

## 저식염 된장의 숙성 중 이화학적 특성 변화

이 슬 · 김동한\*  
목포대학교 식품영양학과

### Changes in Physicochemical Properties of Low-Salt *Doenjang* during Fermentation

Seul Lee and Dong-Han Kim\*

Department of Food & Nutrition, Mokpo National University

**Abstract** The effect of additives on the quality of low-salt *doenjang* was investigated. The amylase activity of the mustard added group decreased during the fermentation period, and the number of yeast and bacteria was also decreased during the fermentation period. The oxidation-reduction potential was low at the later fermentation stages for the mustard and mustard-garlic added groups, and water activity decreased considerably for the alcohol added group. The *L*-value of alcohol added *doenjang* decreased with increases in the *a*-value. The pH was 4.84 in the mustard added group. The reducing sugar content was 10.15% in the alcohol-garlic added group, and the alcohol production was limited by adding mustard. The amino-type and ammonia-type nitrogen were high in garlic and mustard added groups. Alcohol and alcohol-garlic added groups exhibited significantly improved taste and overall acceptability of *doenjang*.

**Keywords:** *doenjang*, low-salt, physicochemical properties

## 서 론

된장은 대두를 주원료로 하는 우리나라 고유의 전통 발효식품으로 곡류 위주의 식생활에서 부족되기 쉬운 단백질 함량이 높아 영양적으로 우수한 조미식품이다. 전통식 된장은 대두만으로 메주를 쑤고 *Bacillus* sp. 등 세균과 곰팡이가 메주 발효과정에 관여하나 개량식은 *Aspergillus oryzae* 등 국균을 접종한 *koji*를 이용하기 때문에 맛과 품질에서 상당한 차이가 있다(1). 최근에는 생활양식의 변화와 핵가족화로 편리성을 추구하는 소비자의 욕구 때문에 공장에서 생산되는 제품의 수요가 점점 증가되고 있으며, 개량식 된장도 소비자의 기호에 맞게 전통식 방법을 혼용하여 변형시키려는 노력과 여러 가지 부재료를 첨가하여 그 기능성을 향상시키는 연구가 활발히 진행되고 있다(2,3). 된장의 품질은 원료(4)와 배합비율(5), *koji*의 종류(6), 부원료(7) 등에 따라 그 특성이 다르며, 소금의 종류(8)와 농도(9)에 따라 숙성조건이 달라진다. 전통식 된장은 발효 중에 *Bacillus* sp.과 *Mucor* sp.이 향기성분의 생성(10)과 품질특성(11)에 관여하기 때문에 개량식 된장에 국균 *koji*의 일부를 *Bacillus*속을 이용한 *koji*로 대체(12)하거나 *Rhizopus oryzae koji*를 혼합(13)하기도 한다. 한편 소금은 miso의 쓴맛에 관여하고(14), 소금의 과잉섭취가 각종 성인병의 원인이 되기 때문에 된장도 저식염화(15-17)가 바람직하나, 식염

농도가 낮을 경우에는 숙성저장 과정에서 이상발효에 의한 품질 저하의 원인이 된다. 그러나 된장 제조시 항균활성이 있는 알코올(18)이나 마늘(19), 겨자(20) 등 부원료를 이용하면 숙성 중에 미생물의 생육을 효과적으로 조절할 수 있어 저식염 된장의 제조가 가능하다. 또한 된장은 변색이 품질저하의 주요 요인이 되어 숙성 중에 갈변억제제(21,22)를 첨가하거나 살균처리(23)를 시도하기도 한다.

이에 본 연구에서는 된장 담금시 식염의 일부를 알코올 또는 마늘이나 겨자의 첨가로 대체하여 저식염 된장을 제조하고, 숙성 중의 미생물상 및 이화학적 특성과 관능성에 미치는 영향을 비교하여 된장의 저식염화에 관하여 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

된장 제조에 사용한 대두와 마늘은 마트에서 구입하였으며, *koji*는 토박이순창식품(주)에서 제조한 밀가루 *koji*를, 전통식 메주는 순창문옥레식소에서 제조한 메주를 이용하였다. 식염은 재제염(NaCl 88%, 샘표), 알코올은 무수알코올(99.8%, Baker, Holland), 겨자는 분말겨자(겨자 100%, 오투기)를 사용하였다.

### 된장의 제조

된장 담금은 대두를 수세, 침지시켜 물빼기를 한 후 1.2 kg/cm<sup>2</sup> 압력으로 1시간 증자한 후 chopper로 마쇄하고 *koji*와 혼합하였다. 된장의 식염 농도는 10%를 대조구로 하고, 저식염 된장의 경우 식염농도를 6%로 조절한 후 알코올 4%, 겨자 1%, 마늘 4%를 단독 첨가 하거나 혼합하여 Table 1과 같은 비율로 된장을 제조하고 5 L의 플라스틱 용기에 담아 20°C에서 8주간 숙성시켰다.

\*Corresponding author: Dong-Han Kim, Department of Food & Nutrition, Mokpo National University, Muan, Jeonnam 534-729, Korea  
Tel: 82-61-450-2524  
Fax: 82-61-450-2529  
E-mail: dhankim@mokpo.ac.kr  
Received May 18, 2012; revised July 16, 2012;  
accepted July 16, 2012

Table 1. Mixing ratio of raw materials for preparation of *doenjang*

(unit: g)

	Soybean	Meju	Wheat koji	Salt	Water	Ethanol	Mustard	Garlic
Control	1360	-	900	500	2240			
T	-	2260	-	500	2240			
E	1360	-	900	300	2040	200		
M	1360	-	900	300	2190		50	
G	1360	-	900	300	2040			200
EG	1360	-	900	300	1840	200		200
MG	1360	-	900	300	1990		50	200

T: traditional *doenjang*, E: ethanol added *doenjang*, M: mustard added *doenjang*, G: garlic added *doenjang*, EG: ethanol and garlic added *doenjang*, MG: mustard and garlic added *doenjang*

### 일반성분

된장의 일반성분은 기준미증분석법(24)에 준하여 식염은 Mohr 법, pH는 시료 10 g을 동량의 증류수로 희석하여 pH-meter(920A plus, Orion, Beverly, MA, USA)로 직접 측정하였고, 적정산도는 pH를 측정한 시료에 0.1 N NaOH를 가하여 pH 8.3이 될 때까지 적정하여 그 소비 mL수로 표시하였다. 총당과 환원당은 제단백 처리한 후 Somogyi법, 알코올은 산화법, 아미노산성 질소는 Formol적정법, 암모니아성 질소는 Folin법으로 정량하였다. 산가는 식품공전에 준하여 된장 2.5 g을 삼각 flask에 취하고 ether-ethanol 혼합액(1:2) 100 mL를 넣어 자석교반기로 10분간 용출시킨 후 phenolphthalein을 지시약으로 하여 0.1 N ethanol성 KOH 용액으로 적정하여 그 소비량으로 계산하였다(11).

### 수분활성도와 색도, 산화환원전위

수분활성도(A<sub>w</sub>)는 Rotronic ag hygroskop(CH-8303, Bassersdorf, Swiss)로, 색도는 색차계(Chromameter CR-200, Minolta, Japan)로 측정하여 Hunter scale에 의해 L(lightness), a(redness), b(yellowness)값으로 표시하였다. 산화환원전위(oxidation-reduction potential; ORP)는 된장을 2배 희석한 후 ORP-meter(Onion 525A+, Beverly, MA, USA)를 이용하여 직접 측정하였다.

### 생균수

된장의 생균수는 호기성 세균은 tryptic soy agar(25), 통성 혐기성 세균은 APT agar(26)를 사용하여 평판도말 한 후 1.5% agar를 덮어 증충하였고, 효모는 rose bengal agar 배지(27)를 사용하여 평판도말법으로 28°C에서 1-3일간 배양한 후 계수하였다.

### 효소활성도

효소활성도는 전분 액화력과 당화력은 각각 Fuwa의 blue value 변법과 Fuwa의 방법(28), 단백질 분해력은 Anson법(29)에 준하여 pH 3.0, 6.0(편의상 산성, 중성 protease로 함)으로 구별하여 측정하였다.

### 관능검사

8주간 숙성시킨 된장을 20명의 대학생들을 대상으로 맛, 향기, 색깔과 종합적인 기호도를 최고 7점, 최저 1점으로 7단계 평가하여 얻은 성적을 SPSS/PC package 12.0을 사용하여 분산분석을 하고 Duncan's multiple range test에 의해 통계 처리하였다.

## 결과 및 고찰

### 효소활성도

된장은 koji와 숙성과정에서 세균에 의해 생성되는 효소에 의

해 단백질과 전분이 분해되어 구수한 맛과 단맛을 내게 된다.  $\alpha$ -amylase와  $\beta$ -amylase는 Table 2와 같이 전통식인 메주된장을 제외하고는 숙성이 진행되면서 활성도는 증가하여 2-4주경에 높았고 그 이후에는 감소하는 경향이었으며,  $\alpha$ -amylase는 숙성 중에 효소활성도의 변화는 적었으나  $\beta$ -amylase는 4주 이후에 급격히 감소하였다. 처리구간에는 메주 된장이 개량식 koji를 이용한 된장에 비하여 amylase의 활성이 현저히 낮았고, 겨자 첨가구(M)가 숙성 6주 이후에 알코올(E)이나 마늘(G) 첨가구에 비하여 효소활성도가 조금 낮아 겨자의 첨가는 된장의 숙성과정에서 전분분해 효소를 생성하는 세균의 생육을 일부 저해하는 것으로 판단되었다.

Protease 활성은 개량식 된장의 경우 산성 protease는 숙성 4-6주까지 활성도가 증가하다가 그 이후에 감소하였으나 메주 된장의 경우 숙성 후기까지 효소 활성도는 증가하였다. 중성 protease는 숙성 2주 이후에 감소하나 8주에 다시 증가하여 산성 protease와는 다른 경향이었고, 숙성 전 기간 동안 산성 protease가 중성 protease에 비하여 조금 높은 활성도를 유지하였다. 또한 메주 된장의 경우 개량식보다 숙성 초기에 protease의 활성이 낮았으나 숙성 중에 증가하여 숙성 후기에는 amylase와는 달리 큰 차이는 아니었고 시험구간의 차이도 일정치 않았다. 이러한 경향은 *Asp. oryzae*를 이용한 koji 된장이 메주를 사용한 된장보다 amylase 활성은 현저히 높았으나 protease 활성은 유사하였던 Joo 등(5)의 보고와는 차이가 있었으나, 저식염 된장에서  $\alpha$ -amylase는 숙성 중 큰 변화가 없었으나  $\beta$ -amylase는 숙성 3주에 효소활성이 급격히 증가하였고 protease의 활성은 불규칙한 증감을 보였던 보고(16)와 유사한 경향이였다.

### 미생물상

된장의 숙성과정 중 미생물상의 변화는 Table 3과 같다. 효모는 당류로부터 알코올을 생산하여 숙성과정에서 유기산과 ester 화되어 향기성분을 생성하기도 하지만 지나치게 높은 효모수는 이상발효를 일으켜 된장의 숙성과정에서 가스를 생성하여 피어 오르거나 용기를 파열시키는 원인이 되기도 한다. 항균물질을 첨가하지 않은 대조구와 메주 된장의 효모수는 숙성 2주경에 현저히 증가하여 6-8주에는  $10^6$  CFU/g 이상을 유지하였으나 항균물질 첨가구의 효모수는  $10^3$  CFU/g로 현저히 적은 수준을 유지하였다. 시험구간에는 알코올 또는 겨자, 마늘 단독 첨가 된장보다 이들을 혼합 첨가한 EG와 MG구가 조금 적었다.

호기성 세균은 담금 초기에 비하여 숙성 중에 1-2 log cycle 증가하여 2-4주에  $10^{8-9}$  CFU/g이나 그 이후에 조금 감소하는 경향이였다. 통성 혐기성 세균수는 숙성 4주에  $10^{7-8}$  CFU/g 수준까지 증가하여 호기성 세균에 비하여 1 log cycle 정도 적었다. 또한 된장의 세균수는 효모수에 비하여 시험구간의 차이는 적었고 알코올보다 겨자 첨가 된장에서 숙성 후기에 감소하는 경향이였

**Table 2. Changes in amylase and protease activities of *doenjang* during fermentation at 20°C**

(Unit/g)

Enzyme	Fermentation time (weeks)	<i>Doenjang</i>						
		Control	T	E	M	G	EG	MG
$\alpha$ -amylase ( $\times 10$ )	0	1.72 $\pm$ 0.03	0.39 $\pm$ 0.06	1.83 $\pm$ 0.19	1.80 $\pm$ 0.07	1.78 $\pm$ 0.03	1.72 $\pm$ 0.12	1.81 $\pm$ 0.05
	2	2.60 $\pm$ 0.02	0.30 $\pm$ 0.03	2.56 $\pm$ 0.06	2.51 $\pm$ 0.06	2.47 $\pm$ 0.05	2.43 $\pm$ 0.12	2.51 $\pm$ 0.10
	4	2.69 $\pm$ 0.06	0.29 $\pm$ 0.05	2.49 $\pm$ 0.07	2.53 $\pm$ 0.09	2.55 $\pm$ 0.06	2.32 $\pm$ 0.10	2.60 $\pm$ 0.07
	6	3.84 $\pm$ 0.04	0.22 $\pm$ 0.01	2.45 $\pm$ 0.10	2.40 $\pm$ 0.02	2.53 $\pm$ 0.10	2.36 $\pm$ 0.10	2.25 $\pm$ 0.06
	8	3.56 $\pm$ 0.05	0.55 $\pm$ 0.03	2.57 $\pm$ 0.06	2.32 $\pm$ 0.04	2.66 $\pm$ 0.06	2.33 $\pm$ 0.08	2.36 $\pm$ 0.13
$\beta$ -amylase ( $\times 1000$ )	0	1.56 $\pm$ 0.22	0.52 $\pm$ 0.01	1.60 $\pm$ 0.23	1.72 $\pm$ 0.31	1.73 $\pm$ 0.41	1.64 $\pm$ 0.35	1.55 $\pm$ 0.42
	2	3.39 $\pm$ 0.35	0.71 $\pm$ 0.28	3.18 $\pm$ 0.40	3.01 $\pm$ 0.47	2.92 $\pm$ 0.38	2.85 $\pm$ 0.42	2.82 $\pm$ 0.33
	4	3.02 $\pm$ 0.68	0.74 $\pm$ 0.06	3.16 $\pm$ 0.69	3.08 $\pm$ 0.45	3.02 $\pm$ 0.60	3.02 $\pm$ 0.56	3.07 $\pm$ 0.67
	6	2.50 $\pm$ 0.23	0.30 $\pm$ 0.14	2.33 $\pm$ 0.30	1.89 $\pm$ 0.38	2.01 $\pm$ 0.50	1.86 $\pm$ 0.51	1.89 $\pm$ 0.43
	8	1.48 $\pm$ 0.49	0.20 $\pm$ 0.09	1.58 $\pm$ 0.25	1.50 $\pm$ 0.37	1.65 $\pm$ 0.44	1.53 $\pm$ 0.31	1.53 $\pm$ 0.18
Acidic protease	0	3.84 $\pm$ 0.09	0.59 $\pm$ 0.09	3.88 $\pm$ 0.27	3.93 $\pm$ 0.19	4.10 $\pm$ 0.41	4.01 $\pm$ 0.50	3.82 $\pm$ 0.49
	2	4.73 $\pm$ 0.52	0.88 $\pm$ 0.12	5.15 $\pm$ 0.59	4.65 $\pm$ 0.36	4.58 $\pm$ 0.29	4.52 $\pm$ 0.45	4.01 $\pm$ 0.37
	4	5.37 $\pm$ 0.36	1.02 $\pm$ 0.18	5.32 $\pm$ 0.45	5.78 $\pm$ 0.43	5.36 $\pm$ 0.48	4.86 $\pm$ 0.48	5.60 $\pm$ 0.35
	6	4.88 $\pm$ 0.29	2.28 $\pm$ 0.34	5.82 $\pm$ 0.42	5.50 $\pm$ 0.51	5.92 $\pm$ 0.45	4.98 $\pm$ 0.49	5.37 $\pm$ 0.63
	8	4.70 $\pm$ 0.40	3.70 $\pm$ 0.21	4.77 $\pm$ 0.46	5.08 $\pm$ 0.27	5.59 $\pm$ 0.52	5.02 $\pm$ 0.69	5.92 $\pm$ 0.45
Neutral protease	0	1.51 $\pm$ 0.16	0.31 $\pm$ 0.08	1.87 $\pm$ 0.26	1.66 $\pm$ 0.25	1.57 $\pm$ 0.16	1.43 $\pm$ 0.27	1.60 $\pm$ 0.21
	2	2.60 $\pm$ 0.13	1.24 $\pm$ 0.26	3.37 $\pm$ 0.49	2.49 $\pm$ 0.47	3.11 $\pm$ 0.72	2.19 $\pm$ 0.61	2.67 $\pm$ 0.46
	4	1.23 $\pm$ 0.34	0.94 $\pm$ 0.23	1.79 $\pm$ 0.40	1.83 $\pm$ 0.24	1.65 $\pm$ 0.31	1.69 $\pm$ 0.47	1.52 $\pm$ 0.27
	6	1.35 $\pm$ 0.22	0.86 $\pm$ 0.26	1.38 $\pm$ 0.36	1.34 $\pm$ 0.14	1.33 $\pm$ 0.27	2.99 $\pm$ 0.47	1.89 $\pm$ 0.38
	8	4.39 $\pm$ 0.63	2.38 $\pm$ 0.17	3.92 $\pm$ 0.26	3.33 $\pm$ 0.32	3.03 $\pm$ 0.47	4.48 $\pm$ 0.45	3.15 $\pm$ 0.32

<sup>1</sup>See footnotes on Table 1.<sup>2</sup>Values are mean $\pm$ SD (n=3)**Table 3. Changes in viable cell counts of microorganism of *doenjang* during fermentation at 20°C**

(Unit: log number CFU/g)

	Fermentation time (weeks)	<i>Doenjang</i>						
		Control	T	E	M	G	EG	MG
Yeast	0	3.72 $\pm$ 0.35	3.55 $\pm$ 0.57	3.38 $\pm$ 0.85	3.45 $\pm$ 0.79	3.08 $\pm$ 0.81	3.00 $\pm$ 0.68	3.00 $\pm$ 0.82
	2	6.03 $\pm$ 1.04	5.40 $\pm$ 1.04	3.81 $\pm$ 0.67	3.51 $\pm$ 0.43	3.50 $\pm$ 0.36	3.56 $\pm$ 0.57	3.45 $\pm$ 0.42
	4	6.71 $\pm$ 0.67	5.21 $\pm$ 1.09	3.32 $\pm$ 0.62	3.11 $\pm$ 0.69	4.89 $\pm$ 0.89	2.84 $\pm$ 0.54	2.95 $\pm$ 0.81
	6	6.42 $\pm$ 1.13	6.21 $\pm$ 1.15	3.51 $\pm$ 0.89	3.36 $\pm$ 0.63	3.69 $\pm$ 1.12	3.11 $\pm$ 0.77	3.19 $\pm$ 0.79
	8	6.55 $\pm$ 1.01	6.38 $\pm$ 0.86	3.15 $\pm$ 0.85	2.78 $\pm$ 0.68	3.28 $\pm$ 0.49	2.90 $\pm$ 0.79	2.69 $\pm$ 0.99
Aerobic bacteria	0	7.58 $\pm$ 0.39	8.16 $\pm$ 0.84	7.77 $\pm$ 1.02	7.88 $\pm$ 0.90	7.91 $\pm$ 0.62	7.45 $\pm$ 0.58	7.13 $\pm$ 0.95
	2	8.94 $\pm$ 0.58	9.23 $\pm$ 0.42	9.58 $\pm$ 0.66	8.61 $\pm$ 1.13	9.52 $\pm$ 0.048	9.68 $\pm$ 0.49	8.31 $\pm$ 1.14
	4	8.19 $\pm$ 0.62	9.77 $\pm$ 0.47	9.55 $\pm$ 0.41	8.25 $\pm$ 0.98	8.89 $\pm$ 0.79	8.55 $\pm$ 0.99	8.51 $\pm$ 0.71
	6	8.31 $\pm$ 1.14	9.09 $\pm$ 1.21	9.19 $\pm$ 1.10	7.91 $\pm$ 0.84	8.11 $\pm$ 0.89	7.91 $\pm$ 0.67	7.89 $\pm$ 0.85
	8	8.01 $\pm$ 1.16	9.02 $\pm$ 0.81	9.24 $\pm$ 1.12	8.01 $\pm$ 0.74	8.09 $\pm$ 0.88	8.12 $\pm$ 1.13	8.03 $\pm$ 0.71
Anaerobic bacteria	0	6.51 $\pm$ 0.26	6.81 $\pm$ 0.71	6.81 $\pm$ 0.87	6.51 $\pm$ 0.98	6.51 $\pm$ 1.29	6.58 $\pm$ 0.65	6.46 $\pm$ 0.84
	2	6.65 $\pm$ 1.18	7.95 $\pm$ 0.41	7.38 $\pm$ 0.89	6.81 $\pm$ 0.88	7.70 $\pm$ 1.21	7.69 $\pm$ 0.64	7.37 $\pm$ 0.89
	4	7.71 $\pm$ 0.21	7.89 $\pm$ 0.68	8.01 $\pm$ 1.09	8.01 $\pm$ 0.84	8.10 $\pm$ 0.80	8.01 $\pm$ 0.51	8.10 $\pm$ 0.47
	6	7.54 $\pm$ 0.62	6.81 $\pm$ 0.65	7.83 $\pm$ 1.03	7.06 $\pm$ 0.70	7.52 $\pm$ 0.72	6.71 $\pm$ 0.96	7.11 $\pm$ 0.63
	8	7.19 $\pm$ 0.68	7.74 $\pm$ 0.65	7.68 $\pm$ 0.91	6.97 $\pm$ 0.69	7.15 $\pm$ 0.86	6.41 $\pm$ 0.44	6.58 $\pm$ 0.69

<sup>1</sup>See footnotes on Table 1.<sup>2</sup>Values are mean $\pm$ SD (n=3)

며 된장 제조시 향균물질의 첨가는 세균보다 효모의 생육을 효과적으로 조절할 수 있었다. 한편 메주 된장은 개량식에 비하여 세균수는 조금 많았으며, 숙성이 중기 이후에는 *Bacillus* sp. 등 세균이 생성하는 효소의 영향을 받는 것으로 추정할 때 바람직하다고 판단되었다. 이러한 결과는 알코올이 부패세균의 생육을 억제하였던 Yamamoto 등(18)과, 겨자의 물추출물이 효모와 세균에서 향균활성이 있었다는 Shim 등(20)의 보고와 유사하였다. 그

러나 Mok 등(16)은 저염된장의 세균수는 10<sup>6</sup> CFU/g, 효모수는 10<sup>5</sup> CFU/g 수준으로 숙성 중 세균수는 6주 이후에 1 log cycle 정도 감소하나 효모수는 숙성초기에 약간 증가하다 감소하였다 고 보고하여 차이가 있었다.

#### 산화환원전위와 수분활성도

된장의 산화환원전위(ORP)는 Table 4와 같이 숙성 중에 저하

**Table 4. Changes in oxidation-reduction potential and water activity of *doenjang* during fermentation at 20°C**

	Fermentation time (weeks)	<i>Doenjang</i>						
		Control	T	E	M	G	EG	MG
ORP (-mV)	0	189.6	174.0	190.1	222.4	218.8	223.4	235.2
	2	224.7	211.9	213.6	268.7	367.7	275.6	286.5
	4	226.5	212.4	219.0	436.6	377.2	266.6	421.7
	6	432.9	237.3	229.7	259.3	223.2	266.9	251.0
	8	280.3	196.9	206.4	237.5	215.7	225.4	228.2
Water activity	0	0.832	0.817	0.859	0.869	0.872	0.853	0.871
	2	0.821	0.804	0.843	0.859	0.863	0.846	0.864
	4	0.808	0.796	0.841	0.843	0.852	0.838	0.848
	6	0.804	0.787	0.831	0.840	0.847	0.833	0.845
	8	0.803	0.782	0.821	0.833	0.845	0.832	0.841

<sup>1)</sup>See footnotes on Table 1.**Table 5. Changes in Hunter's color values of *doenjang* during fermentation at 20°C**

Fermentation time (weeks)	Color value	<i>Doenjang</i>						
		Control	T	E	M	G	EG	MG
0	L	56.03±0.63	44.22±0.74	55.43±0.51	55.58±0.42	53.36±0.31	54.35±0.21	53.01±0.41
	a	1.84±0.29	9.25±0.06	1.95±0.16	2.08±0.22	2.38±0.31	2.21±0.22	2.35±0.16
	b	21.31±0.25	22.11±0.32	21.08±0.23	21.07±0.33	19.49±0.07	20.37±0.42	19.30±0.16
2	L	52.90±0.27	41.57±0.50	51.40±0.28	50.64±0.18	51.03±0.41	51.29±0.40	50.87±0.43
	a	2.67±0.29	9.46±0.08	2.40±0.11	2.57±0.29	2.89±0.12	2.64±0.22	2.60±0.35
	b	21.93±0.23	21.43±0.12	20.85±0.30	21.68±0.20	20.87±0.12	21.00±0.31	21.48±0.16
4	L	51.73±0.23	40.31±0.31	49.15±0.07	49.01±0.42	50.85±0.39	48.84±0.12	49.74±0.40
	a	2.57±0.18	9.15±0.12	2.19±0.19	2.96±0.37	2.92±0.31	3.04±0.19	3.29±0.26
	b	21.71±0.41	20.68±0.19	20.86±0.31	21.78±0.30	21.39±0.22	20.73±0.13	21.90±0.33
6	L	50.87±0.28	40.18±0.28	47.19±0.34	48.86±0.29	49.19±0.34	47.30±0.22	49.07±0.47
	a	3.88±0.16	9.21±0.31	3.71±0.22	4.19±0.30	3.95±0.08	3.95±0.19	4.16±0.31
	b	22.31±0.15	19.48±0.34	20.18±0.32	21.77±0.57	20.19±0.40	18.23±0.27	21.68±0.09
8	L	50.92±0.23	40.23±0.31	47.11±0.53	48.36±0.48	49.03±0.34	45.69±0.40	48.22±0.46
	a	4.93±0.11	10.25±0.14	4.67±0.19	4.96±0.19	4.91±0.31	5.05±0.09	5.08±0.16
	b	22.99±0.18	18.96±0.16	21.05±0.45	22.09±0.19	22.27±0.40	19.30±0.12	21.50±0.15

<sup>1)</sup>See footnotes on Table 1.<sup>2)</sup>Values are mean±SD (n=3)

하여 4-6주까지 감소하다가 그 이후에 증가하는 경향이있으며 겨자 또는 겨자-마늘을 첨가한 된장에서 숙성 2-4주에 급격히 저하되었다. 8주 숙성 후에는 개량식 *koji* 된장이 메주 된장에 비하여 산화환원전위는 낮았고 시험구간에는 대조구와 겨자 첨가 된장에서 낮았다. 일반적으로 산화환원전위가 -200 mV 이하로 낮아지면 혐기성 세균의 증식에 유리한 환경이 되어 호기성 세균의 증식은 억제 된다고 보고되어(30), 된장의 산화환원전위는 숙성 중에 호기성 세균의 증식에 불리한 수준이었다.

수분활성도(Aw)는 숙성 중에 수분함량이 증가함에도 불구하고 원료 성분들이 분해되어 저분자화 됨에 따라 용질의 몰분율이 증가하기 때문에 서서히 저하되었고(21), 6주 이후에도 알콜 또는 겨자를 첨가한 저식염 된장에서 저하가 심하였다. 시험구간에는 메주 된장이 수분 함량이 낮은 관계로 Aw가 낮았으며 다음으로 대조구 순이어서 된장의 Aw는 수분함량 이외에도 소금농도의 영향을 받았으며 미생물의 증식정도와 Aw의 상관성은 적었다.

## 색도

된장의 품질 평가에 중요한 인자인 색을 Hunter 색도계로 측

정한 결과는 Table 5와 같다. 된장의 색도 중 L-값은 숙성 초기에 감소가 심하였으며, a-값은 숙성 중에 조금 증가하였으나 b-값은 불규칙한 증감을 보였다. 메주 된장보다 *koji*를 이용한 개량식 된장에서 L-값이 높았고 a-값이 낮아 밝은 편이었으며, 시험구간에는 알콜을 단독(E) 또는 혼합첨가 된장(EG)이 겨자나 마늘 첨가구에 비하여 L-값과 b-값이 낮았다. 한편 녹차를 첨가한 된장은 숙성 중에 L-값과 b-값이 낮아지고(2), 표고버섯을 첨가하면 L-값은 낮아지나 a-값이 높아 된장의 색도가 바람직하지 않았으나(7), 두유박의 첨가 비율이 증가하면 L-과 b-값이 증가하고 a-값이 저하하여 유리하였다고 보고(4)한 바 있다. 그러나 본 실험 된장은 햇볕을 쬐이지 않고 실내에서 숙성시킨 관계로 전통식 된장에 비하여 L-과 b-값이 높았다. 한편 메주 된장은 L-값이 낮았고 a-값이 높았으나 개량식 된장에 비하여 숙성 중 변색도는 적었다. 된장은 숙성 중에 amino-carbonyl 반응에 의한 갈변으로 명도가 저하되어 어둡고 색이 진해져 상품성이 떨어지나(22), 마늘을 첨가하면 갈변방지에 바람직할 것으로 판단되었다. 한편 Kim 등(23)은 가열처리하지 않은 된장은 L-dihydroxy phenyl alanine(L-DOPA)을 함유하는 효소적 갈변반응에 의한 갈변화 가능

**Table 6. Changes in proximate composition of *doenjang* during fermentation at 20°C**

(Unit: %)

	Fermentation time (weeks)	<i>Doenjang</i>						
		Control	T	E	M	G	EG	MG
Moisture	0	54.65	50.02	58.15	56.75	57.45	56.30	56.94
	8	57.87	50.50	60.09	58.91	59.89	58.58	59.22
Total sugar	0	30.81	31.90	30.45	30.45	31.54	30.81	30.09
	8	21.75	27.92	27.55	26.46	27.55	29.36	29.00
Total nitrogen	0	2.00	2.19	1.97	2.08	2.04	2.07	2.02
	8	2.02	2.17	2.02	2.10	2.07	2.07	2.02
NaCl	0	10.76	10.64	6.08	6.29	6.22	6.28	6.20
	8	10.64	10.76	6.08	6.30	6.20	6.21	6.21

<sup>1)</sup>See footnotes on Table 1.**Table 7. Changes in pH, titratable acidity and acid values of *doenjang* during fermentation at 20°C**

	Fermentation time (weeks)	<i>Doenjang</i>						
		Control	T	E	M	G	EG	MG
pH	0	5.84	5.60	5.89	5.84	5.88	5.89	5.85
	2	5.69	5.54	5.79	5.76	5.72	5.80	5.76
	4	5.60	5.51	5.71	5.59	4.78	5.76	5.39
	6	5.49	5.51	5.74	4.86	4.76	5.73	4.84
	8	5.44	5.47	5.70	4.84	4.93	5.66	4.92
Titratable acidity (0.1 N NaOH mL/10 g)	0	16.6	23.5	16.4	17.8	17.1	16.9	16.8
	2	30.9	29.3	29.0	34.6	34.2	24.1	29.5
	4	33.2	30.4	27.1	35.6	40.7	24.9	34.3
	6	33.0	31.7	27.0	49.0	48.2	27.0	42.2
	8	32.6	32.4	25.7	46.1	46.1	21.3	43.2
Acid values (mg/g)	0	31.3	30.4	25.1	31.8	28.7	27.9	30.5
	2	33.8	44.5	37.6	50.4	47.9	35.4	59.1
	4	26.2	22.4	21.3	31.1	26.0	20.8	35.4
	6	27.1	23.5	25.5	31.4	27.6	19.5	30.0
	8	27.8	22.4	24.4	32.9	31.8	20.2	31.1

<sup>1)</sup>See footnotes on Table 1.

성이 높다고 보고한 바 있다.

### 일반성분

된장 숙성 중 일반성분의 변화는 Table 6과 같다. 수분은 숙성 중에 원료성분이 가수분해되어 증가되었으나 메주 된장에서의 증가는 적었는데 이는 효소 활성도가 낮아(Table 2) 성분의 분해가 적었던 데 기인한다. 총당은 숙성과정에서 환원당으로 분해되어 단맛 성분이 되나 미생물에 의해 알코올이나 유기산 생성의 기질이 되어 감소하게 된다. 숙성 중의 총당의 감소는 대조구에 비하여 알코올이나 겨자, 마늘을 첨가한 저식염 된장에서 적었으며 이들을 혼합 첨가한 경우 총당의 감소는 적었다. 이는 이들 첨가구의 효모수가 적었고 알코올 생성이 적었던 데 기인한다. 총질소와 식염 함량은 숙성과정에서 수분이 증가하였지만 총량에서는 차이가 없어 숙성 전후의 변화는 적었고 시험구간의 차이도 없었다.

### pH와 적정산도, 산가

된장 숙성 중 미생물에 의한 발효산물과 밀접한 관계가 있는 pH와 적정산도의 변화는 Table 7과 같다. pH는 숙성이 진행되면서 저하되었으며, 시험구간에는 대조구에 비하여 겨자와 마늘을 첨가한 저식염 된장이 8주 숙성 후 각각 pH 4.84, 4.93로 저하가

심하였으나 알코올을 첨가한 경우에는 pH 5.70으로 pH의 변화가 적었다. 적정산도는 pH가 저하됨에 따라 증가하였으나 대조구보다는 겨자 또는 마늘을 첨가한 저식염 된장에서 숙성 중 증가가 심하여 8주 숙성 후에는 46.1 mL/10 g으로 제일 높았고, 알코올을 첨가한 경우 산도의 증가는 적었으며 메주된장과 *koji*된장의 차이는 없었다. 한편 겨자나 마늘 첨가 된장이 알코올 첨가 된장에 비하여 세균수가 적었던 점(Table 3)으로 미루어 볼 때 마늘이나 겨자의 첨가는 총세균수 보다는 유기산 생성균의 생육을 촉진하는 것이 아닌가 생각되었다. 이러한 경향은 식염농도가 낮은 경우 젖산균의 증식과 효모에 의해 생성된 알코올이 초산으로 산화되어 적정산도는 숙성 1주에 급격히 증가하였던 Lee와 Mok(17)의 보고와 유사하였다.

된장의 숙성과정에서 지방이 분해되어 생성되는 유리지방산 함량을 측정할 산가는 숙성 2주에 최고에 달했고 그 이후에는 감소하였다. 시험구간에는 겨자 또는 마늘 첨가구가 알코올 첨가 된장보다 높았으며, 메주 된장이 개량식에 비하여 산가는 낮았다. 한편 Joo 등(6)은 *koji*보다 메주를 혼합한구에서 산가는 높아 냄새가 불량한 원인이 되었으며 숙성이 빠른 된장에서도 산가 변화는 심하였다고 보고하였다.

Table 8. Changes in reducing sugar and ethanol contents of *doenjang* during fermentation at 20°C

(Unit: %)

	Fermentation time (weeks)	<i>Doenjang</i>						
		Control	T	E	M	G	EG	MG
Reducing sugar	0	8.54	3.81	8.33	8.60	8.60	8.33	8.44
	2	11.96	5.98	12.14	11.60	11.60	11.42	11.96
	4	14.31	9.24	13.59	14.14	14.32	13.41	12.33
	6	9.70	8.52	11.78	10.88	11.06	11.96	11.24
	8	7.25	6.53	9.79	8.70	9.24	10.15	9.88
Ethanol	0	0.09	0.08	3.60	0.08	0.09	3.69	0.11
	2	0.11	0.09	3.05	0.09	0.11	3.14	0.09
	4	0.30	0.11	2.93	0.11	0.15	2.85	0.13
	6	0.74	0.22	2.96	0.13	0.18	2.89	0.16
	8	1.28	0.86	3.08	0.77	0.85	3.04	0.91

<sup>1)</sup>See footnotes on Table 1.Table 9. Changes in amino- and ammonia-type nitrogen contents of *doenjang* during fermentation at 20°C

	Fermentation time (weeks)	<i>Doenjang</i>						
		Control	T	E	M	G	EG	MG
Amino-type nitrogen (%)	0	0.21	0.19	0.20	0.22	0.21	0.20	0.22
	2	0.36	0.20	0.27	0.46	0.45	0.35	0.47
	4	0.45	0.22	0.43	0.58	0.51	0.41	0.53
	6	0.48	0.26	0.47	0.62	0.58	0.45	0.56
	8	0.55	0.25	0.55	0.63	0.68	0.54	0.66
Ammonia-type nitrogen (mg%)	0	1.40	1.96	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
	2	1.96	1.68	1.40	1.12	1.62	1.40	1.40
	4	2.68	1.42	1.96	1.40	2.24	1.40	1.68
	6	2.80	1.54	1.68	1.80	2.16	1.32	1.40
	8	1.96	1.40	1.40	1.12	1.68	1.13	1.40

<sup>1)</sup>See footnotes on Table 1.

### 환원당과 알코올

된장의 단맛 성분으로 중요한 환원당은 Table 8과 같이 숙성 4주까지 증가하나 그 이후에는 감소되었으며 8주 숙성 후 환원당 함량은 알코올 또는 마늘 첨가 된장에서 높았고 이를 혼합한 EG구에서 10.15%로 제일 높았다. 그러나 메주 된장은 담금시 전 분질 함량이 낮은 관계로 환원당 함량도 낮았다. 된장 숙성 중의 총당과 환원당의 감소는 전분분해효소의 활성보다는 미생물수와 적정산도가 높았던 된장일수록 심하였으며 이외에도 알코올의 생성 등 복합적인 요인에 의해 좌우되었다. 또한 된장 숙성 중 환원당 함량의 최고치는 조건에 따라 차이가 많아 각각 숙성 10일(8), 50일(4), 10주(12) 등으로 보고되었는데 이는 *koji* 종류와 배합비율의 차이 때문인 것으로 판단되었다.

된장의 알코올 함량은 담금시 알코올을 첨가한 경우 숙성 초기에는 휘발에 의하여 감소되었으나 숙성 중기 이후에 증가한 반면 나머지 시험구들은 숙성 중에 서서히 증가하였다. 숙성 과정에서 알코올의 생성은 대조구에서 제일 많아 8주 숙성 후에는 1.28%에 달했으나 겨자나 마늘을 첨가한 경우에는 적었는데 이는 이들 실험구에서 효모수가 적었던 것에 기인한다. 된장의 알코올 생성은 40일 숙성 후 0.26-3.42%로 *koji* 종류에 따라 차이가 심하였다고 보고(5)된 바 있다. 따라서 저식염 된장 제조시 겨자와 마늘의 첨가는 알코올 발효를 억제하여 숙성 중에 CO<sub>2</sub> 생성을 효과적으로 억제할 수 있을 것으로 생각되었다.

### 질소성분

된장은 숙성 중에 단백질이 유리아미노산 형태로 분해되어 구수한 맛을 내나 지나치게 분해되면 암모니아성 질소의 증가로 바람직하지 않은 풍미가 된다. 아미노산성 질소는 Table 9와 같이 숙성 중에 증가하여 메주 된장을 제외하고는 숙성 8주에 제일 높았으며, 저식염 된장이 대조구에 비해 아미노산성 질소 함량이 많아 마늘 첨가구에서 0.68%로 제일 높았고 다음으로 겨자-마늘, 겨자 첨가구 순이었다. 한편, 메주 된장은 *koji* 대신 메주만을 사용하여 대두의 첨가 비율이 높았음에도 불구하고 0.25%로 제일 낮았는데 이는 protease 활성(Table 2)이 낮은 관계 때문이다. 보리된장의 경우 숙성 50일까지 아미노산성 질소는 현저히 증가하나 그 이후에는 둔화되었고(4), 표고버섯을 메주의 10% 되게 첨가한 경우 아미노산성 질소는 대조구에 비하여 2배정도 높은 401.4 mg%이었다고 보고(7)된 바 있다.

된장의 바람직하지 않은 풍미와 연관될 수 있는 암모니아성 질소는 메주 된장을 제외하고는 숙성이 진행되면서 증가하여 4-6주에 최고에 달했으며 그 이후에 감소하였다. 시험구간에는 겨자와 알코올-마늘 첨가 된장에서 낮았고 대조구에서 제일 많아 저식염 된장을 제조할 때 겨자나 알코올을 첨가하면 효모와 세균의 생육을 조절할 수 있어 암모니아성 질소의 생성을 줄일 수 있을 것으로 판단되었다. 이러한 경향은 Lee와 Mok(17)의 식염 농도가 낮을수록 휘발성 염기질소의 양은 숙성 16주까지 지속적으로

Table 10. Sensory evaluation of *doenjang* fermented for 8 weeks at 20°C

<i>Doenjang</i>	Taste	Color	Flavor	Overall acceptability
Control	3.70±1.30 <sup>b)</sup>	4.70±1.26 <sup>a)</sup>	4.45±1.50 <sup>a)</sup>	4.15±1.18 <sup>b)</sup>
T	2.10±0.71 <sup>c)</sup>	2.40±1.18 <sup>b)</sup>	2.75±1.37 <sup>c)</sup>	2.05±0.89 <sup>c)</sup>
E	5.05±1.28 <sup>a)</sup>	4.70±1.03 <sup>a)</sup>	4.35±1.57 <sup>a)</sup>	5.45±1.36 <sup>a)</sup>
M	3.40±0.99 <sup>b)</sup>	4.45±0.94 <sup>a)</sup>	3.40±1.04 <sup>bc)</sup>	3.80±1.06 <sup>b)</sup>
G	4.80±1.54 <sup>a)</sup>	5.05±1.36 <sup>a)</sup>	4.70±1.17 <sup>a)</sup>	5.10±1.48 <sup>a)</sup>
EG	5.10±0.91 <sup>a)</sup>	5.10±1.52 <sup>a)</sup>	4.70±1.03 <sup>a)</sup>	5.20±1.05 <sup>a)</sup>
MG	5.05±1.00 <sup>a)</sup>	4.35±0.93 <sup>a)</sup>	3.95±1.27 <sup>ab)</sup>	4.20±1.15 <sup>b)</sup>

<sup>1)</sup>Values are mean±SD

<sup>2)</sup>Means with the same letter in column are not significantly different by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ )

<sup>3)</sup>See footnotes on Table 1.

로 증가하였던 보고와는 차이가 있었는데 이는 향균물질 첨가의 영향인 것으로 판단되었다.

### 관능검사

8주 숙성시킨 된장을 관능평가 한 결과는 Table 10과 같이 맛은 알코올-마늘 또는 알코올, 겨자-마늘 첨가 된장이 겨자만 첨가한 된장이나 대조구에 비하여 유의적( $p < 0.05$ )으로 양호하였고, 메주 된장은 좋지 않은 관정을 받았다. 색은 알코올-마늘 첨가구와 마늘 첨가 된장이 좋았으나 메주 첨가구를 제외하고는 유의성은 없었으며, 변색도( $\Delta E$ )보다는 L-값과 b-값이 낮았던 메주 된장이 낮은 관정을 받았다. 향기도 마늘 첨가 된장과 알코올-마늘 첨가구가 겨자 단독 첨가구에 비하여 유의적( $p < 0.05$ )으로 양호하였다. 이는 겨자 첨가 된장의 경우 겨자 특유의 맛과 환원당 함량이 낮고 알코올 생성이 미약하였던데 기인하는 것으로 판단되었다. 전체적인 기호도는 알코올 첨가 된장이 가장 좋았고, 다음으로 알코올-마늘과 마늘 첨가 된장이 겨자나 겨자-마늘 첨가 된장에 비하여 유의적( $p < 0.05$ )으로 양호하였다. 겨자 첨가 된장은 메주 된장 다음으로 낮은 관정을 받았는데 이는 겨자 특유의 자극적인 풍미가 고추장(19)과는 달리 기호성을 떨어뜨리는 것으로 판단되었다. 따라서 저식염 된장의 제조는 알코올을 첨가하거나 마늘 또는 알코올-마늘 혼합 첨가가 바람직 할 것으로 생각되었다.

### 요 약

된장의 소금농도를 10%에서 6%로 줄이고 알코올 또는 겨자, 마늘을 단독 또는 혼합 첨가한 저식염 된장의 숙성 중 품질특성을 비교하였다. 된장의 amylase 활성은 숙성 2-4주에 높았으며 겨자 첨가 된장이 숙성 후기에 낮은 활성을 보였다. 메주 된장이 *koji* 된장에 비하여 효소 활성이 낮았으며, protease는 중성보다 산성 protease 활성이 높았다. 된장의 효모수는 겨자나 알코올, 마늘의 첨가로 현저하게 줄었으나 세균수는 겨자 첨가구에서 숙성 후기에 조금 적었다. 산화환원전위는 겨자 또는 겨자-마늘 첨가 된장에서 숙성 후기에 낮았으며, 수분활성도의 저하는 알코올 첨가구에서 심하였다. 알코올 첨가 된장이 숙성 중에 L-과 b-값이 저하가 심하였고 메주 된장은 L-값이 낮았고 a-값이 높았다. 된장의 pH는 겨자 또는 마늘 첨가구에서 낮았고 적정산도의 증가가 심하였으나, 알코올의 첨가로 적정산도와 산가는 적었다. 된장의 환원당은 알코올-마늘과 겨자-마늘 혼합 첨가구에서 높았으며, 알코올의 생성은 겨자의 첨가로 억제되었다. 된장의 아미노산질소는 마늘과 겨자 첨가구에서 높았으며 암모니아성 질소의 생성은 겨자 첨가구에서 낮았다. 8주 숙성시킨 된장의 맛과 종합적인 기호도는 알코올과 알코올-마늘 첨가 된장이 양호하여

저식염 된장의 제조는 소금의 일부를 알코올 또는 마늘로 대체하거나 이를 혼합하여 첨가하는 것이 효과적이었다.

### 감사의 글

본 논문은 2011년도 목포대학교 교내연구비 지원에 의하여 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

### 문 헌

- Lee KI, Moon RJ, Lee SJ, Park KY. The quality assessment of *doenjang* added with Japanese apricot, garlic, and ginger, and *samjang*. Korean J. Soc. Food Cookery Sci. 17: 472-477 (2001)
- Jung BM, Roh SB. Physicochemical quality comparison of commercial *doenjang* and traditional green tea *doenjang*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 33: 132-139 (2004)
- Kim SJ, Moon JS, Park JW, Park IB, Kim JM, Rhim JW, Jung ST, Kang SK. Quality of soybean paste (*doenjang*) prepared with sweet tangle, sea mustard, and anchovy powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 33: 875-879 (2004)
- Kim JU, Hur BS, Park WP. Utilization of soymilk residue for barley *doenjang*. J. Korean Agric. Chem. Soc. 32: 91-97 (1989)
- Joo HK, Kim DH, Oh KT. Chemical composition changes in fermented *doenjang* depend on *doenjang koji* and its mixture. J. Korean Agric. Chem. Soc. 35: 351-369 (1992)
- Joo HK, Oh KT, Kim DH. Effects of mixture of improved *meju*, Korean traditional *meju* and *natto* on soybean paste fermentation. J. Korean Agric. Chem. Soc. 35: 286-293 (1992)
- Choi SY, Sung NJ, Kim HJ. Physicochemical of traditional *doenjang* with added *Lentimus edodes*. Korean J. Food Cookery Sci. 22: 69-79 (2006)
- Kim SH, Kim ST, Kim BH, Kang SK, Jung ST. Fermentation of *doenjang* prepared with sea salts. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 1365-1370 (2000)
- Lee SW, Shin SY, Yu TJ. Effects of the ethanol contents on the preparation of low salt *doenjang*. Korean J. Food Sci. Technol. 17: 336-339 (1985)
- Song JY, Ahn CW, Kim JK. Flavor components produced by microorganism during fermentation of Korean ordinary soybean paste. Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng. 12: 147-152 (1984)
- Park SK, Seo KI, Shon MY, Moon JS, Lee YH. Quality characteristics of home-made *doenjang*, a traditional Korean soybean paste. Korean J. Soc. Food Sci. 16: 121-127 (2000)
- Park JS, Lee MY, Kim JS, Lee TS. Compositions of nitrogen compound and amino acid in soybean paste(*doenjang*) prepared with different microbial sources. Korean J. Food Sci. Technol. 26: 609-615 (1994)
- Eum BW, Kwak BY, Kim SY, Shon DH, Lee KH. Enhancement of chitooligosaccharides in *doenjang*(soybean paste) and *ganjang*(soysauce) using *Bacillus subtilis koji* and *Rhizopus oryzae koji*. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 291-296 (2003)
- Okada Y, Yamaguchi N, Yoshii H. Effect of sodium chloride on

- bitterness of desalted soybean *miso*. Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi 44: 259-264 (1997)
15. Hong CX, Katoh H. On the quality of soy sauce made by Chinese method of low salt-solid fermentation. J. Brew. Soc. Japan 10: 811-817 (1993)
  16. Mok CK, Song KT, Lee JY, Park YS, Lim SB. Changes in microorganisms and enzyme activity of low salt soybean paste(*doenjang*) during fermentation. Food Eng. Progress 9: 112-117 (2005)
  17. Lee JY, Mok CK. Changes in physicochemical properties of low salt soybean paste(*doenjang*) during fermentation. Food Engineering Progress 14: 153-158 (2010)
  18. Yamamoto Y, Higashi K, Yoshii H. Inhibitory activity of ethanol on food spoilage bacteria. Nippon Shokuhin Kogyo Gakk. 31: 531-535 (1984)
  19. Kim DH, Lee JS. Effect of condiments on the physicochemical characteristics of traditional *gochujang* during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 353-360 (2001)
  20. Shim KH, Seo KI, Kang KS, Moon JS, Kim HC. Antimicrobial substances of distilled components from mustard seed. J. Korean Soc. Food Nutr. 24: 948-955 (1995)
  21. Kim ND. Study on the browning and its inhibition in soybean paste (*doenjang*). PhD thesis, University of Konkuk, Seoul, Korea (1996)
  22. Kwak EJ, Lim SI. Effect of addition time of antibrowning agents on browning and fermentation characteristics in *doenjang*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 495-500 (2003)
  23. Kim JS, Choi SH, Lee SD, Lee KH, Oh MJ. Quality changes of sterilized soybean paste during its storage. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 28: 1069-1075 (1999)
  24. Institute of Miso Technologists. Official Methods of *Miso* Analysis. Changpeungdang, Tokyo, Japan. pp. 1-34 (1968)
  25. Thomas YD, Lulwies WJ, Kraft AA. A convenient surface plate method for bacteriological examination of poultry. J. Food Sci. 46: 1951-1952 (1981)
  26. Difco Laboratories. Difco Manual. 19<sup>th</sup> ed. Difco, Detroit, Michigan, USA. pp. 1064-1065 (1965)
  27. Martin EP. Use of acid, rose bengal, and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. Soil Sci. 69: 215-232 (1965)
  28. Fuwa HA. A new method for microdetermination of amylase activity by the use of amylose as the substrate. J. Biochem. 41: 583-588 (1954)
  29. Anson ML. Estimation of pepsin, trypsin, papain, and cathepsin with hemoglobin. J. Gen. Physiol. 22: 79-89 (1938)
  30. James MJ. Modern Food Microbiology. 6<sup>th</sup> ed. APAC, Las Vegas, NV, Nevada, USA. pp. 45-47 (2000)