다는 것은 현재로서는 거의 불가능한 일이다.

### 3) 工程

醱酵工程의 機械化, 省略, 連續化研究가 활발히 이루어지고 있다. 바이오리액터에 의한 술의 醱酵가 대표적인 방법으로 검토되고 있고 醱酵中 각종성분을 바이오센서로 측정하는 방법도 이루어져 있다. 그러나 工程을 自動化하기 위해서는 微生物의 生命現狀에 대한 보다 깊은 解明이 선행되지 않으면 안된다.

## 2. 釀造用 微生物育種의 基本的手法

釀造用 微生物의 育種에 있어서 현재 사용하고 있는 基本的性質(釀造特性)을 바꾸지 않고 목적으로 하는 性質만을 부여해야 하며 形質轉換株의 造成에 있어서는 釀造微生物 DNA에 由來하지 않는 外來 DNA를 가능한 한 포함시키지 않는것이 중요하다.

### 1) Positive selection法에 의한 釀造用酵母로부터 營養要求性 變異株의 선발

#### a. lysine 要求性株

라이신 生合成의 中間代謝物인  $\alpha$ -아미노아디페이트

트- $\sigma$ -세미알데히드(A)가 高濃度로 細胞內에 존재하면 酵母細胞는 增殖하지 않는다. 한편 위의 물질을 생성하는 酵素는  $\alpha$ -아미노아디페이트 리덕타제로 LYS2, LYS5 遺傳子로 코드되어 있다. N源으로  $\alpha$ -아미노아디페이트를 다량 함유한 AA플레이트(라이신을 함유)에서 野生株는 (A)가 만들어지기 때문에 生育할 수 없다. 그러나 LYS2, LYS5變異가 일어난 株에서는 (A)가 生成되지 않아 이들의 變異株가 AA플레이트上에서 生育한다.

#### b. 우리실 要求性株

Uracil 生合成經路의 中間代謝物인 오로친酸 아날로그인 5-플루오로오로친酸(B)가 존재하면 野生酵母는 生育 할 수 없다. 다만 URA3, URA5 變異가 일어난 株에서는 오로친酸을 UMP로 변환시킬 수 없기 때문에 (B)를 함유한 培地(우리실함유)에서도 生育이 가능하다.

이상 두가지 방법은 비교적 온화한 變異處理를 목적으로 하는 變異株가 얻어지고 농축을 하지 않더라도 낮은 빈도로 나타나 分離가 가능하다. 그리고 최근 遺傳子破壞法에 의해 URA3 遺傳子和 TRP1 遺傳子가 파괴된 우리실(ura3/ura3) 要求變異株와 트립토판(trp1/trp1)要求性株가 清酒酵母에서 만들어 지고 있다.

### 2) Positive 遺傳子 마커의 開發

釀造微生物과 같이 食品을 제조하는 微生物의 育種에 있어서 藥劑耐性遺傳子의 취급은 문제가 있다. 따라서 釀造酵母, 麴菌이 원래 가지고 있는 Positive marker 優性遺傳子가 育種에 이용되는 것이 바람직하다.

#### a. 킬러遺傳子

Saccharomyces屬의 酵母 가운데는 菌體外로 killer toxin을 내어 共存하는 다른 野生酵母를 죽이는

작용을 가진 킬러 효모가 존재한다.

細胞融合 등으로 細胞質이 도입된 경우의 마커에는 RNA 킬러플라스미드가 有效하고 킬러성을 검사하는 것 만으로 간단히 식별된다. 한편 染色體上에 있는 Weak Killer 遺傳子(KHR, KHS)는 각각 클로닝되기도 하고 酵母벡터에 연결하여 마커로 이용된다. 그리고 釀造用酵母 가운데는 Weak Killer 遺傳子를 가지고 있는 株가 많아 수순배양의 관정과 細胞融合 遺傳子 變換時 有用한 Positive marker가 된다.

### b. 凝集性 遺傳子

凝集性 遺傳子로는 FLO1, FLO5, FLO8 등이 알려져 있다. 이 가운데 FLO5는 接合型遺傳子の 制御를 받지않고 이 遺傳子の 도입에 의해 凝集性酵母를 얻는 것이 가능하여 Positive marker로 이용된다.

### c. 麴菌의 아세토아미다제 遺傳子(amd S)

麴菌의 形質轉換에 있어서 營養要求性を 마커로 하는 宿主벡터系는 이미 확립되어 몇가지 有用遺傳子가 麴菌에서 發現된 데 대한 報告가 되어 있다.

한편 有用麴菌의 育種을 위해서는 優性마커를 이용한 實用株의 形質轉換系 개발이 필요하다. 일반적으로 麴菌은 藥劑에 대한 저항성이 높고 이용 가능한 耐性遺傳子가 거의 없다. 현재 기대되는 遺傳子로 amd S 遺傳子가 있다. A. nidulans의 amd S는 이미 單離되어 있고 최근에 A. Oryzae에서도 amd S가 클로닝되었다.

이 遺傳子를 麴菌에 도입하면 아세토아미드 단일 N源培地上에서 黑麴菌에서는 生育이 확실하고 黃麴菌에서는 生育이 왕성해 지므로 麴菌 實用株의 形質轉換體 선택이 가능해 진다. 특히 amd S 遺傳子の 프로모터영역을 麴菌의  $\alpha$ -아밀라제 遺傳子の 프로모터로 변환시켜 高發現되도록 하여 스크리닝을 쉽게하는 것이 가능하다.

## 3) 染色體導入法

펄스필드電氣泳動에 의해 釀造酵母의 染色體分離가 가능해지고 이것으로 특성의 염색체 DNA(예를들면 第 IX 染色體)를 거의 抽出前과 같은 크기로 單離하는 방법이 개발 되었다. 그리고 이 염색체 DNA를 직접 釀造用酵母에 도입하여 안정한 形質轉換株를 얻는 것이 가능해졌다.

이 手法을 이용하면 목적으로 하는 染色體 DNA 만을 置換, 重複시킨 形質轉換體를 조성하게 된다. 또 酵母菌만의 DNA에 의한 形質轉換이므로 大腸菌 등의 外來遺傳子를 전혀 가지고 있지 않은점, 또 細胞融合法에 의한 불필요한 染色體와 細胞質因子的 도입에 따른 변화를 생각할 필요가 없는점, 그리고 導入 形質이 비선택하에서도 충분히 안정하다는 점 등에서 實用株造成에 有用한 수단이다.

## 3. 利用

酒類釀造에 있어서 生物工學技術의 적용에 중심이 되는 釀造用酵母의 育種은 突然變異, 接合과 같은 傳統的 生物工學技術을 利用하여 Killer性, 低發泡性, 알콜耐性, 黃化水素低生成, 低溫醱酵性, 糖耐性, 다이아세틸低生成, 凝集性, 靑靑性異臭非生成, 텍스트린과 澱粉醱酵性 및 香氣成分의 制御 등을 목적으로 오래전부터 행해져 왔다(表 1).

이 가운데서도 淸酒酵母의 돌연변이에 의해 만들어진 거품없는 酵母는 醱酵中 發泡를 현저히 억제하여 淸酒製造工程의 效率化에 큰 역할을 하고 있고 스크리닝에 의해 分離한 Killer 포도주酵母의 實用化는 포도주의 품질에 有害한 野生假性産膜性酵母를 死滅시켜 포도주의 品質向上과 貯藏工程의 效率化에 공헌하고 있다.

淸酒酵母의 아미노산아날로그耐性, 抗生物質耐性 突然變異에 의해 특정한 香氣成分을 다량 생성하는 株를 만든 예는 香氣成分의 合成系를 理論적으로 制御하여 差別化한 商品을 개발하고자 하는 시도로 突然變異를 이용한 育種에 새로운 방향을 제시한 연구

表 1. 傳統的 生物工學技術에 대한 釀造用酵母 育種例

育種方法	酵母	育種의 目的	實用化	
檢 索 · 分 離 突 然 變 異	포도주	Killer性	○	
		低發泡性	X	
	맥 주	알콜 耐性	X	
		高級알콜 低生成	X	
		黃化水素低生成	X	
		低溫醱酵性	X	
		糖耐性	○	
		Must特異臭非生成	○	
		Diacetyl 低生成	X	
		D-amyl alcohol 高生成	X	
		黃化水素低生成	X	
		청 주	카프론酸 에틸 高生成	△
			$\beta$ -페네틸 알콜 高生成	△
			醋酸 이소아밀 高生成	△
低發泡性	○			
接 合	포도주	凝集性	X	
		Killer性	△	
	맥 주	덱스트린, 澱粉醱酵性	X	
		폐놀性 異臭非生成	X	
	청 주	Killer性	△	

○ : 實用化    △ : 開發中    X : 未成功

資料 : 「食品と開發」 vol 26, no 6 p6, 1991

로 주목된다.

새로운 生物工學技術로 釀造用酵母의 育種과 改良에 이용되고 있는 形質轉換과 細胞融合法 가운데 形質轉換의 경우 특수한 예를 제외하면 釀造特性和 酒質에 관여하는 遺傳子가 확인되지 않았다는 점과 이 방법으로 育種한 菌株의 실용화에 대한 規制問題 등으로 育種 예도 적고 實用化 예도 없다. 그러나 單一 遺傳子에 지배되는 形質의 도입에는 적절한 방법으로 주로 清酒 酵母, 맥주 酵母에 대한 연구가 활발하다.

清酒 酵母에 있어서는 糖의 醱酵 뿐만아니라 澱粉

의 糖化能力을 가진 菌株을 만들기 위해 麴곰팡이의  $\alpha$ -아밀라제, 글루코아밀라제 등의 遺傳子를 清酒 酵母에 도입하는 시도가 이루어지고 있다. 또 醱酵工程에서도 아르기닌에서 카르바민酸에틸의 前驅體인 尿素를 생성하는 酵母의 아르기나제 遺傳子를 파괴하여 카르바민酸에틸을 함유하지 않는 清酒를 만드는 清酒 酵母가 이미 만들어 졌지만 이 遺傳子破壞技術도 形質轉換의 범주에 속한다.

맥주 酵母에서는 맥주의 未熟臭 成分인 다이아세틸의 生成抑制을 목적으로 非酵素的인 酸化의 脫炭酸 反應에 의해 다이아세틸을 만들지 않고 前驅體인  $\alpha$ -

아세트乳酸을 아세트인으로 변환하는  $\alpha$ -아세트乳酸脫炭酸酵素의 遺傳子(Enterobacter aerogenes 由來)를 도입한 例, 低덱스트린맥주의 제조를 목적으로 S. Cerevisiae의 글루코아밀라제遺傳子를 도입한 例, 濾過時 막힘의 원인이 되는 麥汁의  $\beta$ -글루칸을 분해하기 위한  $\beta$ -글루카나제(Bacillus subtilis의 리케나제) 遺傳子의 도입 등이 報告되어 있다.

포도주酵母에서는 사과酸을 乳酸으로 변환하는 말로락티酵素의 遺傳子를 L. delbrueckii에서 얻어 酵母에 도입한 例가 있으나 酵母內에서 도입遺傳子의 發現은 극히 불충분하다.

細胞融合은 釀造用酵母와 같이 釀造特性, 釀造酒의 品質을 결정하는 遺傳子가 多數 존재하거나 대부분의 遺傳的背景이 명확치 않은 경우에는 融合菌株에서 實用菌株을 선발하는 시스템이 개발된다면 有력한 育種手段이 된다. 또 킬러플라스미드, 미토콘드리아 등 細胞質性因子의 도입에도 적합한 手法이다.

지금까지 킬러성을 가진 淸酒, 맥주, 포도주酵母, 덱스트린, 澱粉資化性맥주酵母, FLO5타입의 擬集性을 가진 맥주, 포도주酵母, 低溫醱性 포도주酵母,

香이 풍부한 포도주를 만드는 포도주酵母 등의 育種 例가 報告되어 있고 表 2와 같은 實用例도 있다.

1) 디아세틸 生成을 抑制하는  $\alpha$ -아세트乳酸 分解性酵母

맥주 未熟臭의 원인물질인 디아세틸과 펜탄-2,3-디온은 酵母에 의해 발린 및 이소로이신의 生成成過程의 中間體인  $\alpha$ -아세트乳酸과  $\alpha$ -아세트히드록시乳酸에서 각각 非酵素的인 酸化의 脫炭酸을 거쳐 生成된다.

曾根<sup>1)</sup> 등은 生成한  $\alpha$ -아세트乳酸을 분해하여 디아세틸량을 억제하고자 Enterobacter aerogenes起源의  $\alpha$ -아세트乳酸脫炭酸酵素遺傳子를 單離하여 이것을 YEp타입의 플라스미드中 ADH1프로모터의 아래에 接續하였다. 實用下面醱性酵母에 形質轉換한 結果, 轉換株가 生成하는 디아세틸량이 1/6~1/10로 억제되었다.

2) 맥주 濾過性 向上을 위한  $\beta$ -글루칸 分解

表 2. 細胞融合에 의해 만들어진 釀造用酵母의 實用列(日本)

釀造用 酵母	融合에 사용한 親株	育種의 目的
포도주 酵母	淸酒酵母協會 9號半數體	香이 풍부한 포도주
	포도주酵母가이젠하임 74Sen <sup>+</sup> 半數體	低溫醱性
	포도주酵母 KY-5700胞子 (미토콘드리아 供與體)	Killer性
포도주 酵母	삼펜酵母 SW 861(2倍體)	香이 풍부한 포도주
	삼펜酵母 KY-5700(2倍體)	低溫醱性 遺傳的安定性
포도주 酵母	맥주酵母 WS-66(4倍體)	WS-66의 低溫醱性 改良
	核融合缺損變移株 KA-916 (半數體, KY-5700 미트콘드리아의 供與體)	(KY-5700 미트콘드리아의 Cytoduction)
맥주 酵母	맥주酵母 BH-84(高次倍數體)	Killer性(킬러플라스미드의 Cytoduction)
	核融合缺損變異株 YAT-34E(半數體)	

資料 : 「食品と 開發」 vol. 26, no. 6, p. 7, 1991

**性酵母**

麥汁中の高分子인  $\beta$ -글루칸量を 감소시키기 위해 함량이 적은 대麥이나 麥芽를 사용하거나  $\beta$ -글루카네즈를 첨가하여 濾過性を 향상시켰으나 Cantweu<sup>2)</sup> 등은 Bacillus subtilis起源의 1, 3; 1, 4- $\beta$ -D-Glucan-4-glucanohydrolase遺傳子를 麥주酵母에 移入하여 발효중에  $\beta$ -글루칸을 분해하는 방법을 연구하였다. 이용된 플라스미드는 pJG2051로 선택마커로서 CUP1, 리케나제의 酵母內에서의 프로모터로 ADH1, 그리고 2 $\mu$ mDNA의 複製領域을 가진 것이다 이 플라스미드를 이용하여 上面 및 下面 醱酵酵母 각각을 形質轉換하여 醱酵試驗을 행한 결과 醱酵速度와 醱酵後 香氣에서도 차이가 없었고 育種한 菌株가 가진  $\beta$ -글루카나제 活性과 終了後 菌株內 플라스미드 有持비율을 조사한 결과 活性은 上面 醱酵酵母의 클론에서 높고 플라스미드 安定性은 下面 醱酵酵母에서 높았다.

**3) 清酒 酵母와 포도주 酵母의 細胞融合<sup>3)</sup>**

포도 본래의 香氣가 풍부한 포도주를 개발하기 위

해 親株로 清酒酵母 S. cerevisiae協會 9號와 포도의 모노터펜성분이 풍부한 포도주를 제조하는 포도주酵母 S. cerevisiae 가이젠하임 74株를 선택하여 각각  $\alpha$  接合型半數體(모두 미트콘드리아를 不活)에서 細胞融合을 행한 뒤, 遺傳的安定性, 포도주의 品質을 지표로 優良融合株 GS-31을 선발하였다.

다음, GS-31에 低溫醱酵性과 밀접하게 관계있는 미트콘드리아와 K2형태의 킬러플라스미드를 가진 포도주酵母 S. cerevisiae KY-5700胞子和 接合하여 그 미트콘드리아와 킬러플라스미드를 GS-31의 染色體 패턴을 변화시키지 않고 도입하여 킬러포도주酵母 GS-31-16을 얻었다. 이 菌株는 목적인대로 香이 풍부하고 특히 낮은 醋酸含量과 높은 醋酸이소아밀을 특징으로 하는 포도주를 만들었다. 또 低溫에서 醱酵性이 좋고 K2형태의 킬러플라스미드를 안정하게 유지하였다.

**4. 바이오리액터에 의한 酒類 釀造**

바이오리액터에 관한 연구는 특히 固定化技術을 이용한 連續反應시스템의 개발을 중심으로 이루어지고

**表 3. 바이오리액터에 의한 酒類釀造**

酒類	担體	비고
清 酒	알긴산칼슘 세라믹	固定化酵母칼럼 앞에 羊回分 醱酵槽 設置 실린더형 세라믹칼럼
맥 주	알긴산 칼슘 알긴산 칼슘 또는 粒狀 세라믹 알긴산 칼슘 세라믹	固定化酵母 칼럼 固定化酵母 반응기 앞에 好氣培養器 설치 타워형 醱酵槽 嫌氣性 醱酵槽와 通氣性 醱酵槽 설치
포도주	알긴산칼슘 또는 카라기난 알긴산칼슘 또는 카라기난 多孔性 세라믹	固定化 리액터 赤포도주의 사과酸 分解 白포도주의 黃化合物 제거
매실주	알긴산칼슘을 담체로 한 글래스플레이트 알긴산 칼슘	킬러 酵母固定과 사과酸 分解 3단층 반응기

資料: 「バイオサイエンスとイソダストリー」, vol48, no5, p428, 1990

있는 실정이며 酒類釀造에 있어서는 1971年 Narziß 등이 구조도와 酵母를 혼합한 용기에 麥汁을 통과시켜 맥주가 나오도록 고안한 連續發酵用 바이오리액터를 제안한 이래 포도주, 맥주, 清酒釀造用 바이오리액터 개발에 대한 연구가 계속되고 있다.

### 1) 바이오리액터에 의한 포도주 釀造<sup>4)</sup>

포도주 釀造는 糖濃도가 높고 pH가 낮아 酵母에 대해서는 비교적 힘든 환경이며 12% 정도의 알코올을 함유하면서 殘糖의 농도도 드라이타입에서 스위트타입에 까지 자유롭게 設定하여야 한다. 아울러 香味도 충분한 포도주를 連續發酵시키기 위해 酵母와 担體의 적응성과 固定化酵母의 調製를 검토하고, 熱量計를 이용하여 酵母를 固定化한 상태에서 增殖過程이 定量的으로 파악되도록 하였다. 그림-1과 같은 2段式 바이오리액터 시스템을 이용한 포도주 連續發酵實驗에서 시스템을 장시간 안정적으로 가동하기 위해서는 發酵開始때의 固定化酵母密度, 비즈狀 固定化酵母의 粒徑과 流動狀態, 充填率, 醪의 체류시간 등이 큰 영향을 주는 것으로 확인되었다.

이 바이오리액터에서 長時間의 안정된 포도주의 連續生産이 가능하다는 것이 확인 되었으며 酵母의 死滅率은 상승하는 경향이었고 第1 發酵槽의 糖濃도는 1.5~2.5% 범위로 변동하고 發酵가 90% 진행된 상태에서 第2槽로 옮기고 糖濃도를 계속 0.4% 이하로 유지하여 드라이타입의 포도주를 장시간에 걸쳐 안정적으로 생산가능 하였다.

바이오리액터 시스템을 이용하면 종래에 비해 우수한 生産性을 얻는 것이 가능해 지지만 일단 문제가 발생 하면 그 영향이 전체에 미치게 되는 문제가 있어 實用化를 위해서는 문제 발생에 대처가 가능한 시스템의 설계가 중요하다. 이에 따라 微生物汚染에 강한 시스템을 만들기 위해 킬리酵母를 바이오리액터에 적용하는 연구가 계속되고 있다.

### 2) 바이오리액터에 의한 맥주 釀造<sup>5)</sup>

그림-2는 바이오리액터를 이용한 맥주 釀造에 있어서 청량감이 떨어지는 香味의 문제를 해결하기 위해 고안된 것으로 아미노酸 등의 窒素成分의 消費는 固定化 하지 않은 酵母를 이용하여 通氣攪拌發酵를

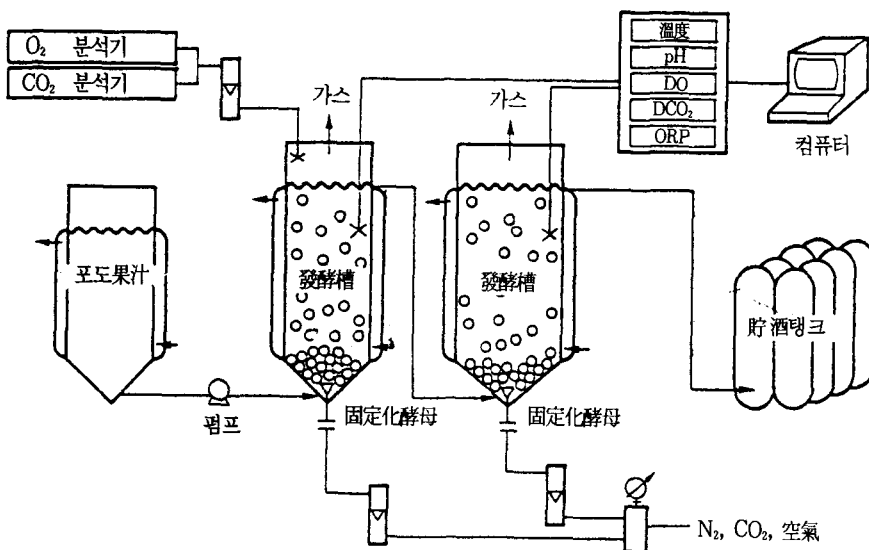


그림-1 固定化酵母를 이용한 포도주 連續發酵시스템

행하고 이어서 糖의 消費는 固定化酵母에 의해 행하도록 하였다.

通氣攪拌槽에서 固定化하지 않은 酵母를 가지고 麥汁中の 아미노산 消費를 촉진하여 殘存아미노산 濃度를 통상의 맥주 濃度까지 떨어뜨리고 원심분리기로 酵母를 분리한 후 醱酵液을 카보네이터가 장치된 저장탱크로 보내고 二酸化炭素를 불어넣어 醱酵液을 嫌氣的狀態로 유지한 채 固定化酵母槽로 옮겨 糖의 消費를 행한다.

특히 嫌氣的인 상태를 유지하는 것은 醱酵液中の 다이아세틸生成濃度를 낮추기 위한 것이다. 이에 따라 醱酵液의 아미노態窒素와 다이아세틸濃도가 傳統方式과 같은 수준이면서 醱酵期間을 하루 단축시키는 결과를 얻었다.

### 5. 展望

酵母를 위시한 釀造用微生物의 育種에 있어서 新生物工學技術의 활용은 아직 초기단계에 머물러 있다고 해도 좋을 것이다. 그러나 酒類品質의 向上, 多樣化에 대한 필요성 증가로 釀造用微生物의 遺傳學的 研究의

심도있는 진행과 더불어 곰팡이, 乳酸菌 등의 育種으로 폭넓게 이루어질 것이 예상된다.

育種의 목표도 酒質과 釀造特性을 지배하는 遺傳學的背景의 명료화와 함께 확대될 것이 틀림없다.

形質轉換에 있어서는 대상이 되는 單一遺傳子支配形質이 증가할 뿐만아니라 遺傳子破壞의 有用性도 서서히 관심을 끌게 될 것이다. 釀造用酵母의 경우는 黃化水素生成에 관여하는 遺傳子가 일차적인 破壞對象이 될 것이다. 뿐만 아니라 酵母의 複合形質 도입에 있어서는 形質轉換으로는 대응하기 어렵고, 細胞融合도 複合形質을 불규칙하게 도입하는데 불과하기 때문에 染色體上의 機能解明을 통해 최근 급속히 발전된 技術인 巨大 DNA 操作이 가능하고 지정위치의 染色體를 바꾸는 것이 가능한 등의 특징을 가진 染色體工學이 實用酵母育種手段으로 重要性를 획득하게 될 전망이다.

酵母의 細胞融合에 관해서는 核內遺傳子는 물론 미트콘드리아 등의 核外遺傳子에도 눈을 돌리는 것이 중요하고 미트콘드리아의 도입에는 同種間은 물론 異種, 異屬間에서의 도입도 고려되고 있다.

술은 微生物에 의해 만들어지고 品質의 判定은 사

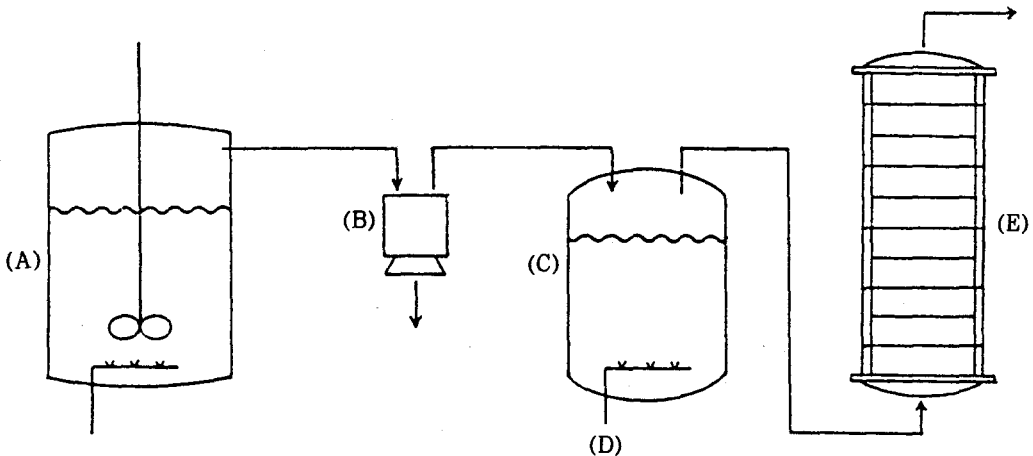


그림-2 맥주釀造用 바이오테터 시스템

(A) 通氣攪拌槽 (B) 連續遠心分離機 (C) 저장槽 (D) 카보네이터 (E) 固定化酵母槽



람의 官能에 의해 이루어진다. 따라서 이들의 궁극적인 해석은 酒類釀造에 관여하는 微生物의 釀造特性을 支配하는 全遺傳子의 發現과 制御에 카니즘이 機能別로 밝혀지고 品質評價에 대한 인간의 腦機能의 解明이 필요하므로 이점은 生物工學技術을 이용하는 生命科學分野의 최종목표라 할 수 있다.

## 6. 參考資料

- 1) 曾根秀隆, 「J. Biotech.」, vol. 5, p87~, 1987
- 2) B. Cantwell, Proc. Eur. Brew. Conv. Congr., Helsinki, p259~, 1985.
- 3) 清水健一, 「食品工業」, vol 31, no 23, p38-46, 1988
- 4) 熊田順一, 「BIO INDUSTRY」, vol. 3, no3, p13-21, 1986
- 5) 中西弘一, 「BIO INDUSTRY」, vol5, no5, p5-11, 1988
- 6) 井上喬, 「釀協」, vol. 82, no 2, p87-94, 1987
- 7) 篠内精三, 「BIO INDUSTRY」 vol. 4, no 11, p22-29, 1987
- 8) 郡家徳郎, 「BIO INDUSTRY」 vol. 6, no 3, p11-21, 1989