

酵母의 特性과 酵母利用工業에 있어서의 微生物 管理



朴 允 仲

(忠南大 教授)

酵母는 一般的으로 糖分을 分解하여 酒精 (Ethyl alcohol)과 炭酸 gas를 生成하는 酒精 醱酵을 하므로 酵母는 各種 酒類의 釀造에 利用되고 있으며 또 食糧, 菓子等의 製造에서 도 不可缺의 存在가 되고 있다. 또한 酵母는 增殖培養이 容易하며 그 菌體는 營養成分이 豊富하기 때문에 人造蛋白質製造의 菌種으로도 使用되고 있다. 이밖에도 酵母를 利用하고 있는 分野는 많으며 酵母利用에 있어서는 各 製品에 適合한 菌을 分離選定하여 알맞게 利用하고 있는 것이다.

人類는 酵母의 存在나 그 作用을 생각할 수 없었던 오랜 옛날부터 酵母를 利用하여 왔으며 今에 이르러서는 食品工業外에 醫藥品工業, 其他分野에서도 利用하고 있다. 그러나 酵母의 利用은 一種의 微生物工業이며 製品生産에 있어서는 一般化學工業의 경우와는 달리 酵母의 增殖이나 作用이 알맞게 이루어질 수 있는 限定된 條件을 賦與한다던지 雜菌의 汚染을 防止한다던지 하는 特別한 管理가 必要하게 된다. 管理가 疏忽할 때에는 製品의 品質이나 收率이 떨어져 所期의 成果를 얻을 수

없으며 이런 現象이 일단 招來되면 이를 是止하는데도 相當한 時日과 勞力을 要하게 되는 것이다. 그러므로 여기서는 酵母利用工業에 있어서 特別히 檢討, 考慮해야 할 問題로써 酵母의 特性, 微生物管理法等에 關한 事項을 考察해 보기로 한다.

1. 酵母의 一般性狀

술이나 빵製造에 使用되고 있는 普通酵母는 直徑 5~10미크론(μ , 1mm의 1000分の 1單位) 程度의 球形 또는 卵形의 單細胞로 되는 데, 酵母는 곰팡이의 菌糸가 退化하여 普通 球形 또는 卵形의 單細胞로 된 것이라고 생각된다. 그러나 酵母細胞의 크기나 形狀은 酵母菌種에 따라 다르며 卵形, 球形, lemon形, sausage形, 三角形等이 있고 糸狀形을 나타내는 것도 있다.

酵母는 空氣中, 果實表面, 土壤, 물等 到處에서 分離, 檢出되며 그 分布는 매우 넓다. 酵母는 分類學上 많은 屬, 種으로 分類되는데 酵母中에는 釀酒製造에 使用되는 것과 같이

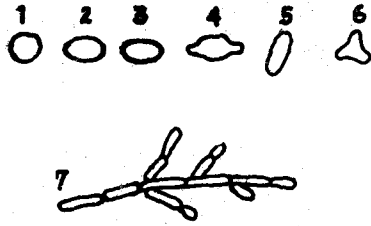


그림 1. 酵母의 細胞形態

1. 球形 2. 卵形 3. 楕圓形 4. lemon形
5. 円筒形 6. 三角形 7. 菌糸狀(偽菌糸)

有益한 것이 있는 反面 飲食物製造過程中에 混入하여 不快한 臭氣나 맛을 붙이는 有害한 것도 있으며 사람에게 皮膚病等을 일으키는 病原性酵母도 있다. 酵母를 自然界에서 分離한 後 오래동안 人工的으로 繼代培養하여 馴化한 菌株를 培養酵母(culture yeasts)라 하고 自然界에서 分離한 그대로의 酵母를 野生酵母(Wild yeasts)라고 하는 데 野生酵母中에는 有害한 것이 많으나 이중에서도 優秀한 菌株는 積極的으로 利用하고 있다. 勿論 野生酵母도 오랫동안 繼代培養하여 保存하면 培養酵母가 되는 것이다.

酵母는 分類學上的 名稱外에 어떤 製品을 만드는 데 使用되는가에 따라 製品名을 따서 麥酒酵母, 啤酒酵母, 酒精酵母, 啤酒酵母等과 같이 부르기도 한다.

2. 酵母의 增殖

酵母中에는 細菌과 같이 分裂에 依하여 增殖하는 것(Schizo saccharomyces屬酵母)도 있으나 대개는 出芽에 依하여 增殖한다. 出芽增殖은 母細胞의 細胞壁의 一部가 突起狀으로 부풀어 芽細胞로 되고 漸次 커져서 核, mitochondria, 液胞等이 半量씩 移行하고 드디어 母細胞와의 사이에 細胞壁이 만드러져서 娘細胞가 떨어져 나가는 것이다. 한개의 母細胞에

서 생기는 出芽細胞의 數는 酵母의 種類와 培養條件에 따라 다르며 啤酒酵母의 細胞에서는 平均 24個 程度이나 麥酒酵母의 細胞는 低溫 醱酵에서 천천히 增殖시키므로 平均 2~3個에 지나지 않는다.

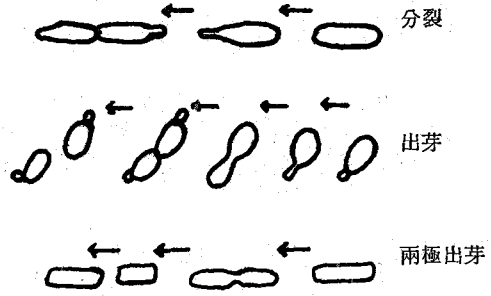


그림 2. 酵母의 增殖方法

出芽場所를 살펴보면 普通의 酒精醱酵酵母(Saccharomyces屬酵母)와 같이 酵母의 全面에서 出芽하는 것(多極性 出芽)과 lemon形, sausage形 細胞의 酵母와 같이 細胞의 兩極部에서 出芽하는 것(兩極出芽)도 있다. 酵母는 出芽를 되풀이 하여 急速히 增殖하는데 環境條件이 適合할 때에는 1~2時間 사이에 1回 出芽하며 出芽回數가 늘면 細胞는 老化하고 出芽까지의 時間이 길어지며 드디어는 出芽하지 않게 된다. 1回出芽에 要하는 時間은 酵母의 種類와 環境條件에 따라 달라지며 이것에 따라 增殖速度가 決定된다. 培養時 異種酵母間의 生存競爭에 있어서는 培養初期의 菌數와 增殖速度에 따라 優劣이 가려지게 된다(後記 參考).

3. 酵母의 胞子形成

酵母는 内生胞子를 形成하는가 形成하지 않는가에 따라 有胞子酵母類와 無胞子酵母類로 大別되는 데 酒類製造用 酵母와 啤酒酵母等은 酵母細胞 自身이 子囊(자낭)으로 되고 細胞(子囊)내에 몇개의 胞子를 形成하는 有胞子酵母

에 屬한다. 그러나 有孢子酵母일지라도 普通環境條件下에서는 出芽法에 依해서만 增殖하고 營養條件이 不利하게 될때 細胞內에 胞子を 만들어 種屬의 維持를 圖謀하게 된다. 그러나 雜種的 形質을 갖는 酵母가 일단 細胞內에 胞子を 形成하게 되면 우수한 合成的形質은 따로따로 分離되어 이들을 그대로 利用할 수는 없게 된다. 따라서 雜種的形質을 갖는 우수酵母(天然의 것이던 人工의 것이던)는 保管管理中에 胞子を 形成하지 않게 恒常留意하여야 한다. 그러나 酵母의 胞子是 上記한 바와같이 特殊한 條件下에서만 形成되므로 酵母菌株의 保管管理에 있어서는 조금만 注意하면 된다.

酵母細胞(子囊)內의 胞子是 發芽生長할 때 各各 單獨으로 分離生長하는 경우도 있으나 2個씩 融合하여 發芽하는 경우가 많다. 그러므로 母細胞가 雜種的 形質의 것으로서 融合하는 2個胞子の 形質이 各各 다를 때에는 새로운 形質의 것을 나타내게 한다. 이와 같은 特性은 母株에서는 볼수 없었던 새로운 性質의 酵母菌株를 育成하는데 利用할 수도 있다. 예를들면 Alcohol生産성이 강한 菌株와 Alcohol生産성은 弱하나 우수한 香味를 내는 菌株에서 各各 胞子を 빼내어 交配함으로써 양쪽의 特徵을 兼備한 우수酵母(酒造用 酵母)를 만들 수 있는 것이다. 胞子を 빼내어 交配시키는 것과 같은 微生物에 關한 處理는 顯微解剖器(Micromanipulator)라는 裝置를 써서 한다.

4. 酒母製造—自然的 純粹培養

酵母利用工業中에서도 密閉式 tank를 使用하여 酵母를 增殖시키거나 醱酵作用을 시키는 경우에는 雜菌汚染이 거의 問題가 되지 않으나 開放式 條件下에서 酵母를 利用할 경우에

는 恒時 雜菌汚染의 機會가 주어지고 있다. 그러나 開放式條件下에서도 特例를 除外하고는 別異常없이 술같은 醱酵製品을 만들고 있다.

酒造에 있어서는 대개의 경우 酒母(雜菌이 汚染되지 않게 必要的 酵母만을 多量 培養한 것)을 만들고 이것을 基本으로 하여 술을 만들게 되는 데 酒母製造에 있어 各種 有害菌의 汚染을 어떻게 막을 수 있는 것인가?

오늘날 使用되고 있는 酒母製造法은 오랜 體驗을 通해서 얻어낸 것이며 이것은 微生物間의 複雜한 生存競爭을 잘 調整하여 어디까지나 酵母에만 有利한 方向으로 끌고가는 것이다.

清酒의 在來酒母製造過程을 살펴보면 먼저 酒母 담금用水를 따라 들어온 窒酸還元菌이 生育하여 담금用水中の 窒酸을 亞窒酸으로 하고 다음에 젖산菌이 增殖하여 젖산을 生成하는데 亞窒酸과 젖산의 相乘作用에 依하여 野生酵母, 雜細菌이 淘汰된다. 亞窒酸은 徐徐히 消失된다. (NO_2 gas로 되어 空中으로 飛散됨). 亞窒酸이 消失되는 時期에 培養한 清酒酵母를 添加하면 清酒酵母는 젖산에 對한 耐性を 갖고 있으므로 害를 받지않고 增殖한다(清酒酵母를 添加하지 않는 경우에는 酒母中에 混入되는 清酒酵母가 자람) 젖산의 濃도가 增加하고 酵母의 酒精醱酵가 어느만큼 進行하면 젖산과 Alcohol의 相乘作用에 依하여 젖산菌도 死滅하게 된다. 나중에는 젖산 耐성이 있는 酵母만이 남게 된다. 이와같은 酒母製造는 自然醱酵에 依한 酵母의 純粹培養인 것이다.

그러므로 이것을 가리켜 自然的純粹培養이라고 하는 사람도 있다.

酒母製造에 있어서 젖산菌에 依하여 生成된 젖산이 強力한 雜菌抑制作用을 한다는 것이

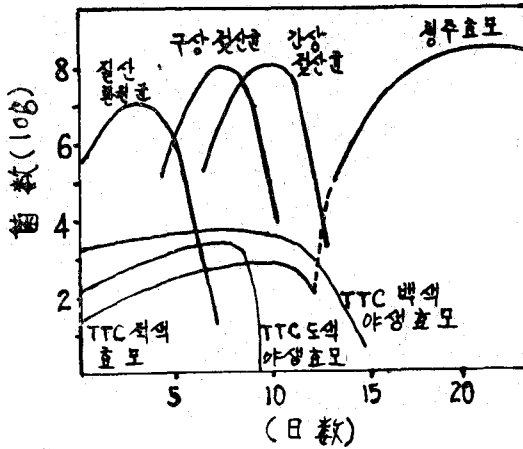


그림 3. 在來酒母에 있어서의 微生物의 消長
 ※ 淸酒酵母와 野生酵母는 TTC(2, 3, 5, -
 Triphenyl tetrazolium chloride)染色法에 의하여 區別할 수 있다.
 淸酒酵母.....TTC赤色
 野生酵母.....TTC桃色 또는 TTC白色

알려진 뒤부터 酒母담금時에 젖산을 添加하여 酒母를 만드는 方法(速釀酒母製造法)이 널리 普及되게 되었다.

포도주나 사과주와 같은 果實酒는 穀酒와는 달리 原料를 蒸餾하지 않고 생것 그대로 使用하므로 果實酒製造에서는 破碎하여 果汁을 만들때 雜菌에 의한 汚染을 막기 위하여 또 酸化에 의한 果實酒의 品質低下를 막기 위하여 메타重亞黃酸카리($K_2S_2O_8$, 通稱 메타카리, 酸性液에서 亞黃酸을 放出한다)을 果汁에 添加하는데 이와같은 處理가 可能한 것은 果實酒酵母가 亞黃酸에 對하여 어느 만큼 耐性을 갖고 있기 때문이다. 그러나 酵母中에는 亞黃酸耐性이 弱한 것도 있으므로 果實酒酵母選拔에 있어서는 亞黃酸耐性의 強弱을 살피게 된다.

以上 記述한 바를 要約하면 一般細菌類는 젖산이나 亞黃酸에 弱한 反面 酵母는 이들에 對하여 耐性을 갖고 있으므로 이러한 差異點을 利用하여 醗造에 있어서 雜菌抑制方法이 考案된 것이다.

5. 培養酵母와 野生酵母의 競合

酒造에 있어서 酒母나 酒醪中에는 添加한 培養酵母만이 生育하는 것이 아니라 相當量의 野生酵母가 汚染하여 酒質을 떨어뜨리는 경우가 많이 있다. 勿論 開放式의 酒母製造에서도 前記한 바와 같이 自然的 純粹培養法이 쓰여지고 있으므로 雜菌이나 野生酵母의 汚染이 거의 없어야 할 것이나 酒母담금 等에서는 原料나 使用容器等으로부터 侵入하는 野生酵母를 完全히 抑制하기가 어려우며 얼마만큼 汚染한 野生酵母가 자라서 問題를 일으키는 것이다.

이와같은 野生酵母의 汚染은 在來酒母나 速釀酒母(在來酒母에서는 젖산균에 의하여 젖산을 生成시키나 速釀酒母에서는 酒母담금時에 젖산을 添加함)의 어느 것에서도 일어나지만 速釀酒母에서 野生酵母의 汚染이 더욱 많은 것은 速釀酒母에서는 在來酒母의 경우와는 달리 野生酵母가 淘汰되는 時點(在來酒母에서 窒酸還元菌에 의하여 窒酸에서 亞窒酸이 生成되고 이 亞窒酸이 酵母에 毒作用을 하는 時期)이 成立되지 않기 때문이다. 따라서 速釀酒母製造에 있어서는 野生酵母의 抑制에 더욱 留意하여야 한다.

速釀酒母담금에 있어서는 담금時에 多少의 野生酵母가 侵入하는 것은 不可避하므로 添加한 培養酵母가 이들을 壓倒할 수 있도록 담금時에 健全한 培養酵母를 可及多量添加하여 培養하는 것이 바람직하다.

野生酵母中에는 培養酵母보다 增殖速度가 빠른 것이 있으며, 酒母製造等에서 初期에는 培養酵母에 比하여 劣勢하나 後期에는 優勢로 바뀌는 경우가 있으므로 이 點을 特別히 注意하여야 한다.

그러나, 在來酒母製造에 있어서는 담금時에 培養酵母를 添加해서는 안된다. 在來酒母의 過程에는 酵母의 毒作用을 하는 亞窒酸이 生成되었다가 消失되는 時期가 있으므로 담금時에 培養酵母를 添加하여 增殖을 期하더라도 이들 酵母는 亞窒酸生成時期에 死滅당하게 된다.

그러므로 在來酒母製造에 있어서는 生成된 亞窒酸量이 줄어서 零에 가깝게 되었을 때를 잘 判斷하여 培養酵母를 添加하는 것이 가장 重要的인 일이다. 開放式醱酵의 酒母製造 特別 速釀酒母製造에 있어서는 添加한 培養酵母와 侵入한 野生酵母 사이에 競爭이 일어나며 이 競爭에서는 强者의 條件을 갖춘 것이 優勢하게 되므로 우수한 培養酵母를 優勢하게 培養하기 위해서는 多量의 培養酵母를 適切한 時期에 添加하고 이것의 增殖에 有利的한 條件을 주지 않으면 안된다.

6. killer酵母

前項에서는 酒母製造時에 일어날 수 있는 培養酵母와 有害한野生酵母間의 競爭現象 即 增殖에 있어서의 優劣現象에 對하여 記述하였는데 매우 드문 일이지는 하나 酒造에 있어서 培養酵母가 侵入한 어떤 種類의 野生酵母에 依하여 死滅당한 例가 있다. 이때 相對 酵母에 對하여 致死作用을 하는 酵母를 killre 酵母라고 한다. 酒造나 其他 酵母利用工業에 있어서 培養酵母가 killer酵母의 作用을 받게 되면 醱酵過程에 異常이 認定되고 製品의 品質이 惡化된다. killer酵母는 killer物質을 내어 相對酵母를 死滅케 하는 데 killer物質은 現在 一種의 高分子 蛋白質로 알려져 있으며 그 以上の 것은 今後 研究判明될 것으로 생각된다.

被害가 많지는 않으나 killer酵母가 存在하며 培類酵母에 害를 주는 경우가 있다는 것은 酵母利用工業에 있어서는 留意해야 할 事項이 아닐 수 없다. killer酵母의 汚染을 막는 것도 必要的 일이지만 killer酵母의 影響을 받지않는 酵母를 選拔하여 利用한다면 걱정할 것은 없다.

더욱이 培養酵母에 killer酵母의 特性을 賦與하여 侵入野生酵母를 致死케 할 수 있다면 얼마나 多幸한 일인가? 最近 이와같은 目的의 研究에 依하여 우수培養酵母에서 killer物質에 對하여 抵抗性을 갖는 菌株의 分離法이 알려졌으며 또 killer酵母와 利用酵母의 交配에 依하여 killer作用을 하는 우수酵母를 얻는 研究도 進行되고 있다.

酵母利用工業의 모든 分野에서 이러한 問題에 關心을 갖고 開發에 힘을 加한다면 將次 좋은 結實을 얻게될 것으로 期待된다.

投稿를 歡迎합니다

食品工業誌는 보다 새롭고 생생한 業界 소식을 보다 正確하고 보다 迅速하게 傳達키 위해 會員社의 積極적인 參與와 投稿를 바랍니다.

□ 다 음 □

□ 原稿종류

- ① 會員社의 各種 行事 소식
- ② 會員(會員社 代表)의 動靜
- ③ 企業經營 成功事例
- ④ 海外視察記(紀行文)
- ⑤ 國際會議 參加記

□ 原稿길이

- ① 行事소식 및 會員動靜: 200字 原稿紙 2張 이내
- ② 成功事例·紀行文 등은 200字 原稿紙 18張 이내

□ 原稿마감: 수시 接受

□ 接受處: 食品工業誌 編輯室