J Korean Soc Food Sci Nutr
42(11), 1864~1871(2013)

한국식품영양과학회지
http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2013.42.11.1864

항균물질을 첨가한 저식염 된장의 저장성

김정례 · 김연경 · 김동한†
목포대학교 식품영양학과

Effects of Anti-Microbial Materials on Storages of Low Salted *Doenjang*

Jeong-Rye Kim, Yon-Kyung Kim, and Dong-Han Kim†
Dept. of Food & Nutrition, Mokpo National University, Jeonnam 534-729, Korea

ABSTRACT The effect of additives on the quality of low salted *doenjang* was investigated during storage. Amylase activity gradually decreased during storage and protease activity decreased after four weeks. The number of yeast was lower in the mustard or ethanol added groups without a difference in bacterial count. The *L*- and b-values decreased gradually during storage with lower total color difference (ΔE) in garlic added *doenjang*. Gas production was reduced in the ethanol or mustard added groups. Titratable acidity and acid values were low in the ethanol and ethanol-garlic added ones. A reducing sugar content was higher in the groups with added additives. Ethanol decreased to the largest extent in mustard added *doenjang*. Amino-type nitrogen decreased in ethanol added *doenjang*, whereas ammonia-type nitrogen was low in the ethanol or mustard added groups. The taste, flavor, and overall acceptability of *doenjang* were significantly higher in the ethanol or garlic added groups than in the other groups.

Key words: *doenjang*, storage, low-salt, physicochemical properties

서 론

된장은 대두를 주원료로 한 발효식품으로 단백질과 아미노산 함량이 높아 영양적으로 우수하고, 독특한 풍미를 지니고 있어 우리의 식생활에서 널리 이용되고 있다. 된장의 제조는 대두만으로 메주를 쑤고 발효과정에서 *Bacillus* sp. 등 세균과 곰팡이가 관여하는 전통식 방법과 곡류에 *Aspergillus oryzae* 등 국균을 접종한 *koji*를 이용하는 개량식으로 분류되고 있으며, 맛과 생리활성 등 된장의 품질에서 상당한 차이가 있다(1). 또한 생활양식의 변화와 웰빙을 추구하는 소비자의 기호도 변화에 따라 가정에서 전통식으로 된장을 담그는 비율은 감소되고 공장에서 상업적으로 생산되는 개량식 장류의 소비가 증가되고 있다. 된장의 품질과 기능성을 향상시키려는 소비자의 요구로 된장 담금시 기능성이 있는 부재료를 혼합하거나(2) *koji* 제조에 사용하는 균주(3), 된장 담금에 사용하는 소금의 종류(4)를 달리하는 연구 등이 진행되었다. 또한 전통식 된장은 메주에서 유래하는 *Bacillus* sp.가 발효·숙성에 중요한 미생물로 관여하기 때문에(5) 일부 공장에서는 개량식 된장 제조 시 국균 *koji*의 일부를 *Bacillus* sp. *koji*(6)나 *Rhizopus oryzae koji*를 혼합하는 절충형(7)으로 제조하고 있다.

최근에는 소금의 과잉섭취가 각종 성인병의 원인이 되기 때문에 장류 등 발효식품 제조에도 소금의 농도를 낮추려는 저식염화에 관한 연구(8,9)가 시도되고 있으나 소금농도가 지나치게 낮을 경우 숙성·저장 과정에서 미생물의 증식에 의한 이상발효로 가스발생 등 품질 저하의 원인이 된다. 그러나 된장 제조 시 소금 농도를 줄이면서 항균활성이 있는 알코올(10)이나 마늘(11), 겨자(12) 등을 부원료로 첨가하면 숙성·저장 중에 이상발효의 원인이 되는 미생물의 생육을 효과적으로 억제할 수 있어 저식염 된장의 제조가 가능하다. 그러나 저식염 된장의 숙성·저장에 항균활성이 있는 알코올과 마늘, 겨자 등을 첨가하고 이를 비교한 연구는 거의 없다. 또한 된장은 저장 중에 amino-carbonyl 반응과 효소, 산화에 의한 갈변반응으로 변색되어 소비자의 된장에 대한 선호도가 저하되는 원인이 된다(13). 갈변방지를 위해서는 된장 담금시 갈변억제제로 수산 또는 혼합인산염을 첨가(14)하거나 증숙한 대두의 혼합(15), 숙성온도의 조절(16), 살균 처리하는 방법(17) 등이 시도되었지만 제품을 포장한 후에 일어나는 저장·유통 중의 품질변화에 대한 보고는 미미한 편이다.

이에 본 연구에서는 된장 담금 시 식염의 일부를 알코올이나 마늘, 겨자의 단독 또는 혼합 첨가로 대체하여 제조한 저식염 된장의 숙성중의 품질 특성(18)에 이어서 숙성된 된장을 포장하여 30°C에서 저장하면서 가스발생과 이화학적 특성의 변화를 조사하여 이들 항균물질이 저식염 된장의 저장성에 미치는 영향을 비교·검토하였다.

Received 5 July 2013; Accepted 2 October 2013
†Corresponding author.
E-mail: dhankim@mokpo.ac.kr, Phone: 82-61-450-2524

재료 및 방법

된장

된장은 대두를 수세 침지한 후 1.2 kg/cm^2 압력으로 1시간 증자하여 chopper로 마쇄하고 *koji*와 혼합하였다. 식염농도는 대조구를 10%로 하였고 저식염 된장의 경우 식염농도를 6%로 조절한 후 알코올 4%와 겨자 1%, 마늘 4%를 단독 또는 혼합 첨가하여 전보(18)와 같이 20°C에서 8주간 숙성시킨 된장을 사용하였다.

포장 및 저장

된장의 저장실험은 숙성된 된장을 복합필름으로 된 포장대(PET, 19 μm/CPP, 80 μm; 내부크기, 90 mm×120 mm)에 150 g씩 넣어 밀봉하고 30°C에서 16주간 저장하였으며, 모든 실험은 3회 이상 반복하였다.

가스발생량

된장 저장 중 생성되는 가스는 밀봉된 시료의 팽창에 따라 포장대의 모서리에 실리콘이 부착된 부위에서 주사기로 가스를 뽑아내고 그 용량을 합하여 가스발생량으로 하였다(19).

일반성분

된장의 일반성분 분석은 기준미증분석법(20)에 준하였다. pH는 시료 10 g을 동량의 증류수로 희석하여 pH-meter(Orion920A 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 mL로 표시하였다. 환원당은 제단백 처리한 후 Somogyi변법, 알코올은 산화법, 아미노산성질소는 Formol 적정법, 암모니아성질소는 Folin법으로 정량하였다. 산가는 식품공전에 준하여 된장 2.5 g을 삼각 flask에 취하고 ether-ethanol 혼합액(1:2) 100 mL를 넣어 10분간 진탕하여 용출시킨 후 0.1 N ethanol성 KOH 용액으로 적정하여 그 소비량으로 계산하였다(8).

수분활성도와 색도, 산화환원전위

수분활성도는 Rotronic ag hygroskop(CH-8303, Bassersdorf, Switzerland)로, 색도는 색차계(Chromameter CR-200, Minolta, Osaka, Japan)로 측정하여 Hunter scale에 의해 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값으로 표시하였고 total color difference(변색도)는 $\Delta E=[(L_0-L_1)^2+(a_0-a_1)^2+(b_0-b_1)^2]^{1/2}$ 값으로 표시하였다. 산화환원전위(oxidation-reduction potential; ORP)는 된장을 2배 희석한 후 ORP-meter(Orion 525A+, Orion)를 이용하여 직접 측정하였다.

생균수

된장의 생균수는 전보와 같이(18) 호기성세균은 tryptic soy agar, 통성혐기성세균은 APT agar를 사용하여 평판도말 한 후 1.5% agar를 덮어 중층하였고, 효모는 rose bengal agar 배지를 사용하여 평판도말법으로 28°C에서 1~3일간 배양한 후 계수하였다.

효소활성도

효소활성도는 α-amylase과 β-amylase는 각각 blue value변법과 Fuwa의 방법(21), 단백질 분해력은 Anson의 방법(22)에 준하여 pH 3.0, 6.0(편의상 산성, 중성 protease로 함)으로 구별하여 측정하였다.

관능검사

16주간 저장한 된장을 20명의 식품영양학과 학생들을 대상으로 맛, 향기, 색깔과 종합적인 기호도를 최고 7점 최저 1점으로 7단계 평가하여 얻은 성적을 SPSS program (Statistical Package for Social Science, version12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 분산분석을 하고 Duncan's multiple range test에 의해 검증하였다.

결과 및 고찰

효소 활성도

된장 저장중 효소활성도의 변화는 Table 1과 같이 α-amylase는 저장 중에 서서히 감소하여 저장 12주 이후에는 효소활성이 낮았으며, 시험구간에는 알코올 첨가구(E, EG)가 겨자(M)나 마늘(G) 첨가구보다 높은 활성을 유지하였다. β-amylase도 저장 12주까지 비교적 높은 효소활성을 유지하였으나 16주에 급격히 저하되었고, 메주된장을 제외하고는 시험구간에 현저한 차이는 없었으나 마늘 첨가 된장에서 효소활성이 낮았다. 반면 산성 protease는 저장 4~8주에 효소활성이 증가되었으나 중성 protease는 4주에 근소하게 증가하였을 뿐 산성 protease 활성에 비하여 저장 중에 낮은 활성을 보였다. 시험구간에도 특징적인 차이는 없어 마늘에 알코올이나 겨자를 혼합 첨가하더라도 된장 저장중 효소활성의 저하는 볼 수 없었다. 메주된장의 amylase 활성이 낮은 이유는 메주가 *koji*에 비하여 활성도가 낮았고 숙성후기에 protease와는 달리 미생물의 증식에 의한 효소활성의 증가가 적었기 때문이나(18), protease 활성은 저장 중에 큰 차이가 없었다. 그러나 8주간 숙성시킨 된장은 가열에 의한 살균처리를 하지 않아 저장 중에도 효소작용이 서서히 진행되었다. 이러한 결과는 포장과정에서 공기의 유입으로 새로운 환경에 의해 저장 중에 *koji*에서 유래하는 효소 이외에 Table 2에서 보는 바와 같이 미생물의 증식으로 효소가 생성되기 때문인 것으로 판단되었다. 또한 고추장의 경우에도 amylase는 저장 8주 이후에 낮은 활성을 보였으나 protease는 저장 중에 근소하게 증가하거나 감소하였다는 보고

Table 1. Changes in amylase and protease activities of *doenjang* during storage at 30°C (Unit/g)

Enzyme	Storage time (weeks)	*Doenjang*[1)]						
		Control	T	E	M	G	EG	MG
α-amylase (×10)	0	3.05±0.12[a2)3)]	0.55±0.05[e]	2.57±0.12[b]	2.49±0.12[bc]	2.66±0.13[b]	2.23±0.11[d]	2.36±0.15[cd]
	4	2.26±0.33	0.40±094	2.76±0.13	2.31±0.20	2.25±0.26	2.22±0.09	2.06±0.16
	8	2.94±0.06[a]	0.72±0.08[c]	3.66±0.11[a]	1.85±0.20[b]	2.08±0.16[b]	2.82±0.13[a]	2.11±0.12[b]
	12	1.67±0.14[a]	0.29±0.08[d]	1.84±0.08[a]	0.97±0.16[c]	0.88±0.08[c]	1.62±0.22[a]	1.34±0.04[b]
	16	0.94±0.18[ab]	0.16±0.05[e]	1.19±0.11[a]	0.61±0.15[bc]	0.56±0.15[cd]	1.16±0.09[a]	0.51±0.14[d]
β-amylase (×1000)	0	1.48±0.13[b]	0.19±0.06[c]	1.78±0.18[a]	1.50±0.04[bc]	1.65±0.12[ab]	1.53±0.16[ab]	1.63±0.18[ab]
	4	1.84±0.17[a]	0.36±0.07[d]	1.59±0.14[bc]	1.69±0.09[ab]	1.45±0.07[c]	1.56±0.11[bc]	1.69±0.17[ab]
	8	1.83±0.13[a]	0.35±0.05[d]	1.33±0.09[c]	1.37±0.17[c]	1.18±0.05[c]	1.57±0.09[bc]	1.24±0.11[c]
	12	1.31±0.08[ab]	0.28±0.04[d]	1.27±0.08[ab]	1.18±0.15[b]	0.87±0.09[c]	1.38±0.12[a]	1.23±0.11[ab]
	16	0.11±0.11[c]	0.08±0.04[c]	0.27±0.04[bc]	0.27±0.02[b]	0.18±0.04[bc]	0.42±0.06[a]	0.23±0.06[b]
Acidic protease	0	4.36±0.11[de]	3.70±0.09[e]	4.47±0.09[cd]	5.38±0.14[ab]	5.59±0.13[ab]	5.02±0.20[bc]	5.92±0.08[a]
	4	7.18±0.33[b]	5.24±0.23[d]	8.58±0.13[a]	8.26±0.41[ab]	6.55±0.29[c]	5.54±0.10[d]	6.71±0.21[c]
	8	7.29±0.09[c]	5.17±0.09[e]	7.74±0.16[b]	6.35±0.14[d]	5.28±0.19[e]	4.50±0.25[f]	8.74±0.24[a]
	12	3.75±0.41[cd]	3.16±0.05[d]	3.83±0.19[bc]	5.52±0.12[ab]	4.55±0.61[ab]	3.30±0.18[cd]	4.12±0.29[b]
	16	1.75±0.11[cd]	1.34±0.31[d]	2.97±0.20[a]	2.83±0.22[ab]	2.30±0.24[b]	2.17±0.34[bc]	2.32±0.21[b]
Neutral protease	0	4.39±0.32[a]	2.38±0.17[c]	3.92±0.32[a]	3.33±0.12[b]	3.04±0.12[b]	4.08±0.24[a]	3.15±0.07[b]
	4	5.98±0.70[a]	3.42±0.42[c]	3.62±0.13[bc]	4.18±0.08[b]	4.09±0.08[bc]	5.12±0.33[a]	5.38±0.29[a]
	8	3.07±0.24[c]	2.43±0.14[d]	3.17±0.14[bc]	3.82±0.21[a]	3.51±0.21[ab]	3.89±0.29[a]	3.56±0.07[ab]
	12	2.42±0.37[c]	2.32±0.24[c]	2.81±0.11[bc]	2.99±0.13[b]	2.40±0.13[c]	2.48±0.41[bc]	3.52±0.23[a]
	16	0.85±0.06[d]	1.55±0.27[a]	0.91±0.08[cd]	0.93±0.17[cd]	1.52±0.17[ab]	1.22±0.31[bc]	1.36±0.09[ab]

[1)]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*.
[2)]Values are mean±SD (n=3).
[3)]Means with the same letter in row are not significantly different by Duncan′s multiple range test (P<0.05).

Table 2. Changes in viable cell counts of micaroorganism of *doenjang* during storage at 30°C (Unit: log number CFU/g)

	Storage time (weeks)	*Doenjang*[1)]						
		Control	T	E	M	G	EG	MG
Yeast	0	6.56±0.36[a2)3)]	6.38±0.21[a]	2.60±0.57[c]	3.60±0.55[b]	4.08±0.57[b]	2.30±0.37[c]	2.30±0.53[c]
	4	5.97±0.61[a]	5.98±0.76[a]	3.38±0.41[b]	2.70±0.41[b]	5.01±0.60[a]	2.90±0.33[b]	2.60±0.52[b]
	8	4.20±0.63[a]	4.90±0.32[a]	2.53±0.41[b]	2.06±0.31[b]	4.98±0.73[a]	2.60±0.42[b]	2.78±0.34[b]
	12	4.38±0.26[ab]	4.94±0.27[a]	2.33±0.59[c]	2.60±0.21[c]	4.19±0.31[b]	2.02±0.57[c]	2.21±0.33[c]
	16	4.04±0.23	4.16±0.56	3.64±0.29	3.56±0.32	4.20±0.40	3.52±0.51	3.37±0.69
Aerobic bacteria	0	8.08±0.64[b]	9.03±0.45[b]	9.15±0.46[a]	8.86±0.34[ab]	8.01±0.38[b]	8.46±0.46[b]	8.68±0.44[ab]
	4	7.89±0.49	8.31±0.54	8.42±0.61	8.18±0.55	8.65±0.71	8.01±0.42	8.66±0.41
	8	7.03±0.28[c]	8.40±0.52[bc]	8.44±0.34[a]	8.44±0.21[a]	8.67±0.51[a]	8.11±0.51[ab]	8.56±0.37[a]
	12	8.34±0.17	9.28±0.31	8.69±0.51	8.93±0.62	9.10±0.57	8.47±0.37	8.87±0.24
	16	8.94±0.19	8.97±0.33	8.31±0.40	8.68±0.49	8.27±0.34	7.89±0.44	8.18±0.67
Anaerobic bacteria	0	7.15±0.67	7.73±0.25	7.08±0.74	7.46±0.29	7.14±0.38	6.41±0.54	6.58±0.31
	4	6.96±0.22	7.64±0.52	7.01±0.18	6.58±0.52	7.00±0.61	7.11±0.66	7.00±0.59
	8	6.36±0.35	6.82±0.44	6.51±0.76	6.33±0.51	6.43±0.72	6.41±0.49	6.50±0.78
	12	6.36±0.36	6.83±0.69	6.48±0.55	6.03±0.38	6.28±0.54	6.07±0.34	6.51±0.45
	16	7.23±0.65	6.81±0.53	7.13±0.56	6.70±0.75	6.99±0.50	6.57±0.55	6.65±0.35

[1)]See footnotes on Table 1. [2)]Values are mean±SD (n=3).
[3)]Means with the same letter in row are not significantly different by Duncan′s multiple range test (P<0.05).

(12)와 유사하였다.

미생물 변화

된장 저장중 미생물상 변화는 Table 2와 같다. 효모수는 식염 10%인 대조구와 메주된장은 저장 8주까지 감소하였고 그 이후에 10^4 CFU/g을 유지하였으나 부원료를 첨가한 식염 6%의 저식염 된장은 마늘 첨가구를 제외하고는 저장 중에 10^3 CFU/g 이하로 낮은 수준을 유지하였다. 호기성세균과 통성혐기성세균수는 효모와는 달리 저장 중에 급격한 변화 없이 불규칙한 증감을 보였으며, 부원료를 첨가한 시험구간에도 차이는 없었다. 그러나 젖산간균 등의 통성 혐기성세균수는 밀봉하여 저장하였음에도 불구하고 호기성세균에 비하여 저장중에 1 log cycle 정도 낮은 수준을 유지하였다. 이러한 결과는 포장으로 환경조건이 변화되어 된장의 효모

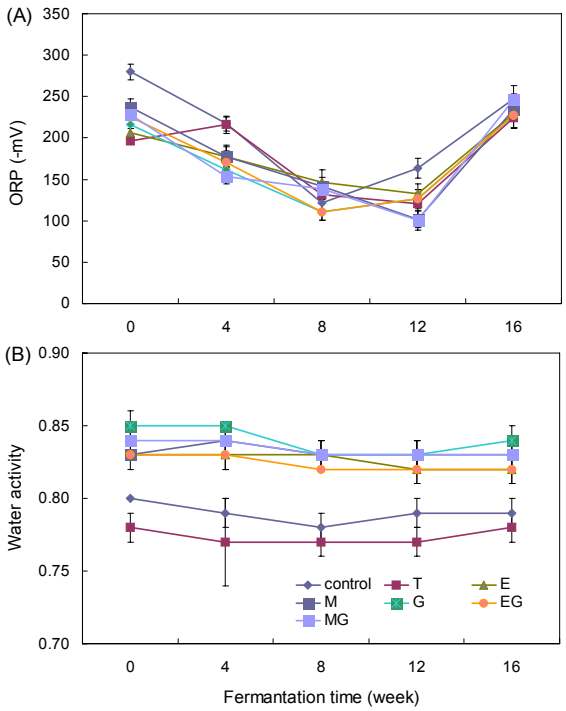

Fig. 1. Changes in oxidation-reduction potential (A) and water activity (B) of *doenjang* during storage at 30°C. See footnotes on Table 1.

수는 저장 20~40일에 증가한 후 감소하나 세균수는 증감이 없었고(19), 저장 3개월까지 호기성세균수가 약간 증가되었던 보고(17)와는 다소 차이가 있었다.

산화환원전위와 수분활성도

된장 저장중의 미생물 생육과 밀접한 관계가 있는 산화환원전위(ORP)의 변화는 Fig. 1과 같이 저장 8~12주까지 -100.3~-149.1 mV로 증가하나 그 이후에는 저하하는 경향이었으며, 시험구간에 특징적인 차이는 없었다. 산화환원전위가 -200 mV 이하로 낮아지면 혐기성균의 증식에 유리한 환경이 되어 호기성균의 증식은 불리하여지나(23) 된장 저장중의 산화환원전위는 저장 후기를 제외하고는 호기성세균의 증식에 영향을 주는 수준은 아니었다.

수분활성도는 저장이 진행되면서 0.782~0.847에서 16주 후에는 0.769~0.835로 감소하는 경향을 보였으나 메주된장과 대조구를 제외하고는 시험구간의 차이는 없었다. 된장의 수분활성도 저하는 저장중의 수분함량 감소와 원료성분의 분해에 의한 용질의 mole분율 증가에 의한 것으로 판단되었다. 보통 수분활성도가 저하되면 미생물의 증식이 억제되었으나 Table 2의 생균수와 상관성은 없었으며 고추장 저장에서도 유사한 결과가 보고(12)되었다.

색도

된장 저장중의 색도 변화는 Table 3과 같이 저장기간이 경과함에 따라 brightness(L)와 yellowness(b)는 저하되었고 redness(a)는 12주까지 증가하다가 그 이후에 감소하였다. 시험구간에는 메주된장보다 *koji* 된장에서 색도의 변화가 심하였고, 저식염 된장에서는 마늘 첨가 된장이 L-과 b-값이 높아 밝은 색을 띄어 갈변방지에는 마늘을 첨가하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다. Lee 등(15)은 증자대두에 비하여 재래식 메주의 배합비율이 높은 된장이 저장 중에 진한 색을 띄어 기호도가 낮았다고 보고하여 본 실험과 상이한 결과를 보였는데, 이는 소맥분 *koji*를 혼합하여 소맥분에 의한 갈변의 영향으로 판단되었다. 따라서 저장 중에 L-과 b-값의 저하에 의한 된장의 갈변현상은 된장의 품질을 저하시키는 주요인이 되기 때문에 된장의 포장은 가스 차단성이 높은 포장재의 선택이 요구되었다. 변색도인 ΔE값(Table

Table 3. Changes in Hunter's color values of *doenjang* during storage at 30°C

Storage time (weeks)	Hunter color value	*Doenjang*[1)]						
		Control	T	E	M	G	EG	MG
0	L	50.92±1.44$^{a2)3)}$	40.23±1.29^{d}	47.11±2.19^{bc}	48.36±1.70^{ab}	49.03±1.11^{ab}	45.69±0.14^{c}	48.22±2.29^{ab}
	a	4.93±0.32^{b}	10.25±0.41^{a}	4.67±0.53^{b}	4.96±0.44^{b}	4.91±0.30^{b}	5.05±0.54^{b}	5.08±0.35^{b}
	b	22.99±0.73^{a}	18.96±0.34^{d}	21.05±0.53^{c}	22.09±0.25^{ab}	22.27±0.48^{ab}	19.30±0.63^{b}	21.50±0.30^{a}
4	L	40.71±1.13^{ab}	36.09±1.66^{c}	38.08±2.02^{bc}	38.47±0.64^{bc}	42.80±0.55^{a}	36.86±1.45^{c}	42.27±1.30^{a}
	a	9.64±0.52^{bc}	11.60±0.60^{a}	9.67±0.86^{bc}	8.65±0.73^{cd}	8.84±0.39^{bc}	9.80±0.61^{b}	7.91±0.44^{d}
	b	22.1±0.59^{a}	19.70±0.50^{b}	19.70±0.78^{b}	19.59±0.34^{b}	22.48±0.38^{ab}	19.16±0.56^{b}	22.69±0.46^{a}
8	L	40.71±10.9^{a}	35.43±0.31^{c}	33.75±1.11^{d}	37.02±0.59^{bc}	40.06±1.04^{a}	33.99±0.69^{cd}	37.71±0.80^{b}
	a	11.86±0.24^{ab}	12.39±0.20^{a}	9.99±0.47^{cd}	10.27±0.43^{c}	11.15±0.61^{b}	9.75±0.61^{cd}	9.30±0.36^{d}
	b	21.69±0.56^{a}	18.93±0.82^{b}	14.43±0.61^{c}	17.93±0.73^{b}	17.96±0.24^{b}	15.03±0.62^{c}	18.83±0.69^{b}
12	L	35.56±1.12^{a}	35.08±0.74^{ab}	31.73±0.83^{d}	33.12±0.40^{cd}	33.60±0.81^{bc}	29.25±0.90^{e}	35.75±0.83^{a}
	a	12.07±0.28^{a}	12.82±0.54^{a}	10.69±0.51^{b}	10.81±0.54^{b}	10.60±0.25^{b}	10.01±0.30^{b}	10.60±0.76^{b}
	b	17.83±0.42^{a}	18.18±0.77^{a}	13.32±0.24^{d}	15.10±0.60^{c}	16.28±0.45^{b}	11.26±0.31^{e}	18.02±0.46^{a}
16	L	30.68±0.84^{bc}	35.14±1.11^{a}	28.20±1.15^{d}	29.30±0.86^{cd}	31.22±1.03^{b}	27.79±0.80^{d}	30.18±0.85^{bc}
	a	9.09±0.36^{bc}	12.03±0.63^{a}	8.58±0.55^{c}	9.19±0.57^{bc}	9.68±0.47^{b}	8.38±0.45^{c}	9.11±0.55^{bc}
	b	10.23±0.33^{d}	16.07±0.53^{a}	8.63±0.33^{e}	10.33±0.63^{d}	12.59±0.35^{b}	8.03±0.68^{e}	11.33±0.42^{c}

[1)]See footnotes on Table 1. [2)]Values are mean±SD (n=3).
[3)]Means with the same letter in row are not significantly different by Duncan's multiple range test (P<0.05).

Table 4. Changes in total color difference (ΔE) of *doenjang* during storage at 30°C

Storage time (weeks)	Control	T[1)]	E	M	G	EG	MG
4	11.28	4.42	10.41	10.85	8.69	10.03	6.70
8	12.54	4.65	15.83	12.91	9.58	13.31	11.64
12	17.70	5.80	18.24	17.75	17.50	18.96	14.08
16	24.29	6.11	22.96	22.79	20.82	21.41	21.09

[1)]See footnotes on Table 1.

4)은 저장 중에 점진적으로 증가하였으며, 시험구간에 일정하지는 않지만 마늘보다는 알코올이나 겨자를 첨가한 구의 변화가 심한 편이었고 메주된장이 저장중의 변화가 적었다. 된장은 숙성 중에 amino-carbonyl 반응에 의한 갈변으로 명도가 저하되어 어둡고 색이 진해져 상품성이 떨어진다고 보고(14,19)되었으나, Kim 등(17)은 된장의 갈변은 가열처리하지 않은 경우 L-dihydroxy phenyl alanine(L-DOPA)을 경유하는 효소적 갈변반응에 의한 갈변화 가능성이 높다고 하였다.

가스발생

된장의 저장 중 용기팽창의 원인이 되는 가스발생은 Table 5와 같이 대조구와 메주된장에서 식염이 10%임에도 불구하고 저장 1주에 가스가 발생되기 시작하였고, 2주 이후에는 마늘을 첨가한 저식염 된장에서도 가스발생이 시작되었다. 가스발생량은 대조구가 저장 7주에 318.9 mL/150 g으로 최고에 달하였으나 그 이후에는 더 이상의 가스발생은 없었다. 그러나 알코올이나 겨자를 첨가한 저식염 된장은 살균처리를 하지 않았음에도 가스발생이 없어 저장 중에 포장용기가 부풀어 오르거나 파열되는 일이 없었다. 따라서 저식염 된장도 담금 시 알코올이나 겨자를 첨가하면 저장 중에 가스발생을 효과적으로 억제할 수 있었다. 가스발생을 Table 2의 효모수와 비교하여 보면 저장중의 효모수가 많은 구에서 가스는 발생되었으나 효모의 종류와도 관계가 있는 것으로 생각되었다. 한편 된장에서 생성된 가스의 80% 이상은 CO_2로서 효모의 발효에 의하여 생성하며, 장류에서의 CO_2 생산은 주로 *Zygosacch. rouxii*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida versatilis*, *C. etchellsii*와 같은 내염성효모의 성장에 기인하고 이들 효모는 숙성 후기에 감소되나, 재배합에 의한 충전·포장 공정에서 새로운 환경으로 다시 번식하는 것으로 보고(19)되었다.

pH와 적정산도, 산가

된장의 pH는 Fig. 2에서 보는바와 같이 저장 중에 서서히 저하하여 16주 후에는 pH 4.45~5.10으로 저하하였다. 시험구간에는 대조구보다 마늘이나 겨자를 첨가한 시험구의 pH가 낮았으며, 메주된장과 알코올 첨가 된장이 저장 후기에도 높은 pH를 유지하였다. 적정산도는 pH의 변화와는 달리 저장 4~8주까지 감소하다가 그 이후에 증가하는 추세를 보여 16주 저장 후에는 겨자와 마늘 첨가 된장이 각각 52.8과 50.2 mL/10 g이었으나, 알코올 첨가 된장은 산도 변화가 적어 대조구나 메주된장과 유사한 수준이었다. 한편 저장 중기에 pH가 저하되었음에도 불구하고 적정산도가 감소하였던 이유는 이 기간에 완충능이 있는 아미노산성질소 등이 감소되고 생성된 유기산의 일부가 알코올과 ester화되었기 때문이며, 저장중 지나친 산도의 감소는 유해균이 증식할 가능성이 있다. 적정산도의 변화를 Table 2의 미생물상과 비교하여 보면 된장 저장중 적정산도의 증가는 세균보다는 효모 증식의 영향이 큰 것으로 판단되었다. 한편 고추장 저장중 적정산도가 12주 후에 18.9~21.1 mL/10 g이었던 보고(12)에 비하여 된장의 적정산도가 높았는데, 이는 된장이 고추장에 비하여 단백질이 많아 이들의 분해산물에 의한 완충능 때문이다(19).

된장 저장중 지질성분의 분해로 생성되는 유리지방산 함량인 산가는 일정하지는 않았으나 저장 12주에 조금 감소하다가 다시 증가하는 경향이었다. 그러나 산가는 된장 숙성 2주에 급격히 증가되어 33.8~59.14 mg/g이었던 보고(18)처럼 저장중의 변화는 심하지 않았다. 시험구간에는 겨자와 마늘 첨가구가 알코올 첨가 된장보다 산가는 높았으며, 저식염 된장이 대조구나 메주된장에 비하여 높았다. Joo 등(6)은 *koji*보다 메주를 혼합한구에서 산가가 높아 불량한 냄새의 원인이 되나 숙성이 빠른 된장에서도 산가 변화는 심하였다고 보고한 바 있다.

Table 5. Changes in gas production of *doenjang* during storage at 30°C (Unit: mL/150 g)

Storage time (weeks)	Control	T[1)]	E	M	G	EG	MG
1	194.2	14.7	−	−	−	−	−
2	206.5	46.6	−	−	91.6	−	−
3	210.3	63.7	−	−	124.9	−	−
4	213.8	110.9	−	−	129.2	−	−
5	222.3	133.0	−	−	134.9	−	−
6	276.6	197.3	−	−	136.6	−	−
7	318.9	232.6	−	−	140.9	−	−

[1)]See footnotes on Table 1.

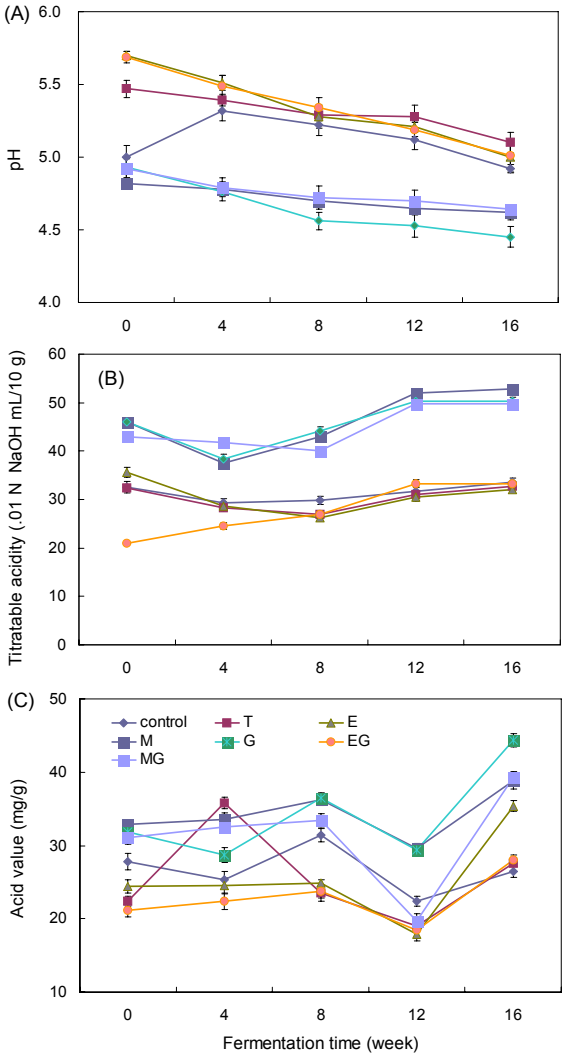

Fig. 2. Changes in pH (A), titratable acidity (B) and acid value (C) of *doenjang* during storage at 30°C. See footnotes on Table 1.

환원당과 알코올

된장의 단맛 성분으로 중요한 환원당(Fig. 3)은 저장 초기 6.53~10.15%이었으나 저장 4~8주에 증가하다가 그 이후에 감소하여 16주 저장 후에는 4.35~8.07%로 감소되었다. 환원당의 감소는 부원료를 첨가한 저식염 된장보다 식염을 10% 첨가한 대조구에서 심하였으며 메주된장은 저장중 환원당의 변화가 미미하였다. 알코올은 환원당과는 달리 저장 4주경에 감소하였으며 그 이후에는 미미한 증감을 보였다. 시험구간의 차이는 저장 중에 가스발생이 많았던 대조구와 메주된장, 마늘 첨가구에서 4주 이후에 조금 증가하는 경향을 보였으며 겨자 첨가구에서 제일 낮았다. 이러한 경향은 고추장의 경우 환원당은 저장 중에 감소되어 12주에 14.14~15.77%이었으나 알코올은 무첨가구에서 근소하게 증가되어 12주 후에 1.46~1.50%이었던 보고(12)와 다소 차이가 있었는데, 이는 된장이 고추장보다 환원당 함량이 적어 상대적으로 알코올 생성이 적은 관계인 것으로 판단되었다.

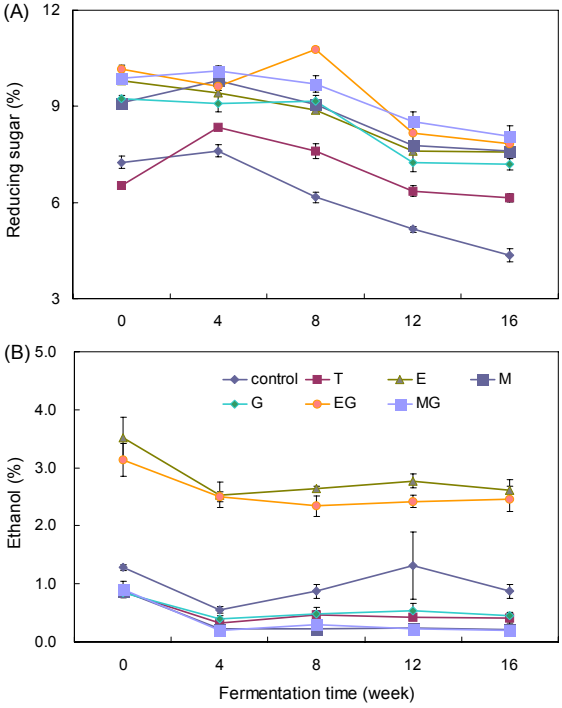

Fig. 3. Changes in reducing sugar (A) and ethanol (B) contents of *doenjang* during storage at 30°C. See footnotes on Table 1.

질소성분

단백질이 분해되어 구수한 맛을 내게 되는 아미노산성질소는 Fig. 4와 같이 저장 초기에는 메주 된장의 0.26%를 제외하고는 0.54~0.66%이었으나 저장 중에 대조구와 메주 된장에서 서서히 증가한 반면 알코올을 첨가한 저식염 된장은 감소하는 경향을 보였다. 한편 된장의 바람직하지 않은 풍미와 연관되는 암모니아성질소는 저장 4주까지 증가되나 그 이후에는 감소하였다. 16주 저장 후에는 알코올이나 겨자를 첨가한 된장은 각각 0.47, 0.56 mg%로 대조구나 메주 된장과 유사하였으나 마늘 또는 마늘을 혼합 첨가한 된장은 저장 후기에도 0.84~1.20 mg% 수준으로 조금 많았다. 이러한 경향은 된장 숙성 중에 아미노산성질소는 서서히 증가되었으나 암모니아성질소는 숙성 4~6주 이후에 감소되었던 보고(18)와도 유사한 경향이었다. 그러나 고추장의 경우 저장 중에 이들 성분이 서서히 감소되었던 보고(12)와는 차이가 있었는데 이는 된장이 고추장에 비하여 단백질 성분이 많아 저장 중에도 단백질이 서서히 분해되기 때문인 것으로 판단되었다.

관능검사

된장을 16주 저장하여 관능평가 한 결과는 Table 6과 같이 맛은 마늘과 알코올, 겨자-마늘을 혼합 첨가한 된장이 겨자만 첨가한 된장에 비하여 유의적($P<0.05$)으로 양호하였고, 메주된장이 좋지 않은 판정을 받았다. 색은 알코올 첨가 된장이 겨자 첨가구에 비하여 유의적($P<0.05$)으로 좋았으나, 겨자-마늘을 혼합 첨가하면 양호한 판정을 받았다.

Table 6. Sensory evaluation of *doenjang* storaged for 16 weeks at 30°C

Doenjang[1)]	Taste	Color	Flavor	Overall acceptability
Control	3.85±1.46^{ab}[2)3)]	4.20±1.20^{ab}	3.95±1.19^{b}	4.15±1.39^{ab}
T	3.55±1.82^{b}	3.85±1.35^{b}	4.00±1.38^{b}	4.55±1.46^{ab}
E	4.50±1.23^{ab}	4.40±1.54^{ab}	4.40±1.35^{ab}	4.75±1.62^{a}
M	3.70±1.38^{b}	3.05±1.19^{c}	3.60±1.60^{b}	3.65±1.18^{b}
G	4.85±1.57^{a}	3.60±1.05^{bc}	5.05±1.47^{a}	4.50±1.05^{ab}
EG	4.00±1.38^{ab}	3.15±1.42^{c}	3.95±1.43^{b}	4.35±1.15^{ab}
MG	4.50±1.40^{ab}	4.20±1.20^{ab}	4.21±1.53^{ab}	4.65±1.23^{a}

[1)]See footnotes on Table 1. [2)]Values are mean±SD (n=20).
[3)]Means with the same letter in column are not significantly different by Duncan's multiple range test (P<0.05).

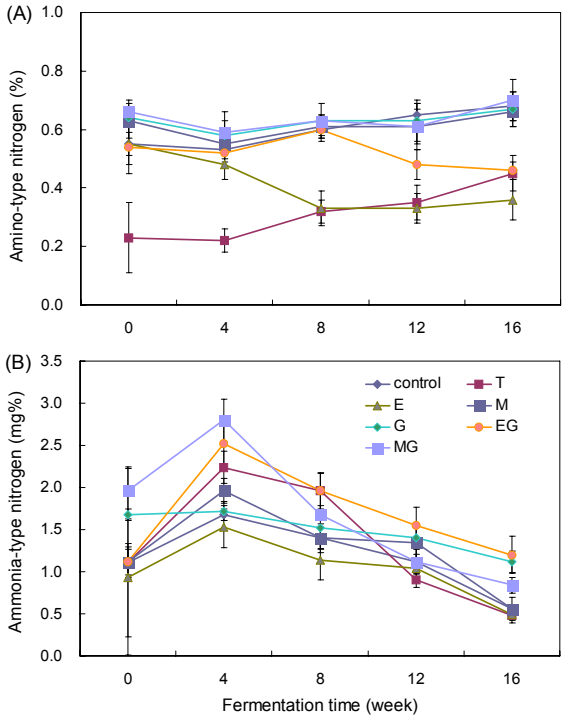

Fig. 4. Changes in amino- (A) and ammonia-type nitrogen (B) contents of *doenjang* during storage at 30°C. See footnotes on Table 1.

향기의 경우 마늘 첨가 된장이 겨자 첨가구에 비하여 유의적(P<0.05)으로 양호하였는데, 이는 겨자를 첨가한 경우에 겨자 특유의 맛과 알코올 생성이 미약하였던데 기인하는 것으로 판단되었다. 전체적인 기호도는 알코올 또는 겨자-마늘 혼합 첨가 된장이 가장 좋았고(P<0.05), 다음으로 메주된장과 마늘 첨가 된장이 겨자만을 첨가한 된장에 비하여 양호하였다. 이러한 결과를 종합하면 저식염 된장의 저장성에는 알코올을 첨가하거나 마늘 또는 겨자-마늘을 혼합 첨가하는 것이 바람직할 것으로 생각되었다. 한편 8주간 숙성시킨 된장의 경우 메주된장이 모든 관능평가에서 가장 낮은 평가를 보였던 보고(18)와는 대조적이었는데, 이는 메주된장의 경우 Table 2와 같이 효소활성도가 낮아 장기간 숙성이 필요함을 의미한다.

요 약

된장에 알코올 또는 겨자, 마늘을 단독 또는 혼합 첨가하고 식염농도를 6%로 줄인 저식염 된장의 저장중 품질특성을 비교하였다. 된장의 amylase 활성은 저장 중에 서서히 저하되었으나 protease의 활성은 저장 4주 이후에 감소되었다. 된장의 효모수는 겨자나 알코올의 첨가로 저장 중에 낮은 수준을 유지하였으나 세균수의 차이는 없었다. 된장의 산화환원전위는 저장 8~12주까지 증가하였으며, 수분활성도의 저하는 식염 10%인 대조구와 메주된장에서 심하였다. 된장은 저장중 L-과 b-값이 서서히 저하되었고 a-값은 증가하였으며, 마늘의 첨가로 저장 중에 색도의 변화가 적었다. 저식염 된장에 알코올이나 겨자의 첨가로 저장 중에 가스발생은 억제되었으며, 된장 저장중 pH는 알코올 첨가구에서 높아 적정산도가 낮았다. 된장의 산가는 저식염 된장에서 높았으나 알코올-마늘 혼합 첨가구에서 낮았다. 항균물질의 첨가로 된장 저장중의 환원당은 높았으나 알코올은 겨자 첨가구에서 감소가 심하였다. 아미노산성 질소는 알코올 첨가구에서 감소가 심하였고 암모니아성 질소는 알코올과 겨자 첨가구에서 낮았다. 16주 저장시킨 된장의 맛과 향기, 종합적인 기호도는 알코올 또는 마늘을 첨가한 저식염 된장이 양호하였다.

REFERENCES

1. Lee KI, Moon RJ, Lee SJ, Park KY. 2011. The quality assessment of doenjang added with Japanese apricot, garlic and ginger, and samjang. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 17: 472-477.
2. Jung BM, Roh SB. 2004. Physicochemical quality comparison of commercial *doenjang* and traditional green tea *doenjang*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 132-139.
3. Park JS, Lee MY, Kim JS, Lee TS. 1994. Compositions of nitrogen compound and amino acid in soybean paste (*doenjang*) prepared with different microbial sources. *Korean J Food Sci Technol* 26: 609-615.
4. Kim SH, Kim ST, Kim BH, Kang SK, Jung ST. 2000. Fermentation of doenjang prepared with sea salts. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1365-1370.
5. Park SK, Seo KI, Shon MY, Moon JS, Lee YH. 2000. Quality characteristics of home-made Doenjang, a traditional Korean soybean paste. *Korean J Soc Food Sci* 16: 121-127.

6. Joo HK, Oh KT, Kim DH. 1992. Effects of mixture of improved *meju*, Korean traditional *meju* and *natto* on soybean paste fermentation. *J Korean Agric Chem Soc* 35: 286-293.
7. Eum BW, Kwak BY, Kim SY, Shon DH, Lee KH. 2003. Enhancement of chitooligosaccharides in *doenjang* (soybean paste) and *kanjang* (soybean sauce) using *Bacillus subtilis* koji and *Rhizopus oryzae* koji. *Korean J Food Sci Technol* 35: 291-296.
8. Hong CX, Katoh H. 1993. On the quality of soy sauce made by Chinese method of low salt-solid fermentation－Evaluation by analytical data－. *J Brew Soc Japan* 88: 811-817.
9. Mok CK, Song KT, Lee JY, Park YS, Lim SB. 2005. Changes in microorganisms and enzyme activity of law salt soybean paste (*Doenjang*) during fermentation. *Food Engin Prog* 9: 112-117.
10. Yamamoto Y, Higashi K, Yoshii H. 1984. Inhibitory activity of ethanol on food spoilage bacteria. Part II. Studies on growth inhibition of food spoilage microorganisms for low salt foods. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 31: 531-535.
11. Kim DH, Lee JS. 2001. Effect of condiments on the physicochemical characteristics of traditional *kochujang* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 33: 353-360.
12. Han SM, Kim DH. 2008. Effect of combined use of anti-microbial materials on storage of low salted *kochujang*. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 51: 281-287.
13. Kim ND. 1996. Study on the browning and it's inhibition in soybean paste (*doenjang*). *PhD Dissertation*. Kon-Kuk University, Seoul, Korea.
14. Kwak EJ, Lim SI. 2003. Effect of addition time of antibrowning agents on browning and fermentation characteristics in *doenjang*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 495-500.
15. Lee SK, Kim ND, Kim HJ, Park JS. 2002. Development of traditional *doenjang* improved in color. *Korean J Food Sci Technol* 34: 400-406.
16. Lee KY, Kim HS, Lee HG, Han O, Chang UJ. 1997. Studies on the prediction of shelf-life of *Kochujang* through the physicochemical and sensory analyses during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 588-594.
17. Kim JS, Choi SH, Lee SD, Lee KH, Oh MJ. 1999. Quality changes of sterilized soybean paste during its storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1069-1075.
18. Lee S, Kim DH. 2012. Changes in physicochemical properties of low-salted *doenjang* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 44: 592-599.
19. Kim GT, Hwang YI, Lim SI, Lee DS. 2000. Carbon dioxide production and quality changes in Korean fermented soybean paste and hot pepper-soybean paste. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 807-813.
20. Institute of Miso Technologists. 1968. *Official methods of miso analysis*. Tokyo, Japan. p 1-34.
21. Fuwa HA. 1954. A new method for microdetermination of amylase activity by the use of amylose as the substrate. *J Biochem* 41: 583-603.
22. Anson ML. 1938. Estimation of pepsin, trypsin, papain and cathepsin with hemoglobin. *J Gen Physiol* 22: 79-89.
23. James MJ. 2000. *Modern Food Microbiology*. 6th ed. APAC Publishers, NV, USA. p 45-47.