

# 酵素劑 利用과 된장 釀造工業



샘표食品工業株式會社

研究室長 李 澤 守

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 1. 서 론               | 5. 효소계 이용된장의 품질      |
| 2. 된장양조에 관여하는 효소     | 6. 효소계 사용된장의 품질 개선방법 |
| 3. 된장양조에 이용될수 있는 효소계 | 7. 효소계 이용의 이점과 문제점   |
| 4. 국균효소제에 의한 된장의 양조  |                      |

## 1. 結 論

된장은 콩을 利用한 醱酵食品中 그 代表的인 것으로서 쌀을 主食으로 하고 있는 우리나라 사람들에게 쌀 또는 보리쌀에 不足한 蛋白質의 보급원으로서 그 營養的 價價가 높은 식품으로 愛用 되어왔다. 된장의 釀造는 어느것이나 麴菌을 토대로 제 1 단계의 酵素分解가 행하여지고 다음에 乳酸菌, 酵母의 作用에 의하여 風味를 釀成하여 이루어지는 醱酵食品으로 그 종류와 製法도 다양하다. 특히 된장의 釀造方法은 각 가정에서 간장을 만들고 난 固形分(콩)을 그대로 된장으로 利用하는 在來式釀造에서 麴菌이 生産하는 酵素의 작용에 의하여 原料의 成分인 蛋白質과 炭水化合物을 分解하여 可溶化시켜 製造하는 改良式方法으로 一部 변모되고 改良式方法 역시 科學技術의 발달과 더불어 黃麴菌의 麴을 利用하여 된장을 釀造하는 麴菌利用法에서 酵素劑를 利用하여 된장을 釀造하는 方法이 등장되고있는 현실이다. 이는 종래의 麴菌利用法이 製麴時 많은 설비와 노력, 시간의 면밀한 관리가 필요하고 얻어진 麴의 酵素活性의 差異에 의하여 양조 시간, 제품품질의 변화가 크므로 工程의 省力化 品質의 均一化, 釀造期間의 短縮을 도모할 의도에서 酵素劑의 使用에 의한 된장 釀造法이 연구 검토되어 現在 日本의 醬油工場에서는 實用化의

영역에 이르고 있다. 醱酵食品工業의 技術이 일로 발전하고 있는 우리나라에서도 食品의 品質改善 및 품질 균일화의 次元에서 酵素劑의 利用을 釀造技術 過程에 도입, 연구 검토할 필요가 있다고 생각하여 필자는 본란을 이용하여 酵素劑를 이용한 된장 釀造法에 대하여 몇가지 사항을 기술코자한다.

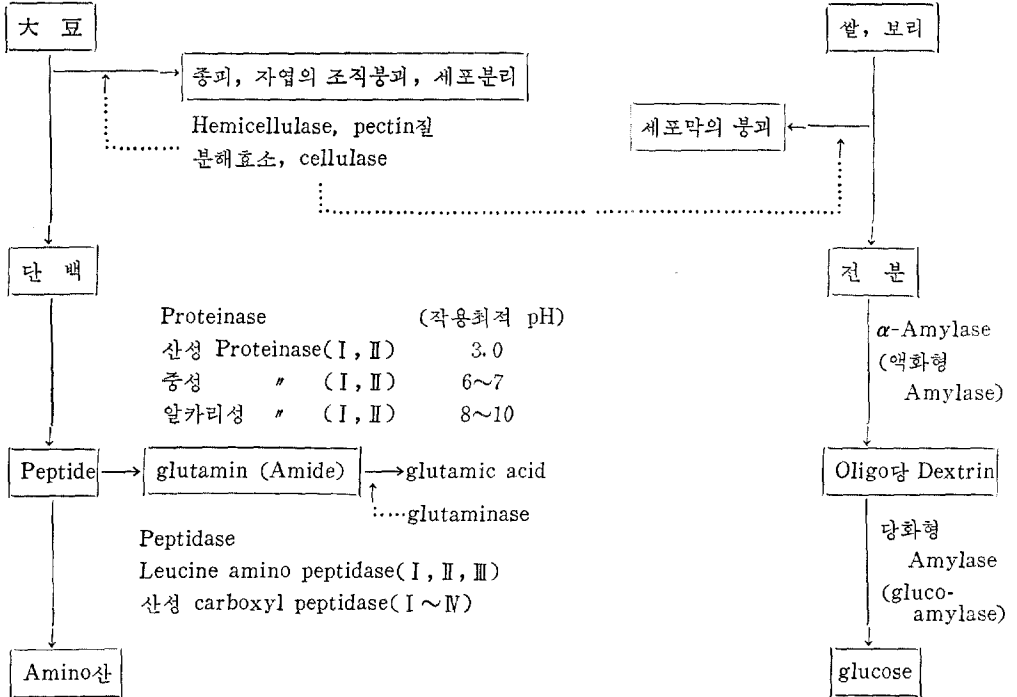
## 2. 된장양조에 관여하는 효소

된장의 양조에 관여하는 주효소는 protease, amylase, cellulase로서 된장양조 과정중의 효소의 기작과정은 도 1과 같다.

### (1) Protease

大豆蛋白質의 分解, amino酸의 生成을 이룩하는 효소가 protease이나 protease는 proteinase와 peptidase로 大別한다. proteinase는 蛋白質을 peptide까지 分解하는 酵素이나 peptidase는 peptide를 더욱 amino酸으로까지 分解하는 酵素를 말한다. proteinase는 作用의 最適 pH에 의하여 酸性, 中性, 알칼리性 proteinase로 大別하는데 된장釀造過程中的 pH는 6~5의 부근이므로 pH 6의 protease의 활성 즉 中性 proteinase가 가장 작용하기 쉽고 大豆蛋白質으로부터의 amino酸生成도 강한것으로 알려져왔다. 그러나 最近의 研究發表에 의하면 中性 proteinase는 大豆蛋白質을 peptide로까지 分解하는 작용은 강력하여

도 1. 된장양조에 관여하는 主要酵素



蛋白質의 可溶化에는 역할을 하고 있으나 아미노산 生性力을 나타내는 것은 中性 proteinase에 의한 것이 아니고 leucine amino peptidase 등의 혼입에 의한 것이다. 알카리성 proteinase의 作用도 中性 proteinase와 極히 유사하므로 大豆蛋白質으로부터의 glutamin酸 등의 amino酸의 生成에는 中性, 알카리성 proteinase는 관계가 없이 amino peptidase 活性, 특히 leucine amino peptidase가 크게 기여한다. 酸性 proteinase는 특히 쌀고지에서 많이 生産되며 作用 最適pH는 3.0부근이나 pH 6에서 오히려 低分子 peptide 및 amino酸을 많이 生性하는 것이 특징이다. 또 쌀고지에는 酸性 carboxy-peptidase도 함유되며 大豆蛋白質으로부터의 amino酸 生성에 관여하는 것으로 고려된다.

### (2) Amylase

된장 釀造 原料인 쌀, 보리쌀, 밀 중의 澱粉을 分解하여 糖을 生成하는 酵素를 말한다. amylase에는 澱粉을 급속히 液化, 糊精化하나 還元糖은 거의 생성하지 않는 α-amylase(液化型)와 澱粉을 液化하는 힘은 약하나 還元糖(glucose) 生成 作用이 강한 glucoamylase로 나누어지나 된장 양

조용으로는 α-amylase보다도 糖化型 amylase가 강한 것이 필요하다. 특히 쌀 보리를 많이 쓰는 된장에서는 액화력이 강한 것은 된장이 점성으로 되어 달라붙는다. 또 당화력이 부족하면 된장의 組成이 같아지게 되고 甘味가 不足하다.

### (3) Cellulase

Cellulase는 protease, amylase 作用의 補助的 역할을 담당한다. 예를 들면 大豆蛋白質은 種皮로 둘러 싸여진 子葉의 細胞內에 입상으로 존재하여 이들의 蛋白質粒에 protease가 作用 할 수 있기 위하여는 먼저 hemicellulase 등에 의한 種皮의 崩壞, pectintrans 에리미나제 등에 의한 子葉의 細胞間 物質의 溶解, 細胞의 單離 이어서 cellulase 등에 의한 개개 細胞의 세포벽의 분해가 전제로 된다. 따라서 이들이 酵素가 適量存在하면 大豆組織의 崩壞→蛋白質, 炭水化合物의 分解가 促進되어 分解率도 向上한다. 그러나 너무 지나치게 강력하면 hemicellulase로부터 arabinose, xylose의 生成이 많게 되며 된장의 着色促進 增大가 일어난다.

### 3. 된장 釀造에 利用될 수 있는 酵素劑

표 1. 麹菌酵素劑의 Amylase, Protease역가(1g중)

	Amylase			Protease			S-Amylase
	$\alpha$ (D 30°/40°)	당화형(S) glucose(mg)	$\alpha/S$	pH 3.0	pH 6.0(5.7)	pH 7.5(8.0)	Protease (pH 6.0)
Daka Diastase	125,000	29,360	4.26	860	1,200	328	24.45
Asp. oryzae(A <sub>2</sub> )	150,000	28,635	5.24	697	3,567	1,230	8.03
	134,000	33,720	3.98	826	2,020	1,170	16.69
Asp. oryzae(A <sub>1</sub> )	48,000	7,500	6.40	350	500	250	15.0
	109,600	16,100	6.81	990	2,800	1,810	5.75
Aspergillus(C)	134,000	11,365	11.79	1,260	2,780	1,910	4.09
	7,500	4,060	1.89	828	10,493	14,810	0.27
Asp. oryzae(D)	134,000	10,130	13.22	3,960	10,200	3,880	0.99
Amylase(D)	450,000	40,340	11.16	1,955	2,549	7,885	15.83

표 2. 각종 微生物起源의 酵素劑의 特性 비교(된장용)

	酵素의 特性	된장의 品質
<i>Bacillus subtilis</i> (枯草菌)	알칼리성 proteinase主體 작용최적 pH 7.5~9.0	amino산의 生成은 거의없고 된장의 착색은 거무스레한 색이 많고 약간 쓴맛도 생김
<i>Streptomyces</i> (放線菌)	알칼리성 protease, 蛋白質의 가용화, amino산 生成도강함	食鹽耐性 또는 基質特異性 때문에 大豆단백 으로부터의 amino산 生成력이 극히 약함
<i>Aspergillus niger</i> (黑麴菌)	산성 proteinase, 작용최적 pH 3.0	amino산 生成力과 耐鹽性도 약함
<i>Rhizopus delemar</i>	산성 proteinase (약) 糖化型 amylase (強)	단백의 可溶化는 잘행하나 amino산 生成力 은 약하고 糖化力이 강함

표 3. 쌀 밀 콩 Koji중의 효소력 비교(Koji 1g중)

	Amylase			Protease			S-Amylase	備 考
	$\alpha$ (D 40°/30°)	당화형(S) glucose mg	$\alpha/S$	pH 3.0	pH 6.0	pH 7.5	Protease (pH 6.0)	
쌀	2,187	598	3.66	54.8	67.5	19.4	8.85	
	1,138	228	4.99	38.2	34.9	4.8	6.53	
Koji	1,594	348	4.58	61	61	20	5.70	
	1,298	315	4.12	58	55	10	5.72	
콩 Koji	719	82	8.77	6.8	33.5	25.4	2.45	
	686	50	13.72	6.5	33.2	31.6	1.50	
	294	51	5.82	10.3	35.8	36.1	1.41	

된장의 釀造에 使用하는 酵素劑의 구비조건으  
로서는 (1) 大豆蛋白質의 可溶化와 함께 amino酸  
生成力이 강할것 즉 proteinase와 peptidase를 병  
행하여 갖고 있을것 (2) 微酸性의 pH 범위에  
서 活性이 強力한 protease, (3) amylase 혹은  
hemicellulase를 병행하여 갖고 있을것 (4)  
protease와 amylase의 量比의 balance가 취하여

저 있을것 (5) 食鹽에 의한 酵素의 失活, 活性  
低下가 적을것 등이다. 이와같은 관점으로 보아  
된장釀造用으로 사용이 가능한 最適의 酵素劑는  
표 1~3의 研究結果에서 보는 바와같이 麹菌酵  
素劑만이 적당하며 기타의 微生物 起源의 酵素  
劑는 어느것도 적합지 못하다고 볼 수 있을 것  
이다(표 1~3참조).

#### 4. 麴菌 酵素劑에 依한 된장의 釀造

##### (1) 酵素劑의 添加量

酵素劑 添加의 기준은 통상 pH 6.0의 protease (中性 protease)가 麴과 同一한 力價로 되는 量을 쓴다. 예를들면 콩된장의 경우 大豆麴(pH 6.0)의 protease力價가 乾物 1g당 33u의 경우, 同一力價가 2800u의 酵素劑(표 1)는  $2800 \times x\% = 33$ 으로서  $x$ 를 구하며 1.2%을 첨가한다. 쌀된장에서는 동일한 계산법에 의하여 原料중량(大豆+米)에 대하여 0.3~0.4%가 A<sub>1</sub>劑의 標準添加量이다. 이상은 A<sub>1</sub>劑의 예로서 酵素自體의 酵素力價의 강약에 의하여 당연히 첨가량은 다르게 된다. 이처럼 中性 protease活性을 기준으로 麴菌酵素劑의 첨가를 행하였을 때는 다 酵素의 組成 balance는 麴使用의 것과 약간 相異하다. 실제 효소제의 첨가량에는 상당한 정도의 범위가 허용된다. 예를 들면 protease의 量的 差異는 蛋白質의 可溶化, 分解의 遲速에는 영향을 주나 최종의 분해율에는 差가 생기지 않는다. 따라서 첨가량이 적으면 된장의 熟成에 장기간을 요하나 첨가량을 많게 하면 速釀이 可能하다.

##### (2) 添加方法

된장양조에 使用하는 酵素劑의 첨가방법은 가능한 한 使用직전에 酵素劑를 種求 또는 그 일부에 均一히 懸濁하여 담금교반기 중에서 콩된장의 경우는 증자한 콩, 쌀된장의 경우는 증자한 쌀 증자한 콩 및 食鹽과 잘 혼합하여 담금한다. 이때 증자한 콩이나 쌀의 水分은 製麴한 것에 비하여 꽤 많게 되는 것으로 이에 해당하는 양만큼의 種水를 감하여야 할 필요가 있다. 또 製麴中에는 麴菌菌系가 基質의 細胞組織中에 侵入하여 酵素作用을 받기 쉽게 하나 酵素담금에서는 이것이 없으므로 酵素와 基質의 접촉을 잘하기 위하여 搗碎 등의 기계적처리로서 증자한 콩과 증자한 쌀을 눌러 부수어 담금하면 分解가 촉진되어진다.

#### 4. 酵素劑 利用된장의 品質

麴(Koji)을 사용하여 釀造한 된장과 麴菌酵素劑를 사용하여 釀造한 된장과의 品質的 差異 및 그 原因은 이하의 내용과 같다.

(1) 遊離 amino酸 특히 유리 glutamic acid, asparaginic acid의 含量이 麴 使用 된장보다도

적고 旨味成分을 나타내지 않는 glutamic acid (피로 glutamic acid)이 많다. 즉 酵素劑에는 peptidase와 glutaminase등이 부족하고 있다. 이들의 酵素는 주로 菌體內酵素로서 麴 使用의 때에는 菌體의 自己消化와 함께 菌系의 바깥으로 나와 작용을 나타내는 것이라고 고려되어지나 밀기울 Koji의 酵素를 물로서 抽出하여 알콜침전, 유산 염석등으로서 獲得한 酵素劑에서는 菌體內에 存在하는 이들의 酵素는 충분히 抽出되어지지 않고 量的으로 부족이 온다.

(2) 着色은 약간 빠르나 선명한 색으로 된다. 淡色계 된장에서는 着色은 좋지 않으나 赤色계 된장 혹은 콩된장에서는 赤味가 증가하여 산뜻함이 있어 바람직한 색이 얻어진다. 着色이 빨리 진행되는 것은 酵素劑의 hemicellulase活性이 강력하여 착색의 原因으로 되는 arabinose, xylose galactose등의 糖의 유리율이 높기 때문이며, 製麴時의 bacillus菌 계통의 증식은 된장의 색을 어둡게 만드나 반면에 酵素劑 利用 된장에서는 이와 같은 악 영향이 배제된다.

(3) 酵素劑 使用 된장은 香味가 단순하다. 이것은 麴菌菌體 成分의 自己消化物 및 麴菌의 대사 生産물의 결여, peptidase glutaminase의 부족에 의한 유리 아미노산량의 감소, 잡균 혼입의 근소등에 기인한다.

#### 5. 酵素劑 使用 된장의 品質改善方法

효소제 사용의 된장이 麴 使用된장에 비하여 유리 glutamin산량이 부족하고 관능점사결과 향미가 떨어지는 것이 큰 결점으로 되어있다. 이러한 효소제 사용된장의 결점은 다음과 같은 방법으로 개량되어 질 수 있다.

##### (1) 麴의 補充

콩된장에서는 30% 程度를 製麴하여 담금하고 쌀된장에서도 原料米의 30%를 麴으로 보충하면 유리 glutamin산 asparagin산량은 麴 使用의 것과 差異가 없게 되며 香味도 증강된다. 또 酵母自己消化液과 액체배양에 의하여 얻은 麴菌體의 건조물의 병용에 의하여 복합맛, 旨味가 증가한다.

##### (2) Peptidase의 補充

전술한 것과 같이 大豆蛋白質으로부터 amino酸

의 生成에는 proteinase의 관여는 적고 특히 유리 glutamin산의 生成에는 leucine amino peptidase의 역할이 크다. 따라서 中性 proteinase를 기준으로 하는것이 아니고 leucine amino peptidase II의 역할을 기준으로 하여 첨가량의 설정을 행하면 전혀 麴 使用의 된장과 差가 없는 유리아미노산량을 얻는 것이 가능하다.

6. 酵素劑 利用의 利點과 問題點

(1) 된장 品質의 均一化

麴의 酵素力價는 同一 공장에 있어서도 變動이 크나 효소제 이용에 의하여 酵素의 力價 및 組成을 一定하게 설정할 수 있다. 더욱 제국시의 잡균 혼입에 의한 風味의 손상을 방지 할 수 있으며 된장품질의 均일화를 도모하는 것이 가능하다.

(2) 釀造期間의 調整

酵素劑의 첨가량을 증가 시키면 된장의 양조

기간을 단축할 수 있으며 麴 使用의 경우처럼 한정된 효소량으로서 고온을 써서 분해를 촉진하기 때문에 溫釀香의 발생 위험은 없다.

(3) 製品 收量의 增加

製麴의 감소가 없기 때문에 콩 된장에서는 약 8% 쌀 된장에서는 약 2%정도 제품수량이 증가한다.

(4) 醱酵促進

一般的으로 麴 使用의 된장보다도 양성한 醱酵가 행하여져 더욱 麴으로 부터 유래하는 雑균의 혼입이 없기 때문에 有用 微生物의 添加효과를 명료하게 발휘할 수 있으며 또 雜香이 적다.

(5) 된장의 水分 調整上의 困難

증자한 쌀의 水分은 米麴으로한 경우에 비교하여 變 多고 증자한 콩의 많은 수분과 함께 상승효과를 내어 種水量 및 된장수분의 조정이 곤란하게 되므로 麴을 모두 증자한 쌀과 효소제로 대체하지 않으면 않된다.

會員 動靜

① 본회 洪 淳佑 理事(서울大)와 李 敏載 博士(江原大學校總長)는 蘇聯 中央亞細亞의 투르크멘 共和國의 首都 아슈하바드에서 열린 國際 自然 및 天然資源保存聯盟(IUCN) 第14次 總會에 參加次 9月 24日 出國하였다가 10月 中순경에 귀국한 바 있다. 그런데 이번 會議에는 世界 56個國의 250餘名의 代表가 參加하였는데 韓國에서는 두분外에 元炳昨 博士(慶熙大·鳥類學) 金憲奎 博士(前 梨花女大·動物學)等 4名이 參加하였다.

② 姜炫三 博士(서울大)는 交換教授로 3月 29日 出國하였다. 現在 University of California in San Diego에서 연구중이다.

③ 閔泰益 會員(KIST)은 1978年 9월 中순에 建國大學校에서 理學博士學位를 받았다. 論文題目: "營養要求性 變異株에 의한 Lysin 生産에 관한 研究"

④ 張正淳會員은 그동안 몸담았던 原子力研究所에서 仁荷大學校 生物學科助教授로 1978年 3月 1日 赴任하였다.

⑤ 邊宇玄會員은 서울大學校에서 1978年度에 理學博士學位를 받고 原子力研究所에서 江原大學校에 1978年 9月 1日 赴任하였다.

⑥ 본회 理事 俞永鎮씨는 근간에 建設部 새마을지도부 차장으로 겸직발령을 받고 근무에 임하고 있다.

⑦ 본회 理事 崔國智(강원대학)교수는 지난 9월 東國大學으로부터 理事博士의學位를 취득하였다.

⑧ 본회 理事 徐恒源씨는 근무처인 太平洋化學 株式會社에서 理事로 승진발령받고 근무중에 있다.

⑨ 본회 黃圭贊부회장은 금년초 수원시에 위치한 東南保健專門學校의 教授로 轉職하였다.

⑩ 본회 李世永회원은 1978년 9월부터 원자력연구소를 사직하고 고려대학교 농과대학 농화학과 교수로 근무하고 있다.