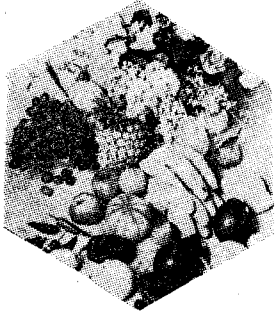


酵母와 食品



梁 熙 天

<全北大 教授>

酵母는 빵반죽을 부풀리고果汁을 발효하여 포도주나 사과주를 만들고 쌀, 보리 등의 澱粉質을 原料로 하여 탁주, 청주, 맥주 등을 生産하는 데에 관여하면서 獨立代謝作用으로 살아가는 一群의 微生物이라고 오래 전부터 알려져 있다. 最近에 와서는 菌體의 蛋白質을 利用하므로써 蛋白質不足問題를 解決할 수 있는 酵母의 蛋白質 生産能力에 對해서 世界的인 關心이 集中되고 있다.

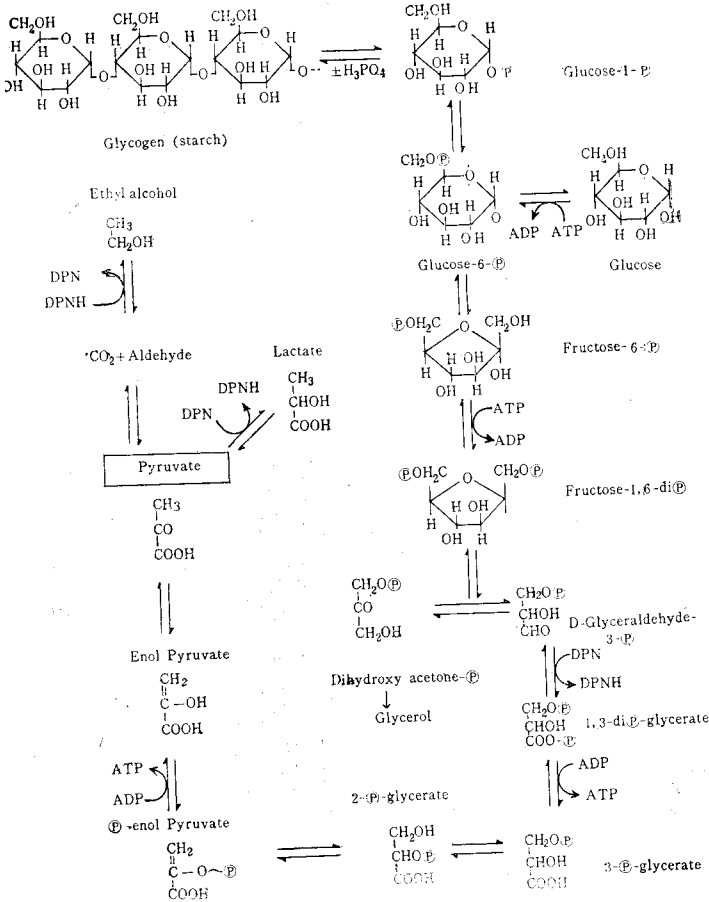
우리 肉眼으로 잘 보이지 않는 이 酵母가 經濟적으로 큰 重要性을 나타내고 있는데 우리가 每日같이 먹는 여러가지 食品에 香味를 부여해 주고 營養을 強化시켜 주며, 우리 食生活에 風趣를 주기 때문에 經濟적인 가치가 매우 큰 것이다. 만일 酵母가 食品에 바람직하지 못한 方向으로 영향을 끼치게 되면 加工食品에 變色, 變香, 異臭味, gas 發生으로 因한 容器的 爆發 등의 事故가 생기기 때문에 經濟的 損失을 크게 하는 것이다. 酵母의 힘이 經濟적으로 重要的한 一例를 들어보면 California 에서는 年間 約 4百萬톤(全美國 포도 生産量의 約 90%)의 포도를 生産하고 그 中の 約

1/3을 醱酵시켜 約 4億개론의 포도주를 生産하고 있다. 또한 미국에서는 年間 約 16萬톤의 壓搾酵母가 生産되어 8百萬톤의 빵類製造에 使用되고 있다. 한편 맥주酵母의 作用으로 1億 6千萬배럴의 맥주가 양조되고 있으며, 역시 酵母의 힘으로 위스키, 진, 브랜디, 코니악 등을 生産하여 95億달러의 세금을 내고 있는데, 이것은 미국의 國家歲入中 3번째로 큰 租稅源이다. 이러한 여러가지 傳統的인 醱酵製品이 만들어질 때에 일어나는 生化學的的作用이 곧 “醱酵”인데 酵母가 糖을 分解하여

주로 CO_2 와 에칠알콜을 만드는 嫌氣的 代謝過程이다. 효모는 이때에 生成되는 Energy를 細胞物質을 合成하는데 利用한다. 알콜 醱酵의 生化學的過程은 中間에 酵素가 介在하는 一連의 酸化還元反應으로서 포도당이 Embden-Meyerhof-Parnas 經路를 거쳐 2分子의 Pyruvate가 되고 이것이 脫炭酸되어서 2分子의 CO_2 와 알데히드가 되고 알데히드가 還元되어 2分子의 에칠알콜이 된다.

理論적으로는 酵母에 의한 포도당의 醱酵에서 51.1%의 에칠알콜과 48.9%의 CO_2 가 생겨야 하지만, 실제로는 典型的인 醱酵過程에서도 포도당의 95%만이 에칠알콜과 CO_2 로 되고 나머지는 여러가지 副産物로 되는데 주로 Glycerol(3%), Succinic acid(1%), 其他成分(1%)이 생긴다. 이와같은 最終生成物의 比率은 1872年 Pasteur가 研究한 이래 그렇게 알려져 왔는데 最近研究에서 이 1%의 其他成分을 分劃하여 맥주, 포도주 그밖의 여러가지 증류주 釀造時에 酵母에 의해서 생기는 대부분의 芳香成分이나 香味成分을 確認하게 되었다. 이런 副産物의 比率은 菌株나 培地の 條

Embden-Meyerhof-Parnas 經路



件에 따라 크게 左右되는데, 一例로 酵母의 한 菌株을 pH3과 pH7.6에서 醱酵시켰을때의 副産物의 濃度差를 表示하여 보면 表 1과 같다.

表 1. pH와 副産物의 生成量과의 관계

副産物	m mol/포도당 100m mol	
	pH 3.0	pH 7.6
탄 산 가 스	181	149
에 칠 알 콜	172	130
글 리 세 롤	6.2	32
디 아 세 틸	0.8	0.7
젓 산	0.8	1.4
식 초 산	0.5	15.1

자료 : Neish and Blackwood (1951)²⁾

여기서 보면 보통 시행하고 있는 强酸性條件에서의 醱酵보다 弱알카리性條件에서 醱酵시키면 副産物의 量이 많아지고 에칠알콜과

CO₂量이 적어지는 것을 알 수 있다. 이것들 以外에도 여러가지 副産物이 있는데 아주 少量의 formic acid, Succinic acid, acetone, 그리고 주로 1-Propanol, iso-butanol, 2-methyl-1-butanol, 3-methyl-1-butanol 등 여러가지 高級알콜의 混合物(fusel oil) 등도 生成된다. 이들은 모두 糖의 代謝生成物이지만 이밖에 질소나 硫黃의 代謝生成物, 예를 들면 아미노酸, 核酸, 酵素, 助酵素, 비타민 B群, 그리고 黄化素나 mercaptane 등도 生成된다. 알콜 醱酵過程중에 生成되는 芳香性 物質도 百餘種類의 化合物이 同定되었고 이런 化合物들이 맥주, 청주 여러가지 蒸溜酒 등의 揮發性 成分으로 나타나고 있다. Suomalainen¹⁾에 따르면 醱酵過程중에 생기는 대부분의 注目할 만한 芳香成分은, 醱酵基質로 使用되는

原料에 의해서 보다는 酵母의 種類와 醱酵條件에 따라 左右된다고 한다.

Lodder 등³⁾에 의해서 分類되어진 349種의 酵母中에는 많은 醱酵性 酵母가 있지만 실제로 工業적으로 利用되고 있는 것은 몇 種類밖에 되지 않는다. 이것들은 대개가 Saccharomyces屬에 속하는 것이거나 이들의 變種이다.

S. cerevisiae: 빵효모, 양조효모, 蒸溜酒用 酵母로 利用.

S. uvarum(前에는 Carlsbergensis) : 양조효모.

S. bayanus(beticus 포함) : 샴페인과 Sherry의 醱酵.

한편, 食用, 飼料用 酵母도 好氣의 培養方

法에 依해서 産業的으로 生産되고 있는데 몇 가지 예를들면 Kluyveromyces(前에는 Saccaromyces) fragilis와 K. lactis—乳漿에서, Candida utilis—木精이나 에칠알콜에서, Candida lipolitica, C. tropicalis—石油에서 抽出된 normal alkane에서 生産된다. 以上과 같은 有用한 作用뿐만 아니라 어떤 酵母는 醱酵過程에 關聯하여 副産物을 과잉으로 만드는 수도 있고 또는 바람직하지 못한 變化를 일으키기도 한다. 그리고 많은 종류의 酵母는 機會만 주어지면 모양이나 物理的 特性이, 그리고 食品原料나 加工食品의 化學組成에 나쁜 영향을 주는 方向으로 變異를 일으킨다. 그렇지만 어떤 種類의 酵母나, 酵母에 依해서 食品이 變敗되는 동안에 生成되는 副産物도 食中毒의 臨床的 症狀을 나타내지는 않는다. 醱酵過程中 惡影響을 주는 酵母作用이나 食品變敗作用은 여러가지 樣式으로 나타나는데 예를들면 液體食品에서는 혼탁해 진다든지, 浮遊物이 생기든지, 膜이 생기고 gas 生成, 變色, 異味, 異臭의 生成도 있으며 때로는 酸性低下로 탈미암아 부수적으로 腐敗미생물의 生成을 좋게 하여 變敗를 일으키기도 한다. 固體食品에서도 酵母作用으로 變色(脫色)되기도 하며 表面이 풀처럼 끈끈해지기도 하고 粉狀皮膜으로 덮이기도 한다. 工業的으로 양조효모나 빵효모 生産을 위해서 增殖操作을 하는 여러 단계에 이런 酵母가 오염되게 되면 오염酵母가 目的酵母보다 더 잘 生育되어서 結果的으로 必要한 酵母의 細胞數가 적어지게 되므로써 生産物의 質이 低下되게 되는 수도 있다. 이와 같은 酵母에 對해서도 많은 研究가 이루어지고 있는데 Pepler⁴⁾는 食品에서 많은 種類의 酵母變種을 分離한 바 있고 最近에 Put⁵⁾ 등도 炭酸含有果汁과 그들의 製造器具에서 12가지 屬에 속하는 130가지의 다른 菌株를 分離하였

다. 酵母가 有用하게 作用하느냐 不利하게 作用하느냐 하는 것은 그들의 生化學的 素質에 따라 달라지는데 酵母에 依해서 일어나는 몇 가지 典型的인 化學反應과 反應의 數를 들어 보면 表 2와 같다.

表 2. 酵母에 依한 反應形態의 數

還元反應	156	에스텔化反應	10
脫炭酸反應	21	縮合反應	9
脫아미노反應	17	加水分解	5
酸化反應	14	아미노化反應	1

자료 : Wallen 등 (1959)⁶⁾

이 反應들의 예를 들어보면 다음과 같다.

還元反應 : 맥주에서 Diacetyl이 aceton으로 2-아세트알데히드가 2-아세트알콜로,

脫炭酸反應 : 능금산이 젖산으로 (포도주에서), 아미노酸이 아민으로 (Soft Cheese의 表面에 Torulopsis, Candida와 Debaryomyces, Kloeckera의 生育으로 histamine과 tyramine의 蓄積),

脫아미노反應과 脫炭酸反應 : 아미노酸이 fusel oil로 (leucine이 isoamylalcohol로, isoleucine이 amylalcohol로, phenylalanine이 phenylethanol로),

酸化反應 : 酸, 알콜, 糖, 炭化水素, 알콜이 알데히드나 酸으로.

에스텔化反應 : Ethylacetate (Hansenula anomala)

縮合反應 : Acetaldehyde가 aceton으로, Acetaldehyde와 Pyruvic acid가 alphaaceto-lactic acid로,

脫아미노反應 : Glutamic acid가 gamma-OH-butyric acid로 (S. cerevisiae)된다. 그리고 때때로 食品에서 問題가 되고 있으면서도 잘 알려져 있지 않는 酵母의 作用을 몇 가지 들어보면 表 3과 같다.

脂肪分解作用 : 주로 버터, 마아가린, 치즈에서.

表 3. 잘 알려져 있지 않은 酵母의 作用

脂肪分解作用 :	<i>Candida lipolytica</i> , <i>C. rugosa</i> , <i>Torulopsis sphaerica</i> .
蛋白分解作用 :	<i>C. lipolytica</i> , <i>T. sphaerica</i> .
펙틴分解作用 :	<i>Saccharomyces kluyveri</i> , <i>Kluyveromyces fragilis</i> , <i>Hansenula anomala</i> .
酸生成作用 :	<i>Brettanomyces</i> , <i>Hansenula</i> , <i>Pichia</i> , <i>Saccharomyces</i> .
色素生成作用 :	<i>Rhodotorula glutinis</i> , <i>Sporobolomyces sp.</i>
에스테르化作用 :	<i>Hansenula</i> , <i>Kluyveromyces</i> , <i>Brettanomyces</i> .
혼탁化作用 :	포도주에서 : <i>Saccharomyces baillii</i> , <i>S. chevalieri</i> , <i>Brettanomyces sp.</i> 맥주에서 : <i>S. diastaticus</i> , <i>S. bayanus</i> .

蛋白分解作用 : 특히 Soft cheese의 表面

펙틴分解作用 : 鹽漬水中的 olive와 cherry 등의 軟化. Polygalacturonase를 가지고 있는 포도주 酵母가 포도果汁醱酵中 펙틴의 可溶化反應에 作用.

酸生成作用 : 포도주에 *Brettanomyces sp.*가 오염되면 高濃度の 揮發酸이 生成된다. (isobutyric acid와 isovaleric acid도 生成된다. *pichia*種이나 그밖의 酵母 등도 green olive의 鹽漬水中에 食초산을 生成한다.

에스테르化作用 : Cottage cheese와 Mozzarella cheese에 Ethyl acetate와 Ethyl lactate 生成.

色素生成作用 : *Rhodotorula glutinis*가 Sauerkraut에 핑크색을 주고, 水分이 많은 cheese의 表面을 變色시킨다.

혼탁생성작용 : Soft drinks와 포도주에서 (*S. bailli*, *S. chevalieri*), 맥주에서 (*S. diastaticus*, *S. bayanus*),

澱粉加水分解作用 : *Endomycopsis fibuligera*에 의해서.

다음에 실제 食品産業에서 문제가 되는 酵母의 惡影響에 대해서 몇 가지 例를 들어보기

로 한다.

釀造 : Diacetyl이 버터나 어떤 酪農製品에 서는 아주 좋은 芳香成分이다. 그러나 이것은 포도주나 오렌지쥬스에 대해서는 좋지 않은 냄새를 준다. 맥주나 ale에서 버터냄새가 나는 것은 diacetyl과 2,3-Pentanedione 때문이라는 것은 오래전부터 알려졌고 이들을 합쳐서 Vicinol diketone(VDK)라고 한다. 이와같이 Diacetyl의 특수한 냄새는 맥주에 나쁜 영향을 주기 때문에 이 diacetyl 濃度を 調整해 주는 것이 醱酵效果를 改善하는 主眼點이기도 하다. 多量の Valine이 VDK의 生成을 억제할 수 있다고 알려졌지만 확실한 理由는 모르고 있다. Scherrer⁷⁾는 diacetyl의 生成 經路를 明確하게 定義하였는데 이에 의하면 alpha-acetolactic acid는 酵母醱酵에서 正常的인 代謝產物로서 Pyruvic acid와 acetaldehyde의 縮合으로 만들어지며, 이것이 酸化의 脫炭酸作用으로 diacetyl이 되는 과정은 非酵素的이고 酵母의 生理와는 無關하다고 한다.

이 alpha-acetolactic acid의 酸化의 脫炭酸作用의 速度는 溫度上昇과 pH低下로 인해서 促進되어진다. 일단 diacetyl이 生成되면 酵母는 이것을 同化할 수 있으며 또한 acetone이나 2,3-butanediol로 還元하기도 한다.

제빵 : 건포도를 넣은 hot-cross 빵 製造時 桂皮로 強하게 賦香한 반죽을 異例의인 빵호모를 써서 醱酵시키면 不快한 냄새가 나고 나중에 빵을 구운 다음까지도 냄새가 남는 수가 있다. 이 不快臭의 本體는 Styrene이고 이것은 醱酵가 활발히 이루어지고 있는 동안에 계피알데히드로부터 유도된 不飽和 炭化水素이다. 桂皮中에는 2% 가량의 揮發性 기름이 들어있는데 그중의 大部分(90%)은 계피알데히드이다. Styrene 生成의 機作은 確實히 알려져 있지 않으나 Pepler⁴⁾는 桂皮알데히드의 水和가

일어나고 다음에 이것이 Styrene과 formic acid로 될 것으로 보고 있으나, 桂皮알데히드가 桂皮酸으로 酸化되고 이것이 脫炭酸作用으로 Styrene이 될 것이라는說이 더욱 有力하다.

品質管理 : 고추장이나 탁주, Salad dressing 토마토케찀 등의 병조림이 酵母에 의해서 오염되면 병마개가 튀거나 병이 폭발하여 製品이 흩어지는 例를 볼 수 있다. FDA에서는 이런 式의 缺陷있는 製品은 加工過程이나 병조림과정에 잘못이 있는 것이기 때문에 公衆衛生上 危險한 것으로 規制하고 있다. 그러므로 願하지 않은 酵母에 의한 被害를 받지 않으려면 品質管理를 철저히 하여야 한다. 卽, 製品中에는 變敗要因이 되는 酵母의 生存 可能性이 充分하므로 醱酵性 또는 gas發生性 酵母의 殘存이나 오염이 없도록 해야 한다. Put 等⁵⁾이 低溫殺菌한 炭酸含有果汁飲料에 對해서 한 실험을 예로들면 變敗를 일으키는 酵母인 asporogenous(5屬)와 ascomycetous(7屬)에는 熱抵抗性에 差異가 있음을 알 수 있고, S. Cerevisia와 S. Chevieri는 65°C에서 10분까지 살아남는데 (Saccharomyces sp.의 60%는 62.5°C에서 10분까지 살아남는다) asporogenous는 62.5°C에서도 10분이면 25%밖에 살아남지 못한다. 그러므로 製品을 出荷하기 前에 반드시 효모의 오염 여부와 오염효도

의 종류, 殺菌정도 등을 확인하여야 한다.

以上 몇 가지를 살펴본바와 같이 酵母는 어디나 存在하고 여러가지 生化學的 活性을 가지고 있기 때문에 다른 微生物들과 마찬가지로 주어진 基質 또는 周圍環境에 따라 무엇이든 生化學的인 變化를 나타내고 있다는 事實을 명심해야 한다.

참 고 문 헌

- 1) Suomalainen, H. 1971. Yeast and its effect on the flavour of alcoholic beverages. J. Inst. Brew. 77(2) : 164
- 2) Neish, A.C. and Blackwood, A. C. 1951. Dissimilation of Glucose by yeast at poised hydrogen-ion concentrations. Can. J. Techol. 29 : 123.
- 3) Lodder, J. 1970. "T Yeast, A Taxanomic Study," 2nd ed. North Holland pub. Co., Amsterdam, Holland.
- 4) Pepler, H.J. 1976. Yeasts. In "Food Microbiology," ed. M.P. DeFigueiredo and D.F. Splittstoesser. Avi Pub. Co., Westprto, Conn.
- 5) Put, H.M.C., DeJong, I., Sand, F. E.M.J., and Van Grinsven, A.M. 1976. Heat resistance studies on yeast Spp. Causing Spoilage in soft drink. J. Appl. Bacteriol. 40 : 135.
- 6) Wallen, L. L., Stodola, F.H., and Jackson, R.W. 1959. "Type Reactions in Fermentation Chemistry." U. S. Dept. Agr., Agr. Res. Serv. ARS-71-13, Washington D.C.
- 7) Scherrer, A. 1972. Formation and analysis of diacetyl, 2,3-Pentanedione, acetoin and 2,3-butanediol in wort and beer. Wallerstein Lab. Commun. 35(116) : 5.

—食品·添加物 規格基準 發刊—

韓國食品工業協會는 全國食品製造業體의 편의를 도모해 주기 위해 「食品·添加物 規格基準」을 발간하여 배부중에 있습니다.

이를 필요로 하는 業體에서는 아래 요령에 따라 신청하여 주시기 바랍니다.

—아 래—

- ① 供給價格 : 卷當 6,000원
- ② 申請場所 : 서울特別市 中區 忠武路 4街 125-1(進洋아파트 610號)
- ③ 代金納付方法 : 對替口座(計座番號 610501)를 利用하시거나 本協會로 直接 納付하시면 됩니다.

1979年 9月 日

社團 韓 國 食 品 工 業 協 會
法人