



食品工業에 사용되는 酵素劑

*
*
*

1

모든 生物界의 물질의 변화에는 酵素가 關與하여 그 作用을 營爲하고 있는 것이다. 따라서, 生物體의 물질의 변화에는 無數한 酵素가 存在하고 있음을 생각할 수 있다. 다시말하면, "生命現象"이라는 미묘하고 불가사의 한 現象은 서로 連鎖된 酵素作用이 일어나는 現象이라고 할 수 있다.

그러므로, 自然界에 일어나는 모든 化學的 變化를 언젠가는 이 특이한 酵素를 使用하므로써 우리가 願하는 대로 進行시킬 수 있으리라고 극단적으로 斷言할 수 있다고 본다. 따라서, 食品工業에 應用되고 있는 많은 化學的 變化를 이 酵素로서 進行시킬 수 있을 것이며, 不振하나 現在, 酵素劑가 食品工業에 應用되어 産業에 이바지하고 있음은 이미 널리 알려진 사실이다.

酵素는, 그 自體가 단백질이고 매우 溫和한 조건에서 가장 높은 反應機能을 발휘하고 있으며, 또 基質特異性(Specificity)이 매우 높은 성질을 지니고 있다.

實例를 들어보면, Bacteria Amylase는 그 結晶을 1g을 사용하여 2 ton의 녹말을 65°C에서 단 15分간에 전부 溶解시킬 수 있는 能力을 가지고 있다.

만일, 이 2 ton이나 되는 粘分을 酸分解를 한다고 하면, 耐酸性 加壓容器를 使用하여야 하고 또 加壓蒸氣를 30分 이상 작용 하여야 한다. 그리고 反應이 끝난 後



『社團法人 韓國食品工業協會의 "食品工業"誌를 創刊하게 된 것을 祝賀하면서 食品工業에 큰 영향을 미치고 있는 酵素(Enzyme)에 關한 基礎 內容과 그 利用에 關하여 그 概略을 說明(具體的인 內容은 後日의 機會에 掲載키로함) 하겠다.

高麗大農大教授

李 喆 俊

中和를 하고 精製를 하여야 하는, 불편한 조작을 하여야 한다. 그 뿐만 아니라, 최종 제품도 酵素를 사용한 제품에 비하여 良好하지 못함을 알고 있다. 또 최고기를 加水分解하여 Amino酸으로 하는 경우에 있어서, 鹽酸을 사용한다면 4倍量의 20% 鹽酸으로 100°C 以上の 온도로 20시간 이상이나 가열하여야 한다. 또 이때에 상당한 loss도 생기게 된다. 이미 다 알듯이, 사람이 고기를 먹고 2시간이 지나면 완전히 분해되어 혈액이 되고 근육이 된다는 사실은 의학적으로 증명되고 있다.

이러한 사실은, 胃腸에서 분비되는 酵素 Protease가 작용하여 교묘하게 가수분해하여 Amino酸을 생산하는 까닭이다.

그리고 酸素가 특이성이 높다는 것은, 어떤 특정 물질에만 반응하고 다른 물질이 그 반응계에 함께 있어도 그 물질에는 반응을 하지 않는 성질을 말하는 것이다. 꿀, 통조림에 있어 꿀에 있는 苦味를 除去하는 방법으로 苦味의 원인이 되는 Naringin을 분해하는 酸素 Naringinase를 반응시켜서 제거하고 있다. 이것은 酸素의 특이성을 이용한 것이다.

Naringin만을 분해하여 無味하게 하고 꿀의 風味에는 영향을 주지 않는 화학적 방법으로는 할 수 없는 미묘한 반응을 하고 있다. 이러한 特異性은 生産工業에 매우 중요한 利用價値를 높일 수 있을 것이다.

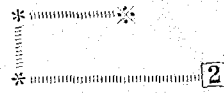
食品은 天然化로 되어 있으며, 化學的으로는 여러가지 化合物이 종합되어 食品의 品質을 결정하고 있지만, 이 品質의 優劣은 食品中에 미량으로 포함되어 있는 化合物에 左右되는 수가 많다.

그런데, 이러한 미량물질에 대한 究明은 不充分하여 명백하지 않다. 특히, 매우 미량이고 반응에 예민한 고분자 물질인 酸素에 대하여서는 그것이 一種의 단백질이라고 究明되고 있을 뿐이고 그 대부분의 酸素에 대하여서는 거의 究明이 不充分하고 明白하지 않다.

식품은 저장하기 쉽고 또 열가로 공급되어야 하므로 당연히 製法의 合理化, 大規模의 生産이 이루어져야 하므로 裝置의 改良, 工業의 手段의 導入이 필요하다. 食品工學은 化學, 物理學, 營養學, 生物學, 經濟經營學, 機械工學 등으로 성립되는 종합적 學問의 體系를 갖춘 學問이기에 광범위한 지식이 필요하다.

이러한, 食品工業에 利用되고 있는 酸素劑는, 그 大部分이 微生物에 의하여 生産되고 있다. 즉, 食品工業에서 微生物을 이용한다는 것은 微生物의 酸素를 이용하는 것이다. 그런데, 微生物의 培養系 自體에 食品原料를 첨가하여 食品加工을 하려고 하면, 원하는 段階를

지나 物質(原料)이 代謝되는 缺點이 있다. 故로, 特定 酸素 또는 酸素群을 微生物에서 分離 精製하여 利用하여야 한다.



食品加工 工程에 있어서, 그 化學變化를 酸素로서 하면 그 酸素가 比較의 高價이고 失活하기 쉬운 결점이 있지만, 다음과 같은 利點이 있다. 卽,

1. 酸素 自體에는 毒性이 없고 無味無臭이고 식품가치를 손상치 않는다.
2. 基質特異性을 가지고 있고 식품같은 복잡한 원료에 첨가하여도 불필요한 화학변화를 이르지 않는다.
3. 온도, pH 등의 作用조건이 溫和하여 品質을 상하지 않는다.
4. 低농도에서 반응이 빠르다.
5. 필요한 때에 阻害劑 添加 또는 加熱등으로 쉽게 失活시켜 反應을 中止시킬 수 있다.

이와같이 좋은 點을 갖인 酸素는 거의 전부가 微生物에서 얻어지고 있다. 그런고로, 微生物 효소工業은 無限한 발전 가능성을 지니고 있다. 現在, 食品工業에 利用되고 있는 酸素劑는 그 大部分이 加水分解酸素 (Hydrolytic enzyme)이다. 이것은, 酸素利用이 양조공업에서 녹말, 단백질 분해에서 발전하였다는 역사적 배경도 있지만, 加水分解酸素가 마생물에 의하여 多量으로 生産되고 또 比較的 安定한 酸素이므로 回收가 쉽고 反應의 平衡이 거의 100% 分解 쪽에 있는 등의 理由를 들 수 있다. 酸素生産은, 遺傳學의 발전에 의한 優良菌株 獲得法의 발전, 酸素生合成의 機作解明, 微生物培養법의 발전 등에 의하여 그 생산을 비약적으로 增大시킬 수 있는 가능성을 높이고 있다.

또, 酸素蛋白의 物理化學的 研究의 발전은 安定하게, 능을 좋게, 酸素를 回收하는 方法을 제시하고 있으며, 또 酸素의 성질, mechanism이 해명됨에 따라, 새로운 용도도 개발되게끔 될 것이다.

또, 酸素성질은 그 mechanism뿐만 아니라, 같은 作用을 나타내는 酸素라 한지라도 酸素蛋白의 物理化學的 성질의 差에 의하여 作用온도, 作用 pH, 금속 Ion의 관계, 保護물질 또는 阻害물질의 종류, 安定性등이 다르게 된다. 이러한 성질들을 고려하여 酸素를 生産하

여야 한다. 現在는 그 대부분의 酵素生産에 생물미를 이용하고 있으며, 이 미생물을 酵素生産의 資源으로 이용한다면 다음과 같은 利點이 있다.

- 1) 菌株의 선택, 變異株의 作成에 의하여 育菌菌株을 비교적 쉽게 얻을 수 있는點
- 2) 農産廢物등 값이 싼 原料를 이용할 수 있는點
- 3) 細胞當 酵素生産量이 많으므로 大量배양이 可能하고 또 增殖 속도가 크므로 배양시간이 짧은點.
- 4) 배양을 쉽게 조절할 수 있는點.
- 5) 收集하기 비교적 쉬운點.

酵素的 資源을 動植物에서 얻고 있던것을 미생물에서 얻을 수 있게 되었다는 것은 酵素의 경제성을 一變시킨 매우 중요한 일이라고 본다. 실예를 들면, 췌지의 臟臟에서 얻었던 Pancreatine (Amylase, protease, Lipase의 Source였다)은 췌지의 屠殺數에 의하여 制限된 量을 생산하였으므로 需要量이 증가하여도 그 이상의 공급이 어려웠다. 그러나, 미생물에서 얻을 경우에는 種菌단 확보되면, 비교적 값싼 배양액에서 대량을 배양할 수 있고, 또 지리적 제한도 받지 않고 배양할 수 있다. 아는바이지만 Penicilline이 工業的 Tunk 배양법(深部배양)에 의하여 30ton, 50ton이라는 大量배양이 가능하게 되어, 그 가격은 현저하게 低下되어 萬人에게 혜택을 주고 있다. 이와같은 액체배양은 無菌的으로 安定하게 배양이 되고 배양系가 均一하고 여러가지 Factor를 制御할 수 있다. 장소, 勞力등이 적게 들고 또 原料當 생산량도 많다.

이러한, 酵素劑들은 液狀으로 市販되는 것도 있지만 운반이 불편하고 또 失活될 우려가 많다. 따라서, 보통 powder로서 activator, 安定物質들을 첨가하여 一定한 力價로하여 製品化하고 있다. 이것은, 食品에 이용할때, 雜物에 의하여 식품가치를 低下시키는 경우가 있으므로 어느정도 이미 精製한 것들이다. 또 직접 미생물을 이용할때, 이것을 경제하여 불필요한것, 또는 有害한 化學變化를 일으키는 酵素를 分離시켜야 할때도 있다. 이와같이, 酵素를 分離 回收하는 工程에 있어서 는 失活 防止에 자비한 주의가 있어야 한다. 우선, 安定한 pH, 온도의 범위, 安定한 침전제, 금속 Ion 등의 영향을 검토하여야 한다. 다음과 같은 경우에 있어서, 酵素의 失活이 생기므로 주의하여야 한다.

- ① Peptide bond 鏈體가 분해되었을 때,
- ② 酵素蛋白의 立體구조를 유지하고 있는 水素結合-S-S結合등이 切斷되어 denaturation을 일으켰을 때.

을 때.

③ 구조는 유지되어 있으나, Co-enzym, activator ion (metal)이 除去되거나 또는 active center가 mask되거나 酸化등의 化學變化를 일으켰을 때.

①의 경우는 보통 조건에서는 생기지 않으나, 極端해 효소가 혼합되어 있는 경우에, 失活될 때가 있으므로 低溫으로 하고 될 수 있는 한, 신속히 조작을 하여야 한다. 또 단백질해 효소의 Inhibitor첨가가 有效할때도 있다.

②의 경우는 가장 많이 생기기 쉬운 現象이며, 그 원인은 acid, alkali, 有機溶媒, 重金속, 表面活性劑, 熱 등이 關與할때이다. 이러한 원인에 의한 失活을 방지하기 위하여서는, 그 원인을 제거하고 저온도, 安定 pH범위에서 조작하여야 한다. Polysaccharide, Lepid, protein, amino acid, Glycerine등을 첨가하면 安定化될 때도 있다. 또 Ca²⁺ion이 보호作用을 할때도 있다.

③의 경우에 있어서 금속 離脫로 인한 不活性化에서는, 그 금속 ion을 첨가하면 失活을 방지할 수도 있다. 重金속 結合에 의한 失活이면, EDTA(Ethylene diamine tetra acetic acid)를 미량 첨가하여 chelation시킨다. 또, 酸化되기 쉬운때도 HCN, Cysteine, Thioglycolic acid를 첨가하거나 산화를 促進하는 금속을 제거한다. 이와같은, 많은 Factor들을 充分히 고려하여 酵素를 순수하게 isolate할 수 있게 되면, 그 酵素의 특이성을 쉽게 알 수 있게 될 뿐만 아니라, 그 취급에 대한 조건도 파악할 수 있게 될 것이다. 따라서, 工業적으로 이것을 生産하는 경우, 더욱 경제적인 조건을 발견할 수 있게 될 것이다.



食品工業界에서의 酵素의 利用은, 酵素가 確認되기 전부터 발효식품의 형태로 시작되고, 學問的으로 酵素가 점점 해명되면서부터, 그 利用은 비약적으로 확대되고 있다. 이미 알듯이 食品工業에 있어서는 주로 加水分解酵素, 酸化還元酵素, 轉移酵素등을 이용하여 식품, 또는 그 原料의 제조, 품질의 개량, 변질의 방지 등에 여러가지 酵素劑가 利用되고 있다.

이러한 傾向은, 今後, 새로운 酵素의 발견이 있거나 利用技術의 발전에 따라 더욱 박차를 가할 것이다.

공업적으로 가장 많이 쓰이고 있는 Amylase는 그 質에 대한 作用 mechanism에 差異가 있어 몇가지 Type로 分類되고 있음은 이미 다 알고 있는 사겠지만, 여기

에 Amylase의 分類를 들어 보기로 한다.

食品의 材料를 얻기 위하여, 또는 食品 製造工程을

食品에 酵素劑를 使用하는 경우를 생각하여 보면,

량하기 위하여, 혹은 식품의 영양가를 높이기 위하

Amylase의 分類

ECNO	系 統 名	慣 用 名	特 性	資 源
3, 2, 1, 1	α -1, 4-glucan-4-glucanohydrolase	液化型, 糊精化型 α -amylase, Amylo-(1, 4)-dextrinase, endo-amylase	polysaccharide의 α -1, 4 結合을 切斷(at random)	麥芽, 곰팡이 Bacteria (A. aryzae B. subtilis)
3, 2, 1, 2	α -1, 4-glucan-maltohydrolase.	糖化型, β -amylase Amylo-(1, 4)-malto-sidase, exo-amylase.	Starch, Glycogen 등의 α -1, 4-glycoside 結合의 glucose chain의 非還元性 末端에서 maltoseunit로 加水分解한다. 生成物은 Maltose이다.	大豆, 大麥, 감자, 麥芽, Bacil, polymyxa.
3, 2, 1, 3	α -1, 4-glucan-glucanohydrolase	Gluco amylase, Amylo glucosidase, γ -amylase Amylo-(1, 4)-glucosidase	starch, Glycogen 및 其類似麥糖類, Oligosaccharide의 α -1, 4-glycoside 結合의 glucose chain의 非還元性末端에서 Glucose Unit로 分解한다.	血液, 곰팡이, 細菌, yeast (Rhizopus, A. Nidger Fndomyces)
3, 2, 1, 9	Amylopectin 6-glucano-hydrolase	Lso-amylase R-enzyme Amylo-(1, 6)-dextrinase	amylopectin, Glycogen의 α -1, 6-glycoside 結合의 分解	植物, yeast Bacteria (Pullularia)
3, 2, 1, 33	Dextrin-6-glucano-hydrolase	Amylo-(1, 6)-glucosildse	Dextrin, α -1, 6-glycoside 結合의 加水分解	yeast 動物組織
3, 2, 1, 10	Oligo-dextrin 6-glucano-hydrolase	Oligo-(1, 6)-glucosilase, Limitdextrinase,	Dextrin Lsomaltose Panose 등의 α -1, 6 結合의 加水分	Intestine 解植, 곰팡이

사용하는 등등 여러가지가 있다.

從來의 製造工程에 酵素劑를 이용하여 경제적이고 더 좋은 제품을 제조할 수 있으면 좋겠으나, 食品의 品質, 營養效果등 매우 복잡화 되지만, 새로운 식품을 개발하기 위하여 酵素劑를 사용하는 方向으로, 그리고 식품으로서 營養가가 높은 것을 제조하기 위하여 酵素劑를 이용할 수 있게끔 되기를 바라는 바이다.

酵素劑를 사용할 때의 몇가지 주의점은 다음과 같다.

1. 反應液의 pH를 酵素의 Optimum pH에 가까이 하여야 한다. 또 安定 pH와 作用 pH가 다를 때가 많으므로 長時間 反應時에는 安定 pH를 고려하여야 한다.

2. 反應은 Optimum temperature에서 行하는 것이 좋다. 보통 變性 失活을 적게하기 위하여 安定온도의 범위

내에서 作用 最適온도에 가까운 온도에서 進行시키는 것이 좋다.

3. 食品中에 있는 여러가지 물질이 Inhibitor로 反應하므로 酵素劑가 이것에 영향을 받는지 미리 검토하여야 한다.

4. 一般으로 酵素劑는 目的하는 基質을 분해하는 酵素가 主體로 되어 있지만, 그 외 여러가지 酵素가 많으므로 이 酵素를 제거하는 것이 좋다.

5. 食品에 酵素를 作用시키는 경우, 單一基質에서 측정하였을 때의 酵素活性과는 반드시 比例的關係는 인지 못한다. 때문에 食品의 基準이 될만한 가까운 基質에 대하여 活性을 측정할 필요가 있다.